

## Luftqualität in Louisiana-Ställen

### Teil 2: Keim- und Endotoxingehalt im luftgetragenen Stallstaub

BIRGIT WIEGAND, JÖRG HARTUNG, TORSTEN HINZ und HANS-DIETER WIEMANN

Institut für Tierhygiene und Tierschutz der Tierärztlichen Hochschule, Hannover  
 AFRC-Silsoe Research Institute, Bedford, Großbritannien  
 und  
 Institut für Biosystemtechnik

#### Einleitung

In neuerer Zeit werden vermehrt sogenannte Louisiana-ställe als Alternative zur konventionellen Haltung von Mastgeflügel angeboten. Die Besonderheit dieser auch als Naturställe bezeichneten Anlagen besteht einmal in dem Fehlen einer festen Bodenplatte und zum anderen in dem Verzicht auf eine Zwangslüftung durch Ventilatoren (Löhren, 1991). Die Einstreu, in der Regel Häckselstroh, wird direkt auf eine verdichtete Sandschicht, die als Untergrund dient, aufgebracht. Darunter befindet sich zur zusätzlichen Abdichtung in neueren Ställen eine Kunststoffolie. Nach jedem Mastdurchgang wird diese Einstreu ergänzt und erst nach etwa jedem siebenten bis achten Mastdurchgang vollständig erneuert. Die Luftversorgung erfolgt als freie Lüftung über die ab etwa einem Meter Mauerhöhe offenen Längsseiten des Stalles, die mit lichtdurchlässigen Jalousien versehen sind. Diese Jalousien werden je nach Stallinnentemperatur, relativer Feuchte und der Außenwetterlage über Stellmotoren geöffnet oder geschlossen. Bei Bedarf kann über Gasstrahler eine Zonenheizung zugeschaltet werden.

Die Anzahl dieser Ställe nimmt stetig zu, zum einen wegen der geringen Investitionskosten und zum anderen auch wegen der natürlicher anmutenden Haltung bei Tageslicht und freier Lüftung im Vergleich zu herkömmlichen, völlig geschlossenen Stallanlagen, wodurch vielfach der subjektive Eindruck erhöhten Wohlbefindens der Tiere und eines guten Stallklimas entsteht. Untersuchungen zur Luftqualität in diesen Ställen liegen jedoch bislang kaum vor. Es wurden daher in einem Louisiana-stall in Norddeutschland im Sommer und Winter 1992/93 orientierende Untersuchungen zum Staub-, Keim-, Ammoniak- und Endotoxingehalt der Stallluft durchgeführt. Diese Untersuchungen sollen zu einer ersten hygienischen Einschätzung der Stallluftqualität in solchen Ställen, auch im Hinblick auf eine mögliche gesundheitliche Belastung der Tiere und des im Stall arbeitenden Menschen, beitragen. Über die Befunde zum Staubgehalt und zur Ammoniakkonzentration in der Stallluft wurde bereits in Teil I dieser Untersuchungen berichtet (Hinz et al., 1993). Im folgenden wird eingegangen auf den Gehalt des luftgetragenen Stallstaubes an Bakterien, Pilzen und Endotoxinen. Dabei wird auch der Vergleich mit herkömmlichen Ställen gesucht.

#### Material und Methode

Der untersuchte Stall war 65 m lang und 11 m breit. Er war während der Versuche im Mittel mit 16000 Tieren besetzt. Die Messungen wurden durchgeführt in den Monaten Mai, Juni, Juli, August, November und Dezember. Eine Ergänzungsmessung erfolgte im Juni des nächsten Jahres (8. Durchgang). Die Dauer der einzelnen Mastdurchgänge betrug 34 (1. Durchgang), 33 (2., 3., 4. Durchgang) und 32 (8. Durchgang) Tage.

Es wurden in jedem Mastdurchgang wenigstens drei Probenahmen an immer dem gleichen Meßplatz durchgeführt. Die Probennahmedauer variierte aus versuchstechnischen Gründen zwischen 2 und 6 Stunden. Die Probenahmen wurden so über die Mastperiode verteilt, daß die erste Messung innerhalb der ersten 11 Tage, die zweite innerhalb der Tage 12 bis 22 und die dritte Messung im letzten Drittel des Mastdurchganges lag. Diese Abschnittsbildung konnte bis auf wenige Ausnahmen eingehalten werden. In den Mastdurchgängen 4 und 8 wurden zwei bzw. eine Probennahme mehr durchgeführt. Der Meßplatz lag in der Stallmitte und war in einer Höhe von 0,8 m so angeordnet, daß keine direkte Beeinflussung durch die Lüftung, das Heizsystem oder die Tiere erwartet werden konnte. Der luftgetragene Staub wurde mit einem Axialzyklon gesammelt. Nur die im Zyklon abgeschiedene Staubfraktion wurde für diese Untersuchungen benutzt.

Zur mikrobiologischen Untersuchung des Staubes wurden aus jeder Probe 0,01 g Staub in 10 ml Peptonwasser aufgenommen und in Verdünnungsreihen mit Peptonwasser bis zu  $10^5$  verdünnt. Aus jeder Verdünnungsstufe wurden Petrischalen mit entsprechendem Nährmedium zur Ermittlung der Gesamtkeimzahl und der selektiven Keimzahl beschickt. Die Ausspatelung erfolgte mit Hilfe der Plattendrehtechnik (Adrian, 1987). Folgende Nährmedien wurden für diese Untersuchungen benutzt:

- Zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl (GKZ): Blood Agar Base Medium No 2, Fa. Unipath, Wesel, CM 271, ohne Blutzusatz.
- Für den selektiven Nachweis von Staphylokokken (Staph): *Staphylococcus* Medium Nr. 110, Fa. Unipath, Wesel, CM 145.

Tabelle 1: Gesamtkeimzahl (GKZ in KbE/g), semiquantitative Keimbefunde (KbE/g) und Endotoxingehalt ( $\mu\text{g/g}$ ) in luftgetragener Staub eines Louisianaalles mit Probenahmedatum ( $n = 18$ ) und Masttag

Datum	Masttag	GKZ KbE/g	Staph KbE/g	Strept KbE/g	Coli KbE/g	Pilze KbE/g	Endotox $\mu\text{g/g}$	Staubkonz mg/m <sup>3</sup>
20.05.1992	15	$1,2 \times 10^9$	$0,5 \times 10^9$	$4,2 \times 10^8$	$16 \times 10^4$	$260 \times 10^4$	11,4	2,6
26.05.1992	21	$1,4 \times 10^9$	$1,4 \times 10^9$	$0,4 \times 10^8$	$22 \times 10^4$	$370 \times 10^4$	4,9	3,4
03.06.1992	29	$1,4 \times 10^9$	$0,8 \times 10^9$	$1,2 \times 10^8$	$4 \times 10^4$	$5 \times 10^4$	133,0	3,3
01.07.1992	15	$3,7 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$11,6 \times 10^8$	$20 \times 10^4$	$35 \times 10^4$	16,0	0,8
08.07.1992	22	$1,5 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$9,5 \times 10^8$	$4 \times 10^4$	$5 \times 10^4$	90,0	2,0
15.07.1992	29	$1,2 \times 10^9$	$0,9 \times 10^9$	$6,4 \times 10^8$	$1 \times 10^4$	$2 \times 10^4$	160,0	4,4
29.07.1992	6	$0,5 \times 10^9$	$0,1 \times 10^9$	$1,3 \times 10^8$	$29 \times 10^4$	$20 \times 10^4$	28,5	2,5
11.08.1992	19	$1,8 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$7,9 \times 10^8$	$17 \times 10^4$	$380 \times 10^4$	16,0	1,5
18.08.1992	26	$1,1 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$6,5 \times 10^8$	$1 \times 10^4$	$170 \times 10^4$	5,1	3,7
11.11.1992	5	$0,7 \times 10^9$	$0,2 \times 10^9$	$1,5 \times 10^8$	$90 \times 10^4$	$180 \times 10^4$	28,5	3,0
17.11.1992	11	$3,5 \times 10^9$	$2,2 \times 10^9$	$1,5 \times 10^8$	$130 \times 10^4$	$20 \times 10^4$	28,5	4,1
25.11.1992	19	$3,6 \times 10^9$	$2,0 \times 10^9$	$0,7 \times 10^8$	$17 \times 10^4$	$6 \times 10^4$	28,5	5,6
02.12.1992	26	$2,3 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$	$2,1 \times 10^8$	$6 \times 10^4$	$5 \times 10^4$	16,0	8,9
07.12.1992	31	$2,3 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$1,6 \times 10^8$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$	16,0	13,7
03.06.1993	8	$2,0 \times 10^9$	$0,9 \times 10^9$	$1,7 \times 10^8$	$8 \times 10^4$	$10 \times 10^4$	18,3	1,9
10.06.1993	14	$6,8 \times 10^9$	$2,0 \times 10^9$	$5,0 \times 10^8$	$81 \times 10^4$	$11 \times 10^4$	24,0	0,8
16.06.1993	21	$2,6 \times 10^9$	$2,7 \times 10^9$	$14,0 \times 10^8$	$44 \times 10^4$	$3 \times 10^4$	15,8	3,1
23.06.1993	28	$0,3 \times 10^9$	$0,4 \times 10^9$	$1,7 \times 10^8$	$5 \times 10^4$	$16 \times 10^4$	54,6	3,1

GKZ: Gesamtkeimzahl  
 Coli: coliforme Keime  
 Staubkonz: Staubkonzentration

Staph: Staphylokokken  
 Pilze: Hefen und Schimmelpilze

Strept: Streptokokken  
 Endotox: Endotoxingehalt

- Für den selektiven Nachweis von Streptokokken (Strept): Streptokokken-Selektivagar, Fa. Merck, Darmstadt, Typ 5468.
- Für den selektiven Nachweis von lactose-negativen und lactose-positiven Kolonien (Coli): MacCONKEY Agar, Fa. Oxoid, Wesel, CM 115.
- Für den selektiven Nachweis von Hefen und Schimmelpilzen (Pilze): Wort Agar, Fa. Unipath, Wesel, CM 247.

Die Bebrütung der beimpften Platten erfolgte bei 38 °C für 24 Stunden. Der Wort-Agar wurde für insgesamt 48 Stunden bei Zimmertemperatur (etwa 20 °C) bebrütet. Die Auswertung wurde im lichtunterstützten Handzählungsverfahren (Fa. Biotest AG, Frankfurt) durchgeführt. Aus den Koloniefunden wurde die jeweilige Keimausgangskonzentration errechnet und in KbE (Koloniebildende Einheiten) je Gramm Staub (KbE/g) oder volumenbezogen in KbE/m<sup>3</sup> Stallluft angegeben. Die volumenbezogenen Angaben wurden unter Zuhilfenahme der Staubkonzentration, die in Tabelle 1 aufgeführt ist, errechnet.

Zur Ermittlung des Endotoxingehaltes des Staubes wurde aus jeder Probe 0,001 g Staub abgewogen, mit aufgekochtem pyrogenfreien Wasser vermischt und eine Stunde bei 80 °C inkubiert. Anschließend wird das Gemisch für 10 Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert. Aus dem Überstand werden 100  $\mu\text{l}$  entnommen und im LAL-Test untersucht. Endotoxine sind übliche Bestandteile der Zellwand gramnegativer Bakterien. Chemisch werden sie als Lipopolysaccharide (LPS) bezeichnet. Der LAL-Test beruht auf der Eigenschaft dieser Lipopolysaccharide, mit einem vom Pfeilschwanzkrebs (*Limulus polyphenus*) gewonnenen Amöbozyten-Lysat (Limulus-Amöbozyten-Lysat), bei definierten Temperaturbedingungen und in Abhängigkeit von der LPS-Konzentration unter Gelbildung zu koagulieren. Diese Gelbildung kann auf der Mikrotiterplatte oder genauer mit einem Spektralphotometer (Fa. Pyroquant GmbH, Walldorf) erfaßt werden. Bei Kenntnis der vorgelegten Lysatmenge, z.B. in einer Verdünnungsreihe, kann eine Abschätzung der Endotoxinmenge in einer Probe, wie z.B. des hier verwendeten Staubes, erfolgen. Die Befunde werden in EU (Endotoxin Unit) oder in Endotoxin pro Ausgangsmenge Staub ( $\mu\text{g/g}$  Staub) angegeben. Bei Zugrundelegung einer bestimmten Staubkonzentration in der Luft, kann auch eine Angabe als  $\mu\text{g}$  Endotoxin pro m<sup>3</sup> Luft gemacht werden. Nähere Angaben zur Methodik des LAL-Testes finden sich bei Kamphues (1987).

Tabelle 2.: Mittelwert, Standardabweichung, minimaler und maximaler Wert und Variationskoeffizient der Gesamtkeimzahl (KbE/g), der semiquantitativen Keimbefunde (KbE/g) und des Endotoxingehaltes ( $\mu\text{g/g}$ ) in luftgetragenem Staub eines Louisianastalles ( $n = 18$ )

	GKZ KbE/g	Staph KbE/g	Strept KbE/g	Coli KbE/g	Pilze KbE/g	Endotox $\mu\text{g/g}$
Mittelwert	$2,1 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$4,4 \times 10^8$	$28,0 \times 10^4$	$83,3 \times 10^4$	38,6
Standardabweichung	$\pm 1,5 \times 10^9$	$\pm 0,7 \times 10^9$	$\pm 4,1 \times 10^8$	$\pm 36,0 \times 10^4$	$\pm 130,0 \times 10^4$	$\pm 44,16$
Minimaler Wert	$0,3 \times 10^9$	$0,1 \times 10^9$	$0,4 \times 10^8$	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	4,9
Maximaler Wert	$6,8 \times 10^9$	$2,7 \times 10^9$	$14,0 \times 10^8$	$130,0 \times 10^4$	$380,0 \times 10^4$	160,0
Variationskoeffizient (V%)	$\pm 74$	$\pm 59$	$\pm 94$	$\pm 132$	$\pm 156$	$\pm 114$

GKZ: Gesamtkeimzahl  
 Coli: coliforme Keime  
 Staph: Staphylokokken  
 Pilze: Hefen und Schimmelpilze  
 Strept: Streptokokken  
 Endotox: Endotoxingehalt

### Befunde

Tabelle 1 gibt eine chronologische Übersicht der Befunde einschließlich der Verteilung der Probenahmetage über den Versuchszeitraum (Datum) und den jeweiligen Masttag in der entsprechenden Mastperiode, in der die Probenahme erfolgte. Es werden die mittleren Keimzahlen für die Gesamtkeimzahl (GKZ) und die auf den Selektivnährböden gewachsenen Kolonien an Staphylokokken (Staph), Streptokokken (Strept), coliformen Keimen (Coli) und an Hefen und Schimmelpilzen (Pilze), sowie den mit dem LAL-Test ermittelten Endotoxingehalt

(Endotox) pro Gramm Stallstaub und die errechnete Staubkonzentration (Staubkonz) pro  $\text{m}^3$  Stallluft an den jeweiligen Probenahmetagen genannt. Die mittlere Staubkonzentration aller Proben betrug  $3,8 \text{ mg/m}^3$  ( $V\% = \pm 81$ ).

Die Keimzahlbefunde schwanken von Probenahme zu Probenahme erheblich. Der Umfang der Schwankungsbreite wird anhand der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten in Tabelle 2 deutlich. Minimaler und maximaler Wert sind mit angegeben, um zu zeigen, daß bei Feldprobenahmen große Unterschiede in den Keimzahlen auftreten können, und

Abbildung 1: Gesamtkeimzahl (GKZ) und semiquantitative Keimbefunde von Staphylokokken (Staph) und Streptokokken (Strept) in den 18 Staubproben nach Umrechnung der gewichtsbezogenen Befunde auf ein  $\text{m}^3$  Luftvolumen ( $\text{KbE/m}^3$ ). Probennahmedatum und Nr. der Mastdurchgänge (1) bis (8) sind genannt

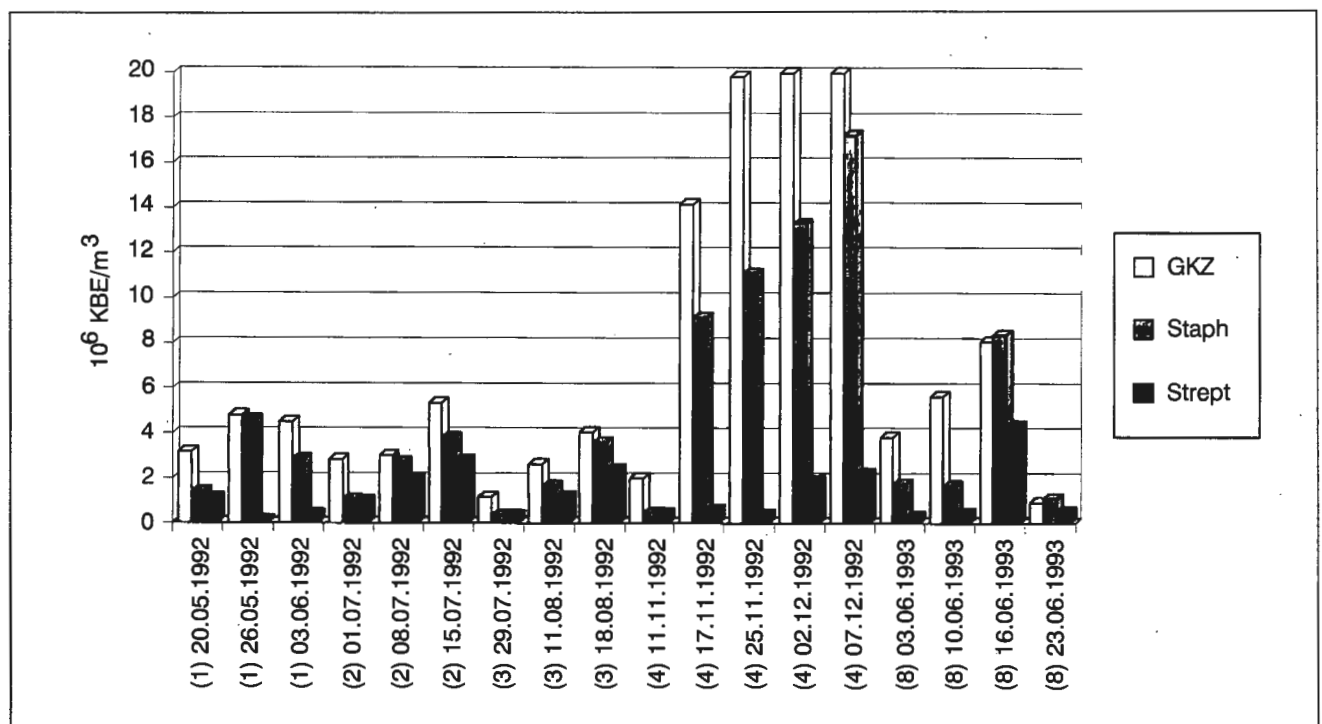
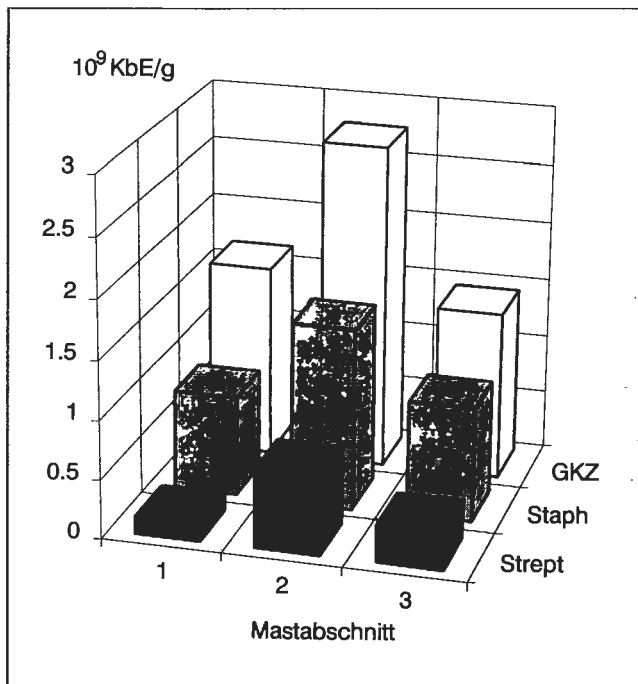


Abbildung 2: Gesamtkeimzahl (GKZ in KbE/g) und semiquantitative Befunde (KbE/g) von Staphylokokken (Staph) und Streptokokken (Strept) im luftgetragenen Staub eines Louisianastalles in den drei Mastabschnitten 1 (Tag 1 bis 11); 2 (Tag 12 bis 22) und 3 (Tag 23 bis Mastende), Mittelwerte aus  $n = 18$  Staubproben \*  $p < 0,05$



daß ein Gramm luftgetragener Staub in Geflügelställen über eine Milliarde Mikroorganismen enthalten kann.

Werden die im Staub gefundenen Keimzahlen unter Zuhilfenahme der in Tabelle 1 genannten Staubkonzentration auf ein  $m^3$  Luft umgerechnet und nach den drei Mastabschnitten und der Jahreszeit geordnet, so ergibt sich die in Abbildung 1 dargestellte Verteilung. Die höchsten Keimzahlen werden erwartungsgemäß in der kalten Jahreszeit (November/Dezember) vermutlich vorrangig wegen der geringen Lufraten erreicht.

Werden die Befunde von Gesamtkeimzahl, Staphylokokken und Streptokokken aller Mastdurchgänge zusammengefaßt und in drei Abschnitte je Mastdurchgang gegliedert, so ergibt sich die in Abbildung 2 dargestellte Verteilung. Als Mastabschnitt eins gilt dabei der 1. bis 11. Masttag, als Abschnitt zwei die Masttage 12 bis 22 und als Abschnitt drei die Probenahmen vom 23. Masttag bis zum Mastende. Nach verständlicherweise geringeren Keimzahlen zu Beginn der Mast kommt es offenbar infolge der Zunahme des Tiergewichtes zu einem erheblichen Anstieg sowohl der Gesamtkeimzahl als auch der Staphylokokken und Streptokokken. Der Rückgang der Keimzahlen im letzten Mastabschnitt gegenüber dem Mittelabschnitt ist vermutlich vorrangig auf die höhere Lüftungsintensität infolge der größer werdenden Tiermasse zurückzuführen. Hohe Lufraten bewirken eine vermehrte Frischluftzufuhr

und erhöhte Abfuhr der mit Gasen und Partikeln einschließlich Bakterien beladenen Stallluft. Ganz ähnlich verhalten sich die Pilze, deren mittlere Konzentration im ersten Mastabschnitt  $57 \times 10^4$  (V % =  $\pm 142$ ), im zweiten Abschnitt  $134 \times 10^4$  (V % =  $\pm 129$ ) und im dritten Abschnitt  $31 \times 10^4$  (V % =  $\pm 203$ ) KbE/g Stallstaub betrug. Allerdings sind nur bei den Streptokokken die Mittelwerte der Abschnitte eins und zwei signifikant (T-Test,  $p < 0,05$ ) verschieden. Über einen ganz ähnliche Tendenz mit einem Anstieg der Bakterien- und Pilzgehalte in der Stallluft bis zur 5. Lebenswoche, gefolgt von einem Abfall im letzten Mastabschnitt, berichtet Madelin (1989) aus konventionellen Broilerställen.

Anders verhält es sich mit den coliformen Keimen (Abbildung 3). Die anfänglichen Konzentrationen von nahe  $65 \times 10^4$  coliformen Keimen pro Gramm Staub gehen über  $27 \times 10^4$  KbE/g im 2. Mastabschnitt auf unter  $5 \times 10^4$  KbE/g zurück. Dies ist umso erstaunlicher, da der Endotoxingehalt (Abbildung 4) im letzten Mastabschnitt über das Doppelte der ersten beiden Abschnitte ansteigt. Die in Abbildung 3 dargestellten Mittelwerte sind untereinander signifikant verschieden ( $p < 0,05$ ). Der Abfall der coliformen Keime bei gleichzeitigem Anstieg der Endotoxine zum Mastende konnte aus diesen Untersuchungen nicht befriedigend erklärt werden. Die hohen Endotoxinbefunde im letzten Mastabschnitt scheinen im direkten Zusammenhang mit der Abnahme der gramnegativen coliformen Keime in diesem Zeitraum zu stehen. Dies widerspricht jedoch der bisherigen Kenntnis, daß die Endotoxine sich gleichsinnig zur Konzentration der gramnegativen Bakterien verhalten (Jones et al., 1984), da im LAL-Test die Lipopolysaccharide auch der lebenden Bakterien nachgewiesen werden (Kamphues et al., 1989). Mögli-

Abbildung 3: Coliforme Keime (Coli) in KbE/g luftgetragener Staub eines Louisianastalles in drei Mastabschnitten (Mittelwerte aus  $n = 18$  Staubproben). \*  $p < 0,05$

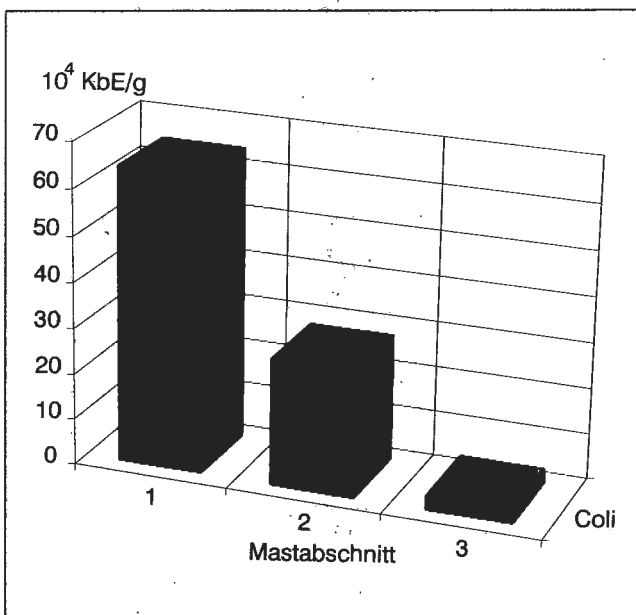
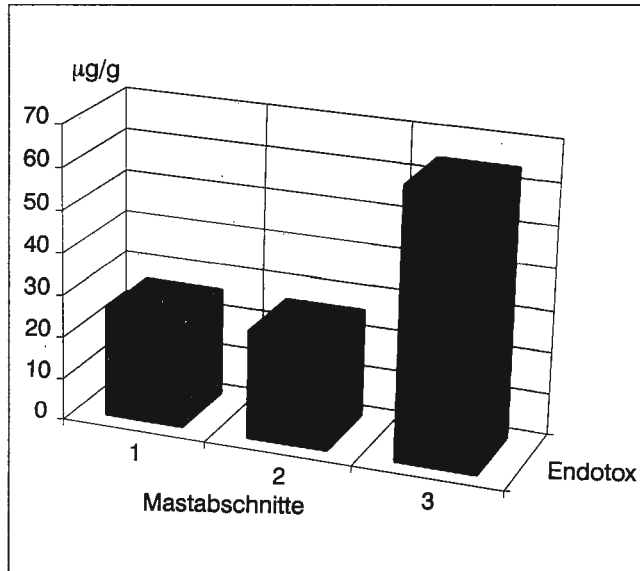


Abbildung 4: **Endotoxine (Endotox) in  $\mu\text{g/g}$  luftgetragem Staub eines Louisianastalles in drei Mastabschnitten, Mittelwerte aus  $n = 18$  Staubproben**



cherweise spielt auch eine gewisse Anreicherung der Endotoxine im Stallstaub eine gewisse Rolle. Eigene Untersuchungen haben gezeigt, daß der Endotoxingehalt in Schweinestallstaub auch nach Lagerung über mehr als fünf Jahre nicht abnimmt.

Die am häufigsten angetroffenen Keimarten in der untersuchten Fraktion des Staubes aus dem Louisianastall sind mit 55 % der GKZ die Staphylokokken, gefolgt von den Streptokokken mit 22 %. Der Anteil der coliformen Keime liegt bei 0,01 %, der der Pilze bei 0,004 %. Dies entspricht der auch in konventionellen Broilerställen angetroffenen Keimverteilung (Sauter et al., 1981). Jellen (1984) fand in Batterie-Legehennenställen im Absatzstaub mit 63 % Staphylokokken, 33 % Streptokokken, 0,6 % coliformen Keimen und 1,7 % Pilzen eine ganz ähnliche Zusammensetzung der Keimflora.

#### Diskussion

Die Untersuchungen zeigen, daß die hier benutzte Probenahmetechnik gut geeignet ist, Staubproben aus der Luft von Tierställen zu gewinnen. Die Aufteilung nach Fein- und Grobstaubanteilen ermöglicht vielfältige Untersuchungen. Der vorliegende Untersuchungsbericht beschränkt sich auf die Analyse der im Zyklon angefallenen Staubfraktion. Es werden Gesamtkeimzahlen von einer Milliarde und mehr pro Gramm Staub im Einzelfall nachgewiesen. Die mittleren Keimkonzentrationen liegen sowohl für die Gesamtkeimzahl als auch für die Befunde an Staphylokokken und Streptokokken, coliformen Keimen und Pilzen in Bereichen, wie sie auch für konventionelle Geflügelställe berichtet werden (Müller und Wieser, 1987).

Der starke Anstieg der Endotoxine gegen Ende der Mast scheint in diesen Untersuchungen einen Zusammenhang mit der Abnahme der coliformen Keime anzudeuten. Dieser Frage sollte gezielter nachgegangen werden. Insgesamt bedürfen diese orientierenden Untersuchungen der Ergänzung durch weitere Messungen in dem gleichen Stall und in anderen Louisianaställen, bevor repräsentative Aussagen zur Luftqualität in diesem Stalltyp gemacht werden können. Derzeit scheint es, daß der Louisianastall offenbar keine wesentlich schlechtere Luftqualität als herkömmliche Stallanlagen aufweist, obwohl in einigen der Staubproben, insbesondere im Winter, deutlich höhere mittlere Keimkonzentrationen gefunden wurden (Clark et al., 1983). Daher sind weitere und längerfristige, auch kontinuierliche, Erhebungen zur Stallluftzusammensetzung und -qualität in diesen Ställen vorzunehmen.

#### Zusammenfassung

Es wurde der staubgebundene Keim- und Endotoxingehalt in der Luft eines Louisianastalles bei fünf Mastdurchgängen untersucht. Dabei wurden insgesamt 18 Probenahmen etwa gleichmäßig auf drei Mastabschnitte jedes Mastdurchganges verteilt durchgeführt. Neben der quantitativen Bestimmung der allgemeinen Keimzahl wurde der Staub semiquantitativ auf Staphylokokken, Streptokokken, coliforme Keime, Hefen und Schimmelpilze untersucht. Zusätzlich wurde in allen Staubproben der Endotoxingehalt bestimmt.

Die mittlere allgemeine Keimzahl (Gesamtkeimzahl = GKZ) aus den 18 untersuchten Proben liegt bei  $2,1 \times 10^9$  Kbe/g Staub bei einem Variationskoeffizienten (V %) von  $\pm 74$  %. Dies entspricht einer mittleren Konzentration von  $7,7 \times 10^6$  Kbe/ $\text{m}^3$  Stallluft, wenn eine mittlere Staubkonzentration von  $3,8 \text{ mg/m}^3$  zugrunde gelegt wird. Qualitativ überwiegen Staphylokokken und Streptokokken mit mittleren Konzentrationen von  $1,2 \times 10^9$  (V % =  $\pm 59$ ) und  $4,4 \times 10^8$  (V % =  $\pm 94$ ) Kbe/g Staub. Der Anteil an coliformen Keimen und Pilzen liegt bei  $28,0 \times 10^4$  (V % =  $\pm 132$ ) und  $83,0 \times 10^4$  (V % =  $\pm 156$ ) Kbe/g Staub. Der Endotoxingehalt schwankt ebenfalls in weitem Rahmen zwischen 4,9 und  $160,0 \mu\text{g/g}$  Staub mit einem Mittelwert von  $38,6$  (V % =  $\pm 114$ )  $\mu\text{g/g}$  Staub; dies entspricht einem mittleren Endotoxingehalt von  $0,14 \mu\text{g/m}^3$  Luft. Es scheint, daß der Keim- und Endotoxingehalt im luftgetragenen Staub von Louisianaställen in etwa dem konventioneller Hähnchenmastställe entspricht.

#### Air quality in Louisiana type broiler houses

##### Part 2: Bacteria and endotoxin levels in airborne dust

Airborne dust from a Louisiana type broiler house was investigated on bacteria and endotoxins. During five fattening periods 18 samples were taken, leaving each period with three or four samplings which were evenly distributed covering the beginning, the middle period and the end of the fattening period. The average number of bacteria from all 18 samples

was  $2.1 \times 10^9$  cfu/g of dust with a variation coefficient (V %) of 74 % (cfu = colony forming units); this is equivalent to a concentration of  $7.7 \times 10^6$  cfu/m<sup>3</sup> of animal house air if a dust concentration of 3.8 mg/m<sup>3</sup> is assumed. The qualitative analysis showed that one gramme of airborne dust contained an average of  $1.2 \times 10^9$  cfu (V % = 59) staphylococcae,  $4.4 \times 10^8$  cfu (V = 94) streptococcae,  $2.8 \times 10^5$  cfu (V % = 132) coli-like bacteria and  $8.3 \times 10^5$  cfu (V % = 156) fungi. The endotoxin concentrations also showed a large variation between 4.9 and 160 µg/g dust with an average value of 38.6 µg/g (V % = 114) of dust; this is equivalent to a concentration of 0.14 µg/m<sup>3</sup> of animal house air if a dust concentration of 3.8 mg/m<sup>3</sup> is assumed. The results suggest that the bacteria and endotoxin concentrations in Louisiana type broiler houses are similar to conventional broiler keeping systems.

#### Literatur

- Adrian, U. (1987): Vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen Sammelflächen zur Bestimmung der aeroben Keimzahl im Sedimentationsstaub eines Schweinemaststalles. - Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Clark, S., R. Rylander und L. Larsson (1983): Airborne Bacteria, Endotoxin and fungi in dust in poultry and swine confinement buildings. - Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 44 (7), S. 537 - 541.
- Hinz, T., H.-D. Wiemann, J. Hartung und B. Wiegand (1993): Luftqualität in Louisianaställen. Teil 1: System- und Methodenbeschreibung sowie erste Ergebnisse - Schwerpunkt Staub. - Landbauforschung Völkenrode, 43, 1, S. 39 - 46.
- Jellen, E.G. (1984): Gravimetrische und bakteriologische Staubuntersuchungen in zwei Legehennenställen. - Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Jones, W., K. Moring, S.A. Olenchock, T. Williams und J. Hickey (1984): Environmental study of poultry confinement buildings. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. (11), S. 760 - 766.
- Kamphues, J. (1987): Lipopolysaccharide in Futtermitteln - mögliche Bedeutung, Bestimmung und Gehalte. - Übers. Tierernährung 14, S. 131 - 156.
- Kamphues, J., G. Amtsberg, u. D. Klarmann (1989): Feinanteile und Staub in Futtermitteln - quantitative und qualitative (Pilze, Bakterien und LPS-) Aspekte. - Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 102, S. 418 - 421.
- Löhren, U. (1991): Naturstall (Louisianastall): Bauweise und Funktion. - 40. Fachgespräch 11/90 über Geflügelkrankheiten, Hannover, Giessen, DVG, S. 54 - 55.
- Madelin, T.M. (1989): Aerosol sampling methods appropriate for stables and poultry houses. - In: C.M. Wathes and J.M. Randall: Aerosol sampling in animal houses. - EEC Publisher, Luxemburg, S. 65 - 74.
- Müller, W. und P. Wieser (1987): Dust and microbial emissions from animal production. - In: Animal Production and Environmental Health (Ed. Strauch, D.), Elsevier, Amsterdam, S. 47 - 89.
- Sauter, E.A., C.F. Petersen, E.E. Steele und J.F. Parkinson (1981): The airborne microflora of poultry houses. - J. Poultry Science 60, S. 569 - 574.
- Verfasser: Wiegand, Birgit, Dr. med. vet., Institut für Tierhygiene und Tierschutz der Tierärztlichen Hochschule Hannover; Hartung, Jörg, Prof. Dr. vet. med., AFRC-Silsoe Research Institute, Bedford, Großbritannien; Hinz, Torsten, Dr.-Ing.; Wiemann, Hans Dieter, Institut für Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Professor Dr.-Ing. Axel Munack.