

Zur Charakterisierung der Ausbreitungsentfernung von Bioaerosolen aus Masthühnerställen

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
der Fakultät für Biologie
der Universität Bielefeld

vorgelegt von
Jochen Schulz

Dezember 2007

5 Zusammenfassung

Die Ausbreitung von Bioaerosolen aus Nutztierställen und deren Wirkungen auf die Umwelt ist noch wenig untersucht. Unter diesen Bioaerosolen werden luftgetragene Stoffe biologischen Ursprungs verstanden, zu denen belebte und unbelebte Partikel wie Bakterien, Pilze und Staub sowie weitere Stoffe, die in den Staubpartikeln vorhanden sind, zählen. Besonders hohe Konzentrationen an Bioaerosolen werden in Masthühnerställen gefunden. Diese gelangen mit der Abluft in die Stallumgebung, wo sie sich in Abhängigkeit von ihren aerodynamischen und biologischen Eigenschaften, den meteorologischen Bedingungen und den orographischen Gegebenheiten sowie weiteren Faktoren (Stalltyp, Ventilationssystem, Stallgröße, Besatzdichte), welche wesentlich die Quellbedingungen für die Emissionen beeinflussen, ausbreiten. Unklar ist, wie weit sich diese Bioaerosole oder Anteile von Ihnen in welchen Mengen von einer Stallanlage ausbreiten. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Charakterisierung der Ausbreitungsentfernung von in diesen Bioaerosolen enthaltenen luftgetragenen Mikroorganismen aus zwei typischen Masthühnerställen leisten. Dazu wurden in und an einem frei gelüfteten Stall mit knapp 40 000 Mastplätzen (Stall A) und an einem zwangsbelüfteten Stall mit ca. 31 000 Mastplätzen (Stall B) Luftkeimmessungen durchgeführt. Als Messverfahren wurden AGI-30 Impinger mit einer Glycerin-Phosphatpuffermischung eingesetzt, wodurch die Sammelzeiten gegenüber dem Standard-Impinger-Verfahren deutlich verlängert werden konnten.

Luftkeimmessungen fanden über das Jahr verteilt überwiegend in den Sommermonaten in der Stallluft von Stall A, in den Abluftschächten von Stall B und in der Außenluft der Umgebung der Ställe statt. Es wurden die Koloniezahlen von Schimmelpilzen, Hefen, mesophilen Bakterien und insbesondere die von *Staphylococcus* spp. pro Kubikmeter Luft erfasst. Über den Mastverlauf von 35 bis 39 Tagen bewegten sich die Konzentrationen von Schimmelpilzen und Hefen in der Stallluft zwischen 1×10^3 und 1×10^5 KBE/m³. Die Bakterienkonzentrationen stiegen dagegen von ca. 1×10^3 auf mehr als 1×10^6 KBE/m³ an, wobei in der vierten Mastwoche Spitzenwerte von 1×10^7 KBE/m³ erreicht wurden. Anhand der Konzentrationsverläufe und der üblichen Luftvolumenströme (DIN 18910) in den Ställen wurden die höchsten Keimemissionen ab etwa der dritten bis einschließlich der fünften Mastwoche im Sommer errechnet. In diesem Zeitraum emittieren zwischen 1×10^{11} und 1×10^{12} KBE/h über die Abluft aus den Ställen.

In der Außenluft unterliegen die Keime einer erheblichen „Abmangelung“ (kulturell nachweisbare Keimabnahme nach Verlassen des Stalles), die von unterschiedlichen Faktoren

(z.B. Verdünnung, Windgeschwindigkeit, wechselnden Windrichtungen, turbulente Strömung) sowie der Tenazität des jeweiligen Keimes gegenüber Umwelteinflüssen, wie Temperatur, Luftfeuchte und Strahlung, bestimmt wird. Die mittleren Konzentrationen der Schimmelpilze und Hefen, die sich überwiegend aus *Cladosporium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Alternaria* spp. sowie *Fusarium* spp. zusammensetzten, wiesen ab einer Entfernung von etwa 200 m von den Ställen mit 10^3 bis 10^4 KBE/m³ keine signifikanten Unterschiede zu den in der Außenluft üblichen Pilzkonzentrationen auf.

Deutlich weiter wurden mesophile Bakterien, insbesondere Staphylokokken, getragen, die auch noch in einer Entfernung von 480 m in erheblichen Konzentrationen (bis zu 4000 KBE/m³) nachweisbar waren (Stall B). Da Staphylokokken in der Umgebungsluft auf der windzugewandten Seite der Ställe nicht nachgewiesen werden konnten, scheinen sie sich als Indikatorbakterien für die Keimausbreitung aus Masthühnerställen zu eignen. Die Differenzierung der Staphylokokken mit einer 16S-23S-ITS-PCR und dem ID32 Staph Test ergab, dass es sich sowohl bei den in den Ställen als auch in der Außenluft gesammelten Staphylokokken überwiegend um Arten der *S. saprophyticus* Gruppe und um *S. lentus* handelte. *S. aureus* wurde in der Außenluft nicht nachgewiesen.

Werden die in der Außenluft in den unterschiedlichen Entfernungen vom Stall gemessenen Staphylokokkenkonzentrationen in das Ausbreitungsmodell nach Gauß eingebracht, so ergeben sich rechnerisch unter mittleren Umweltbedingungen in einem Abstand von 500 m von den Ställen noch etwa 1000 KBE/m³. Dies zeigt einerseits eine prinzipielle Übereinstimmung der Messungen und des Rechenmodells, rechnerisch kann es jedoch auch zu einer erheblichen Unterschätzung der tatsächlichen bakteriellen Belastung am Immissionsort kommen. Die Vermehrungsfähigkeit der Staphylokokken wurde im luftgetragenen Zustand auch bis zum Messort in 500 m Entfernung nicht erkennbar nachteilig beeinflusst.

Die Untersuchungen zeigen am Beispiel der Staphylokokken, dass aus typischen Masthühnerställen emittierte Keime in der Außenluft bei freiem Windfeld mindestens 500 m weit in vermehrungsfähigem Zustand getragen werden können. Dies sollte bei der Errichtung neuer Stallanlagen im Hinblick auf eine mögliche nachteilige Beeinflussung von Nachbarställen (Tierseuchenerreger) und in der Nähe gelegenen Wohngebieten (Zoonosenerreger) beachtet werden. In zukünftigen Untersuchungen können Staphylokokken als Modellindikatorkeim für die aerogene Verfrachtung mit einbezogen werden.