

Gesundheitsgefährdung durch Hähnchenmastanlagen der Intensivtierhaltung

verfasst von

Dr. med. Thomas Fein

Dr. med. Burkhard Kursch

Dr. med. Lutz Kaiser

Norden, im Januar 2011

Anlass und Gegenstand der Analyse

Dem Landkreis Aurich liegen zurzeit mehrere Bauanträge für die Errichtung von Hähnchenmastanlagen vor, darunter auch ein Antrag für die Errichtung einer solchen Anlage in der Westermarsch. Dieser Antrag hat öffentliches Aufsehen erregt. In der Öffentlichkeit, Presse und in diversen Informationsveranstaltungen wurde das Gesundheitsrisiko breit diskutiert.

Von besonderem Belang sind die Darlegungen des Amtsarztes und Leiters des Gesundheitsamtes Dr. Eimo Heeren, der in dieser Funktion öffentlich folgende Thesen^{1 2 3} vertrat:

1. die Luft in einem Umkreis von mehr als 250 m sei sowohl bei Hühner- wie auch bei Schweinemastställen nicht mehr belastet,
2. durch die ständige Luftbewegung an der Küste könne davon ausgegangen werden, dass der Radius eher noch kleiner sei,
3. der Zustand von Normalluft sei nicht bekannt,
4. die Gesundheit von in der Nähe von Mastställen lebenden Menschen sei nicht gefährdet,
5. das gegen viele Antibiotika resistente Bakterium MRSA sei in jedem Stall, aber nicht bei jedem Tier zu finden,
6. der Antibiotikaverbrauch in den Ställen sei gegenüber früher gesunken,
7. letztlich bestünde keine Gefahr für die Gesundheit der hiesigen Bevölkerung.

Gegenstand der Analyse ist die Gesundheitsgefährdung durch Hähnchenmast in Form der Intensivtierhaltung unter besonderer Berücksichtigung der Darlegungen des Amtsarztes.

¹ Ostfriesischer Kurier vom 11.1.2011

² Bauausschusssitzung vom 12.1.2011

³ Ostfriesischer Kurier vom 21.1.2011

Methodik

Um das Gesundheitsrisiko abzuklären, wurde eine Literatur-Recherche durchgeführt, die auf gegenwärtig verfügbare wissenschaftliche Literatur, Publikationen im Internet sowie auf Veröffentlichungen namhafter Institute und Behörden zur diesbezüglichen Problematik abzielte. Die wissenschaftliche Literatur wurde, soweit möglich, in der angegebenen Veröffentlichung eingesehen und von den Autoren hinsichtlich der Fundiertheit bewertet. Die Erkenntnisse werden nachfolgend möglichst allgemeinverständlich dargestellt, wobei wissenschaftlich tiefer gehende Darlegungen unvermeidbar sind. Zum einen werden individuelle medizinische Aspekte betrachtet, zum anderen auch epidemiologische Gesichtspunkte beleuchtet, d.h. Aspekte der Häufigkeit und Verbreitung in der Population. Dabei werden o.g. Thesen von Herrn Dr. Heeren im Lichte gegenwärtiger wissenschaftlicher Erkenntnisse bewertet. Die Abhandlung adressiert nur medizinische, nicht hingegen ethische, ökologische, juristische Aspekte oder solche des Tierschutzes.

Ergebnisse

Um die medizinische Gesamtproblematik besser verständlich darzulegen, wird thematisch in nachfolgende Bereiche gegliedert:

- Luftbelastung durch Bioaerosole, Biotoxine und Keime
 - o in der Stallluft
 - o außerhalb des Stalles
- Antibiotikaverbrauch in der Intensivtierhaltung und Auswirkungen
- Pathogene Keime (Krankheitserreger)

Luftbelastung durch Bioaerosole, Biotoxine und Keime in der Stallluft

Beim Betrieb eines Hähnchenmaststalls in der vorgesehenen Größenordnung von 40.000 Tieren ist eine ausreichende Belüftung unerlässlich. Diese dient der Versorgung der Tiere mit Sauerstoff, Entsorgung des Stalls von Partikeln und Giftstoffen sowie bei entsprechenden Außentemperaturen der Kühlung. Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung verlangt in § 18 Abs. 3 Nr. 5 die Möglichkeit zu einem Luftaustausch von $4,5\text{m}^3/\text{h}$ pro kg Lebendgewicht. Diese Luftumwälzung ist bei hochsommerlichen Temperaturen insbesondere zur Kühlung erforderlich. Verfügbare Messungen eines Hähnchenmaststalls mit 50.000 Tieren zeigen Spitzenwerte von $140.000\text{ m}^3/\text{h}$ als Tagesmittelwert im Hochsommer (Standort Ankum, 9.7.2006, Tagesmittelwert der Außentemperatur 27°C).⁴ Extrapoliert auf einen Stall mit 40.000 Tieren bedeutet dies bei pessimaler Betrachtung ein Tagesvolumen von $2.400.000\text{ m}^3$. Zur Veranschaulichung sei ausgeführt, dass dieses im Laufe eines Tages geförderte Volumen ausreicht, um eine Luftsäule von 3 m Höhe in einem Umkreis von 500 m aufzubauen. Die bewegte Luftmenge ist mithin erheblich. In der Luft sind nachfolgend näher beschriebene Komponenten enthalten und werden dementsprechend verfrachtet.

⁴ Broer, 2006

Die Stallluft setzt sich aus mehreren festen und flüchtigen Komponenten zusammen. Für die Betrachtung möglicher gesundheitlicher Risiken sind insbesondere die Bioaerosole, Biotoxine und die einatembaren Stäube zu berücksichtigen.

Bioaerosole sind luftgetragene Teilchen biologischer Herkunft (DIN EN 13098 2001). Darunter werden alle im Luftraum befindlichen Ansammlungen von Partikeln, denen Pilze (Sporen, Konidien, Hyphenbruchstücke), Bakterien, Viren und/oder Pollen sowie deren Zellwandbestandteile und Stoffwechselprodukte anhaften bzw. diese beinhalten, verstanden.⁵ Fasst man den Begriff enger auf Wirkungen sind Bioaerosole solche Aerosole, die Partikel biologischen Ursprungs oder biologische Aktivität enthalten, welche auf Lebewesen durch Infektiosität, allergische Eigenschaften, Toxizität und pharmakologische oder ähnliche Vorgänge einwirken können.⁶

Endotoxine sind Bestandteile der Zellwand bestimmter Bakterien⁷ wie z. B. E. coli, Salmonella, Pseudomonas, Shigella, Neisseria, Haemophilus und einiger anderer Bakterienarten. Die Endotoxine sind, im Gegensatz zu den Bakterien, aus denen sie stammen, gegenüber äußeren Einflüssen sehr widerstandsfähig und ihre biologische Aktivität kann über viele Jahre erhalten bleiben.⁸ Endotoxine können, wenn sie nicht an größere Staubpartikel gebunden sind, lange in einem schwebefähigen Zustand bleiben. Sie können noch lange nach der Emission in der Umgebung von Mastanlagen nachgewiesen werden.⁹ Sie sind potente entzündungsfördernde Substanzen. Zu den gesundheitlichen Auswirkungen einer Endotoxinbelastung zählen die Verschlechterung der Lungenfunktion, ODS¹⁰, Schleimhautentzündungen, nichtallergisches Asthma, nichtallergische Rhinitis und das Sick-building syndrome.¹¹ Hiermit korreliert die Beobachtung, dass bei den landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften in den letzten Jahren vermehrt Anträge auf Berufsunfähigkeit bei in Mastbetrieben arbeitenden Menschen gestellt wurden.¹²

⁵ Saleh, 2006

⁶ Hirst, 1995, zit. Nach Saleh, 2006

⁷ Lipopolysaccharide der Zellwand gramnegativer Bakterien

⁸ Zucker und Müller, 2004

⁹ Zucker und Müller, 2004

¹⁰ Organic Dust Toxic Syndrome

¹¹ Mücke und Lemmen, 2008

¹² Saleh, 2006

Eine weitere Bedeutung haben die in der Stallluft nachgewiesenen Bakterien, Pilze und Viren.

SALEH¹³ untersuchte die Luftbelastung in Hähnchenmastanlagen im Vergleich zu anderen Tiermastanlagen. Dabei fanden sich in Hähnchenmastanlagen die höchsten Konzentrationen an Gesamtkeimen, Staphylokokken, Enterobakterien und Schimmelpilzen.

Im Einzelnen kam er zu folgenden Ergebnissen:

Der MAK-Wert¹⁴ für einatembaren Staub von 4 mg/m^3 wurde ab der zweiten Woche der Mastperioden im Winter und ab der dritten Woche im Sommer regelmäßig überschritten. Es wurden Werte bis zu 10 mg/m^3 gemessen.

Die Zahl der Gesamtkeime steigt mit Tieralter und Gewicht über die ersten 4 Wochen an und fällt dann langsam wieder ab. Es wurden bis zu 12×10^6 Keime/ m^3 gemessen.¹⁵ Ein Grenzwert oder Orientierungswert für allgemeine Luftkeimzahlen im Stall existiert zurzeit nicht. Es ist aber bekannt, dass der allgemeine Keimgehalt der Außenluft bei 100 bis 1000 KBE/m^3 liegt.¹⁶ Dieser Wert wurde also bei den durchgeführten Messungen um den Faktor 120.000 überschritten. Bei den in der Stallluft nachgewiesenen Keimen handelt es sich zu 80 – 90% um Staphylokokken. Dies ist insofern wichtig, da zu dieser Gruppe von Bakterien auch die gefährlichsten MRSA gehören.

Die Messungen der Endotoxine zeigen eine Zunahme der Konzentration im Laufe des Mastdurchganges, wobei Höchstwerte von mehr als 11.000 EU/m^3 gemessen wurden.¹⁷ Zum Vergleich wurden in der Außenluft in einem ländlich geprägten Raum im Sommer Endotoxinkonzentrationen von im Mittel 13 EU/m^3 und im Frühling bzw. Herbst im Mittel 1 EU/m^3 gemessen.¹⁸ Demnach sind die Endotoxin-Konzentrationen im Maststall etwa 1000-fach höher als in der Außenluft.

¹³ Saleh, 2006

¹⁴ Maximal zulässige Arbeitsplatz-Konzentration

¹⁵ ausgeschrieben: 12.000.000 Keime [Fehler der Vorabversion korrigiert]

¹⁶ Hartung und Seedorf, 1999

¹⁷ EU = Endotoxin-Units

¹⁸ Hartung und Seedorf, 1999

Bioaerosole, Biotoxine und Keime außerhalb des Stalles

Die Zusammensetzung und Qualität sogenannter „normaler“ Luft ist beschrieben in der Richtlinie 2008/50/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität.

Sämtliche in der Stallluft nachgewiesenen Komponenten sind auch in den Emissionen außerhalb des Stalles nachzuweisen. In einer umfangreichen Untersuchung benutzten SCHULZ et al. Staphylokokken als Indikatorkeime für die Ausbreitung von Bioaerosolen außerhalb der Mastanlage. Die Autoren weisen darauf hin, dass neben den Staphylokokken weitere Bakterienarten und Schimmelpilze, unter denen auch Krankheitserreger zu finden sind, emittiert werden. Staphylokokken eignen sich aufgrund ihrer hohen Tenazität¹⁹ für derartige Untersuchungen. Untersucht wurden zwei Hähnchenmastanlagen mit unterschiedlicher Belüftung. Stall A gehörte zur Gruppe der freibelüfteten Ställe. Hier war die letzte Messstation in einem Abstand von 333 Metern vom Stall errichtet worden. Stall B gehörte zur Gruppe der zwangsbelüfteten Ställe und lag im Landkreis Aurich. Hier war die letzte Messstation in einem Abstand von 477 Metern vom Stall errichtet worden. Im Stall A wurden an der letzten Messstation (333 m) noch bis zu 7000 KBE/m³ Staphylokokken, im Stall B wurden an der letzten Messstation bis zu 4260 KBE/m³ Staphylokokken gemessen. Die Außenluft in ländlichen Regionen weist dagegen nicht mehr als 500 bis 1000 KBE/m³ auf. Die Autoren kommen daher im Wesentlichen zu folgenden Ergebnissen:²⁰

1. Hähnchenmastanlagen sind eine erhebliche Quelle für Bakterien wie Staphylokokken, für Endotoxine sowie für Schimmelpilze, die mit der Stallabluft in die Umgebung abgegeben werden.
2. Es gibt eine starke Abhängigkeit der Keimemissionen vom Tierbesatz. Die höchsten Emissionen werden in den letzten beiden Mastwochen erreicht.
3. Die Messergebnisse zeigen, dass Keime über mehr als 500 Meter verfrachtet werden können.

¹⁹ Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen

²⁰ Schulz et al., 2005

Die Autoren stellten weiterhin fest, dass die Endotoxin-Messungen außerhalb des Maststalles im Mittel nur gering über der zu erwartenden Hintergrundkonzentration²¹ lagen. Mit einer Ausnahme: an einem Messtag lagen die Konzentrationen mit 27 und fast 39 EU/m³ weit über den übrigen Messergebnissen. Eine Auswertung dieses Ausreißers ergab, dass an dem betreffenden Messtag eine hohe durchschnittliche Windgeschwindigkeit von knapp 11 m/s vorlag. Windböen erreichten an diesem Tag Spitzengeschwindigkeiten von 20 m/s, so dass im Umfeld des Stalles mit starken Verwirbelungen gerechnet werden musste.

Daraus lässt sich folgern, dass hohe Windgeschwindigkeiten, wie sie zum Beispiel in Küstenregionen auftreten, offensichtlich zu einer erhöhten Endotoxin-Immission führen.

Die Ergebnisse dieser Studie wurden von HELLER und KÖLLNER bestätigt.²² Die Autoren führten Immissionsmessungen im Umfeld eines Schweinemaststalles und eines Legehennenstalles durch. Es wurden für die Parameter „Gesamtbakterienzahl“, „Staphylokokken“ und „Endotoxine“ erhöhte Immissionskonzentrationen in einem Abstand bis zu 500 m vom Stall gemessen. In dieser Studie wurde darüber hinaus festgestellt, dass die Endotoxinkonzentration in der Umgebung des Geflügelstalles höher war als in der Umgebung des Schweinemaststalles, was auf tierartspezifische Unterschiede zurückgeführt wurde.

Die direkten Emissionen aus dem Stall stellen aber nicht die einzige Gefahrenquelle dar. ECKARDT kommt in ihrer Dissertation aus dem Jahr 2008 unter anderem zu folgendem Ergebnis: „Eine Untersuchung potentieller Bioaerosolquellen, wie Kot, Futter und Einstreu, zeigte, dass der Kot der Tiere nachweislich eine der stärksten Quellen für luftgetragene Endotoxine darstellt.“²³ Diese Feststellung ist insofern bemerkenswert, als im Falle der geplanten Hähnchenmastanlage in der Westermarsch festgelegt wird: „Die Verwertung des Einstreu-Kot-Gemisches wird auf betriebseigene Flächen nach Düngeverordnung ausgebracht“ (Seite 29 des BlmSch Antrages).

Nach den Untersuchungen von ZUCKER und MÜLLER²⁴ entsteht hier eine erhebliche Problematik dadurch, dass die Aktivität von Endotoxinen in ausgebrachtem Dung für eine lange Zeit erhalten bleibt und aus diesem Grund im Laufe der Zeit eine Akkumulation von Endotoxinen

²¹ bis zu 13 EU/m³

²² Heller und Köllner, 2007

²³ Eckardt, 2008

²⁴ Zucker und Müller, 2000

möglich ist. Da das Einstreu-Kot-Gemisch flächig ausgebracht wird und im Falle des Stalles in der Westermarsch erheblichen Windeinflüssen ausgesetzt ist, besteht die hohe Wahrscheinlichkeit einer weiträumigen Belastung der Umgebung mit Endotoxinen.

Ein weiterer bislang vernachlässigter Aspekt ist die Belastung der Umwelt durch den Transport der Tiere nach Ablauf der Mastzeit. Hierzu liegt eine umfangreiche Untersuchung von RULE et al. vor.²⁵ Die Autoren weisen darauf hin, dass Transportfahrzeuge während des Tiertransportes hochgradig mit Ausscheidungen und Bakterien kontaminiert werden. Sie untersuchten die Freisetzung verschiedener aerober Bakterien und Enterokokken aus Transportfahrzeugen. Sie fanden erhöhte Konzentrationen dieser Bakterien in PKWs, die hinter den Transportfahrzeugen fahren. Von den Enterokokken waren zwölf Isolate resistent gegen drei auch in der Humanmedizin benutzte Antibiotika. Diese Antibiotika werden ebenfalls zur Therapie in der Geflügelmast eingesetzt.

²⁵ Rule et al., 2008

Auswirkungen biologischer Emissionen auf die Anwohner in der Umgebung von Anlagen der Intensivtierhaltung

Aus einer Erhebung im Raum Südoldenburg, bei der 1991/92 auf der Basis von Angaben aus allgemeinmedizinischen und pädiatrischen Praxen die Häufigkeit von Asthma bronchiale bei Kindern erfasst wurde, ergaben sich Hinweise auf mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Bioaerosole aus Tierställen.²⁶

Zur Untersuchung des Gesundheitsrisikos für Anwohner in der Umgebung von Tiermastanlagen wurden im Jahr 2000 in Niedersachsen zwei umfangreiche epidemiologische Wirkungsstudien gestartet:

- AABEL: Atemwegserkrankungen und Allergien bei Einschulungskindern in einer ländlichen Region.²⁷
- NILS: Niedersächsische Lungenstudie. Atemwegsgesundheit und Allergiestatus bei jungen Erwachsenen in ländlichen Regionen Niedersachsens.²⁸

Im Ergebnis zeigen beide Studien, dass bei erhöhter Empfindlichkeit (AABEL) bzw. bei erhöhter Exposition schwellenwertabhängig (NILS) nachteilige Effekte auftreten können. Als erhöht empfindlich werden Kinder atopischer Eltern²⁹ definiert. Bei diesen ist in der Umgebung von Mastanlagen eine Zunahme der asthmatischen Symptomatik feststellbar. Dieser Zusammenhang ist statistisch signifikant. Wie auch schon andere Studien gezeigt haben, weisen die Untersuchungen auf einen protektiven Effekt bei frühzeitiger Exposition hin. Dies bedeutet, dass sich bei engem Kontakt zu Tieren oder Tierställen weniger häufig allergische Erkrankungen entwickeln. Dies gilt aber nur für Kinder, die in einer derartigen Umgebung aufwachsen. Die Ursachen für diesen Effekt sind zurzeit Gegenstand der Forschung.

Die Ergebnisse der beiden angeführten Studien decken sich mit den Ergebnissen anderer Autoren, die ein häufigeres Vorkommen von Atemwegserkrankungen bei Menschen feststellen, die in Tiermastanlagen arbeiten.³⁰

²⁶ Hoopmann et al., 2005

²⁷ Hoopmann et al., 2004

²⁸ Radon et al., 2004

²⁹ Eltern, die unter einer Neurodermitis, Asthma bronchiale oder Heuschnupfen leiden

³⁰ Hamscher et al., 2003, Radon et al., 2002

Insgesamt lässt sich daher ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Atemwegserkrankungen im Umfeld von Tiermastanlagen feststellen, dass mit zunehmender Entfernung vom Maststall abnimmt. Dies ist in einer Entfernung von 500 m zum Stall noch nachweisbar und für Personen, die sich in der unmittelbaren Umgebung des Stalles und natürlich auch im Stall selber aufhalten, am höchsten.

Antibiotikaeinsatz in der Intensivtierhaltung und Auswirkungen

Über den Einsatz von Antibiotika in der Intensivtierhaltung, insbesondere in Hähnchenmastanlagen, liegen keine präzisen Zahlen vor. FOCKE schreibt dazu: „Grundsätzlich liegen für Deutschland keine Angaben zum mengenmäßigen Verbrauch an Veterinärantibiotika vor“. Er kommentiert dies populärwissenschaftlich, dabei durchaus fundiert, folgendermaßen: „Eines der großen Geheimnisse in der Veterinärmedizin, der Landwirtschaft und den für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit politisch verantwortlichen Institutionen ist die Frage der mengenmäßigen und substanzspezifischen Erfassung der Antibiotika, die bei Tieren angewandt werden, die der Lebensmittelgewinnung für den Menschen dienen. Obwohl von zahlreichen Wissenschaftlern immer wieder gefordert, sträuben sich Agrar- und Pharmaindustrie sowie die Politik, entsprechende Daten offen zu legen.“³¹

Das niedersächsische Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) informiert jedoch darüber, dass nach Erfahrung der Amtstierärzte/innen in den vergangenen Jahren in der Hähnchenmast ein ständig steigender Einsatz von Arzneimitteln zu beobachten ist. Es müsse bedenklich stimmen, dass nach ersten stichprobeweisen Erhebungen drei Antibiotikabehandlungen in einem Mastdurchgang von etwa 30 Tagen keine Seltenheit sind und durchaus Mastdurchgänge beobachtet werden, in denen sechs Behandlungen in Folge stattfinden. Rein rechnerisch bedeute dies: wenn beispielsweise in einem Mastdurchgang von 30 Tagen im Rahmen von sechs Behandlungen an insgesamt 13 Tagen Antibiotika eingesetzt werden, haben die Masthähnchen zu 43% der Mastdauer Arzneimittel erhalten.³²

Das Niedersächsische Landwirtschaftsministerium bestätigte im Oktober 2010 in einer öffentlichen Stellungnahme, dass Mäster in der konventionellen Hähnchenhaltung immer mehr Antibiotika einsetzen. Nach Angaben des Ministeriums wurden vor 10 Jahren im Schnitt 1,7 Antibiotikabehandlungen angewendet, heute sind es etwa 2,3 Behandlungen pro Mastdurchgang. Die Leiterin der Abteilung Verbraucherschutz und Tiergesundheit im Landwirtschaftsministerium Helmsmüller führte aus, dass in der Massentierhaltung der Einsatz von Antibiotika die Regel sei.³³

³¹ Focke, 2010

³² Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2010

³³ <http://www.umweltruf.de/news/111/news0.php3?nummer=45668>

Eine Studie der European Health Association (FEDESA) zeigt auf, dass der Gesamtverbrauch an Antibiotika in der EU für das Jahr 1999 bei 10.500 Tonnen lag, wobei 52% auf den Humanbereich und 48% auf die Veterinärmedizin entfielen.³⁴

Veterinärantibiotika gelangen über Gülle und Trockenkot auf Felder und Weiden, von dort durch partielles Abschwemmen mit dem Regen in Oberflächengewässer und über Versickern im Boden teilweise auch bis ins Grundwasser.

Zudem wurde von HAMSCHER et al. eine Akkumulation von Veterinärantibiotika in den oberen Bodenschichten mit Verbleiben über mehrere Jahre nachgewiesen.³⁵

Trotz Mangel an präzisen Zahlen ist als Fazit festzuhalten, dass der Antibiotikaverbrauch in der agrarindustriellen Tierhaltung in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen hat.

Problem der Resistenzentwicklung

Neben dem bereits erwähnten Problem der Umweltbelastung durch in der Veterinärmedizin eingesetzte Antibiotika besteht eine besondere Problematik in der zunehmenden Resistenzentwicklung vieler Bakterienarten. Definitionsgemäß ist ein Bakterienstamm resistent gegen ein Chemotherapeutikum, wenn seine minimale Hemmkonzentration so hoch ist, dass auch bei Verwendung der zugelassenen Höchstdosierung ein therapeutischer Erfolg nicht zu erwarten ist. Das heißt, dass bei einem resistenten Bakterium ein Antibiotikum nicht wirksam ist. Für den Fall, dass ein Bakterium auf viele Antibiotikaklassen nicht reagiert, spricht man von Multiresistenz. Für die hier maßgeblichen Betrachtungen spielt ausschließlich die erworbene Resistenz von Bakterien eine Rolle. In jeder Bakterienpopulation entstehen durch Spontanmutation resistente Varianten, die sich unter der Einwirkung eines Antibiotikums weiterhin vermehren, während die empfindlichen Bakterien abgetötet werden. Hieraus folgt: je häufiger ein Antibiotikum eingesetzt wird, desto wahrscheinlicher entsteht eine Resistenz.³⁶

³⁴ Focke, 2010

³⁵ Hamscher et al., 2002, Hamscher, 2003

³⁶ Hahn et al., 2001

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Übertragbarkeit von Resistenzen zwischen Bakterien. Die Resistenz eines Bakteriums ist jeweils im Erbgut kodiert, das durch verschiedene Mechanismen³⁷ auf andere Bakterien übertragen werden kann. Die Häufigkeit der Resistenzübertragung ist abhängig von der Populationsdichte. Je häufiger Kontakte zwischen Bakterien stattfinden, desto häufiger werden Resistenzgene übertragen.

Träger von Bakterien sind häufig andere Lebewesen, im Falle unserer Betrachtungen auch Tiere. Aus den vorhergehenden Ausführungen folgt daher: je mehr Bakterienträger (z.B. Tiere) auf engem Raum zusammenleben (müssen), umso häufiger werden Resistenzgene übertragen.

In der Massentierhaltung sind daher alle Voraussetzungen für die Entstehung von resistenten Bakterienstämmen gegeben.

- viele Individuen leben auf engstem Raum zusammen
- der Einsatz von Antibiotika ist die Regel
- durch den ebenfalls regelhaften Einsatz verschiedener Antibiotikaklassen wird die Entstehung von Multiresistenzen begünstigt.

Zum Problem der Resistenzentwicklung in Geflügelmastbetrieben existieren diverse Studien, von denen hier beispielhaft nur zwei erwähnt werden sollen.

- AARESTRUP und WEGENERA weisen auf die Resistenzentstehung bei *Campylobacter* und *E. coli* hin.³⁸
- ZHAO et al. weisen auf die Resistenzentstehung bei Salmonellen hin. Sie fanden auf Schlachtkörpern von Geflügel 66,4% einfache Resistenzen, 16,4% Multiresistenzen gegen fünf verschiedene Antibiotika und in 2% aller untersuchten Proben Resistenzen gegen neun verschiedene Antibiotika.³⁹

Unter dem Druck dieser Erkenntnisse hat die oberste Amerikanische Gesundheitsbehörde (FDA)⁴⁰ bereits im Jahr 1996 zusammen mit anderen Behörden einen Masterplan (NARMS)⁴¹

³⁷ Transformation, Transduktion und Konjugation

³⁸ Aarestrup and Wegenera, 1999

³⁹ Zhao et al., 2006

⁴⁰ Food and drug administration

⁴¹ National antimicrobial resistance in foodborne pathogens

ins Leben gerufen, um dem Problem der Resistenzentwicklung zu begegnen.⁴² Gerade unter diesem Gesichtspunkt ist es mehr als bedenklich, dass in Deutschland, im Gegensatz zu anderen europäischen Staaten, wie z.B. der Schweiz und Österreich, keine konkreten Zahlen zum Antibiotikaverbrauch in der agrarindustriellen Tierproduktion verfügbar sind.

Pathogene Keime (Krankheitserreger)

Geflügel ist u.a. besiedelt mit Campylobacter und Salmonellen als Auslöser von Durchfallerkrankungen. Für Campylobacter werden jahreszeitlich variable Besiedlungen in Masthähnchenbeständen zwischen 20% und 75% angegeben.⁴³ In durchschnittlich 30% der Fleischproben finden sich positive Nachweise.⁴³ Salmonellen wurde nach einer Studie aus 2009 in durchschnittlich 17% der Fleischproben von Masthähnchen nachgewiesen.⁴⁴

Im Zentrum des humanmedizinischen Interesses bei Geflügelmastställen stehen allerdings derzeit sogenannte MRSA (Methicillin-resistenter Staphylokokkus aureus), auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

Staphylokokken sind Keime, die auf Haut- und Schleimhäuten von Mensch und Tier häufig nachweisbar sind, ohne dass sie zu einer Erkrankung führen. Gleichwohl können Staphylokokken Krankheiten auslösen, wie z.B. Vereiterungen (Abszesse), Lungenentzündungen und Blutvergiftungen (Sepsis). Es handelt sich um sogenannt fakultativ pathogene (Krankheit erregende) Keime. Derartige Erkrankungen können dem Grunde nach u.a. antibiotisch sehr gut behandelt werden, z.B. durch Penicilline.

Durch langjährigen Einsatz von Antibiotika, insbesondere in der Humanmedizin, aber auch in der Tiermedizin, haben sich inzwischen hochresistente Keimstämme ausgebildet, die gegen eine Vielzahl von Antibiotika unempfindlich sind. Hauptproblemkeime sind u.a. MRSA, die bisweilen auch – wissenschaftlich nicht korrekt – als multiresistente Staphylokokken bezeichnet werden. Bei Tieren wurden MRSA erstmals 1972 nachgewiesen. Die Besiedlung von Tieren mit MRSA ist aufgrund des breiten Einsatzes von Antibiotika häufig. Sie liegt bei

⁴² USDA/HHS Response

⁴³ RKI, epidemiologisches Bulletin Nr. 36 vom 7.9.2007

⁴⁴ Bundesinstitut für Risikobewertung, 2009

Masthähnchen in einer Größenordnung von 25%.⁴⁵ Es wurden sowohl Tiere direkt untersucht,⁴⁵ ⁴⁶ als auch Abstriche aus Ställen entnommen.⁴⁵ Außerdem fanden sich im Jahr 2007 positive Nachweise im Hähnchenfleisch in etwa gleicher Größenordnung bei Untersuchungen der Holländischen Lebensmittelbehörde.⁴⁷

Eine Übertragbarkeit vom Tier auf den Menschen ist nachgewiesen.⁴⁸ Für eine solche Übertragung ist bereits ein kurzer Kontakt mit MRSA-besiedelten Tieren ausreichend.⁴⁹ Zwar sind die Keime in der weit überwiegenden Anzahl kurze Zeit später nicht mehr nachweisbar,⁴⁹ gleichwohl gibt es Menschen, die aufgrund spezifischer Eigenschaften Dauerträger werden.⁵⁰ Die Zahl der Dauerträger von Tier-MRSA schwankt je nach Exposition. Für Personen mit beruflicher Exposition zu Schweinen werden 23% angegeben⁵¹, bei Geflügelschlachthofmitarbeitern mit direktem Tierkontakt wird eine Rate von 5% genannt.⁵¹

Zur Vermeidung der Einschleppung von MRSA in Krankenhäuser werden vorbeugende Maßnahmen ergriffen. So werden entsprechende Risikopatienten, z.B. solche mit vorangegangener Antibiotikabehandlung, Patienten aus Altersheimen, Landwirte mit Tierhaltung, Tierärzte und Schlachter, bei planbaren Eingriffen vor Aufnahme auf das Vorhandensein von MRSA auf Haut und Schleimhaut untersucht und ggf. behandelt.

Die in Krankenhäusern nachweisbaren MRSA-Stämme sind allerdings mit genetischen Methoden von MRSA-Stämmen bei Tieren unterscheidbar. Krankenhaus-MRSA werden als HA-Stämme (hospital-acquired) bezeichnet und besitzen eine hohe Infektiosität im Vergleich zu Tier-MRSA, die als LA-Stämme (livestock-acquired) bezeichnet werden. Gleichwohl sind auch schwerwiegende Erkrankungen bis hin zum Tod durch Tier-MRSA belegt.⁵² ⁵³ ⁵⁴ ⁵⁵ Nach

⁴⁵ Dullweber, 2010

⁴⁶ Kawano, 1996

⁴⁷ zitiert n. Dullweber, 2010, S. 32 ff

⁴⁸ RKI-Homepage, 2011

http://www.rki.de/DE/Content/Institut/OrgEinheiten/Abt1/FG13/MRSA__Nutztiere.html

⁴⁹ Kluytmanns et. al., 2011

⁵⁰ Marjolein et al., 1999

⁵¹ zit. nach Dullweber, 2010, S. 21

⁵² Cuny und Witte, 2008

⁵³ EFSA, S. 41

⁵⁴ RKI, 2009, Untersuchungen zum Auftreten von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus (MRSA) bei Haus- und Nutztieren und ihre Übertragung auf den Menschen

http://www.rki.de/DE/Content/Institut/OrgEinheiten/Abt1/FG13/MRSA__Nutztiere.html

⁵⁵ Stellungnahme Nr. 014/2009 des Bundesinstitutes für Risikobewertung vom 15. März 2009

Angaben der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) weisen auch die typischen Tier-MRSA-Stämme (ST 398) eine breite Antibiotikaresistenz auf.⁵⁶

Das Gen, das für die Antibiotikaresistenz sowohl der Krankenhaus-MRSA wie auch der Tier-MRSA verantwortlich ist, wird als *mecA*-Gen bezeichnet und sitzt in einer Genkassette (**Staphylococcal Cassette Chromosome *mec* (SCC*mec*)**). Die eigentliche Problematik resultiert daraus, dass diese Genkassette nachweislich von einem auf den anderen Stamm übertragbar ist.⁵⁷ Aus diesem Grund stellen auch Tier-MRSA eine Gefahr für Krankenhauspatienten dar, sie können sich im Krankenhaus verbreiten⁵⁸, das Resistenzgen in das Krankenhaus einbringen⁵⁵ und damit Menschen vital gefährden.

MRSA führen im Vergleich zu den ursprünglichen Staphylokokken häufiger zu Erkrankungen.⁵⁹ Infektionen mit MRSA sind an vielen Stellen möglich, so z.B. an Herzklappen, Atmungsorganen, Haut und Weichteilen, Knochen und Gelenken, künstlichen Gelenken, chirurgischen Wunden, Druckgeschwüren, Gehirn und Harntrakt.⁶⁰ Zahlenmäßige Angaben zu im nationalen Referenzzentrum nachgewiesenen MRSA-Infektionen finden sich im epidemiologischen Bulletin des RKI. Hier wurden im Jahr 2008 nur in diesem Labor insgesamt 898 Erkrankungen bakteriologisch nachgewiesen und mit hochaufwendiger Analytik anhand der Erbsubstanz gentyptisiert.⁶¹

Als Folge der hohen Gefährdung wurde in Deutschland im Jahr 2009 eine Meldepflicht bei Nachweis von MRSA im Blut oder Hirnwasser (Liquor) eingeführt.⁶²

Die Problematik bei der Behandlung von Erkrankungen, die durch MRSA hervorgerufen werden, liegt darin, dass die verbliebenen Antibiotika nur noch bedingt wirksam sind, sodass schwerere Krankheitsbilder resultieren. WHITBY et al. zeigen anhand einer Metaanalyse von letztlich neun verwertbaren Untersuchungen eine Verdoppelung der Sterblichkeit bei Nachweis von Keimen im Blut, falls es sich dabei um MRSA und nicht um normal empfindliche

⁵⁶ EFSA, S. 24

⁵⁷ Lindsay und Holden, 2004

⁵⁸ Strommenger et al., 2007

⁵⁹ Kluytmans et al., 1997

⁶⁰ Wanes 2010 (Übersichtsarbeit)

⁶¹ RKI, Epidemiologisches Bulletin Nr. 17 vom 27. April 2009, Seite 157, Tabelle 3

⁶² LabMeldAnpV § 1 vom 26.5.2009 i.V.m. IfSG § 7

Staphylokokken handelte.⁶³ Die Sterblichkeit bei Nachweis von MRSA im Blut überstieg 30%.⁶³

Neben der antibiotischen Therapie ist die allgemeine Behandlung außerordentlich aufwendig. Es ist eine strikte Isolation der Erkrankten (Einzelzimmer, Pflege mit Extrakitteln, Mundschutz und Handschuhen, besondere Vorsichtsmaßnahmen bei Untersuchungen und Operationen mit nachfolgender Komplett desinfektion) erforderlich, um einer Übertragung auf andere Patienten zu begegnen. Insgesamt resultieren erhebliche Kosten, die mit durchschnittlich 10.000 – 17.000 €/Fall kalkuliert werden.⁶⁴ Das Robert-Koch-Institut (RKI) ist ein Bundesinstitut im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit mit der Kernaufgabe der Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten. Insgesamt werden vom RKI ca. 132.000 MRSA-Behandlungsfälle in deutschen Krankenhäusern für das Jahr 2008 berechnet.⁶⁵

Wissenschaftlich erwiesen ist, dass jährlich zahlreiche Todesfälle durch MRSA bedingt sind. Belastbare genauere Daten für Deutschland werden nach Auswertung der Meldungen aufgrund der neu eingeführten Meldepflicht verfügbar sein.

Zusammenfassend stellt die Besiedlung des Menschen mit MRSA eine deutliche Risikoerhöhung für die Entwicklung entsprechender Krankheiten dar. Diese Erkrankungen sind schwerwiegend, die Behandlung ist hoch problematisch. Neben der medizinischen Problematik resultiert ein erheblicher ökonomischer Aufwand durch MRSA.

⁶³ Whitby et. al., 2001

⁶⁴ <http://www.mrsa-net.org/DE/faq.html#8>

⁶⁵ RKI, 2010

Bewertung der Analyse im Hinblick auf den geplanten Bau des Maststalles in der Westermarsch

Die angeführten Untersuchungen von SCHULZ et al. sind auf den geplanten Stall in der Westermarsch voll übertragbar

- Es handelte sich, wie hier vorliegend geplant, ebenfalls um einen zwangsbelüfteten Masthähnchenstall vergleichbarer Größenordnung.
- Der untersuchte Stall befand sich im Landkreis Aurich, somit küstennah, und ist daher mit dem geplanten Standort auch unter meteorologischen Gesichtspunkten vergleichbar.
- In einem Umkreis von 500 m wurden erhebliche Bioaerosol-Immissionen nachgewiesen.
- Bei der hier geplanten Lage des Maststalles reichen die Immissionen sowohl in das Weltnaturerbe Wattenmeer wie auch in das Vogelschutzgebiet (EU-Kennzahlen DE2210-401, 2306-301, DE2408-401).
- Damit besteht die Möglichkeit der Kontamination von Zugvögeln mit daraus resultierender überregionaler Verbreitung von Krankheitserregern.
- Hierdurch werden auch ökologische Aspekte tangiert, die allerdings nicht Gegenstand dieser Analyse sind.

Zusammenfassung

Im Einzelnen führt die Analyse zu folgenden Ergebnissen:

- Der Zustand von Normalluft ist definiert in der Richtlinie 2008/50/EG des europäischen Parlamentes. Durchschnittswerte unbelasteter Luft für Keimzahlen, Bioaerosole und Endotoxine in der Normalluft wurden in den zitierten Untersuchungen gemessen und sind entsprechend dokumentiert.
- In der Stallluft von Hähnchenmastanlagen liegt eine massive Konzentration von Bioaerosolen, Biotoxinen und Keimen vor. Diese werden, abhängig von meteorologischen Einflüssen wie Windrichtung und Windgeschwindigkeit, mehr als 500 Meter außerhalb des Maststalles verbreitet.
- Biotoxine werden mit ausgebrachtem Kot großflächig verteilt und stellen wegen ihres langen Überdauerns in der Umgebung eine erhebliche Gefahr für die Entwicklung von Atemwegserkrankungen dar. Sie sind eine noch größere Gefahr für bereits an Atemwegserkrankungen leidende Menschen.
- Keime, die zum Teil antibiotikaresistent sind, werden beim Transport der gemästeten Tiere in die Umgebung freigesetzt und können dort krankheitsauslösend wirken.
- Die Gesundheitsgefährdung für in der Nähe von Mastanlagen lebende Menschen ergibt sich aus vorliegenden epidemiologischen Studien. Gleiches gilt für landwirtschaftliches Personal in der Intensivtierhaltung.
- Der Antibiotikaverbrauch in der Intensivtierhaltung ist in den vergangenen Jahren gestiegen mit der Folge einer humanmedizinisch hochproblematischen Resistenzentwicklung bei Bakterien, insbesondere MRSA.

Gefahr ist eine Situation, die zu einer negativen Auswirkung führen kann. In der Gesamtschau der wissenschaftlichen Erkenntnisse führt die geplante Errichtung eines Intensivtierhaltungsstalles für Masthähnchen zu einer gesundheitlichen Gefährdung der Bevölkerung. Die Darstellungen des Leiters des Gesundheitsamtes sind mit dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand nicht vereinbar, die gesundheitliche Gefährdung wird deutlich unterschätzt.

Literaturverzeichnis

Aarestrup, F. M., H. C. Wegener; (1999): The effects of antibiotic usage in food animals on the development of antimicrobial resistance of importance for humans in *Campylobacter* and *Escherichia coli*; *Microbes and infection*, Vol. 1, 1999, 639-644.

BfR, Bundesinstitut für Risikobewertung; (2009): Grundlagenstudie zum Vorkommen von *Campylobacter* spp. und *Salmonella* spp. in Schlachtkörpern von Masthähnchen; Stellungnahme Nr. 010/2010 des BfR vom 16.7.2009

Broer, L.; (2006): LUFA Nord-West, Institut für Boden und Umwelt, Jägerstraße 23-27, 26121 Oldenburg, Projekt-Nr. 160506-554 2

De Boer, E., J. T. Zwartkruis-Nahuis, B. Wit, X.W. Huiltdens, A. J. D, Neeling, T. Bosch, R. A. Van Oosterom, A. Vila u. A. E. Heuvelink; (2009): Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in meat; *Int. J. Food Microbiol.* 134, 52-56

Cuny, C., W. Witte; (2008): Ist die Verbreitung methicillinresistenter *S. aureus* (MRSA) bei Mastschweinen für den Menschen von Bedeutung?; *MMW-Fortschritte der Medizin Originalien* Nr. II/2008 (150. Jg.), S. 65–67

Dullweber, A.; (2010): Untersuchungen zum Vorkommen von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Geflügelmastbeständen; DVG Service GmbH, ISBN 978-3-941703-98-8

http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/dullwebera_ws10.pdf

Eckhardt, K.; (2008): Charakterisierung der endotoxinbedingten proinflammatorischen Aktivität von Bioaerosolen aus Tierställen; Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin an der freien Universität Berlin, Berlin 2008

EFSA, European Food Safety Authority; (2009): Assessment of the Public Health significance of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in animals and foods; *EFSA Journal* (2009) 993, 1-73

Focke, H.; (2010); Die Natur schlägt zurück, Antibiotikamißbrauch in der intensiven Nutztierhaltung und Auswirkungen auf Mensch; Tier und Umwelt. Berlin 2010.

Hahn, H., D. Falke, S.H.E. Kaufmann, U. Ullmann; (2001): *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*; Springer Verlag 2001

Hamscher, G., S. Scesny, H. Höper und H. Nau; (2002): Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by high-performance liquid chromatography with electrospray ionisation tandem mass spectrometry; *Anal. Chem.* 2002, 74, 1509-1518

Hamscher, G., H.T. Pawelzick, S. Scesny, H. Nau, J. Hartung, (2003): Antibiotics in dust originating from a pig-fattening farm: A new source of health hazard for farmers; *Environmental health perspectives* 111, 2003, 1590-1594

Hartung, J., J. Seedorf; (1999): Orientierende Endotoxinmessungen in der Außenluft; *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 106, 1999, 522-525.

Heller, D., B. Köllner, (2007): Bioaerosole im Umfeld von Tierhaltungsanlagen – Untersuchungsergebnisse aus Nordrhein-Westfalen; Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Leibnitzstr. 10, 45659 Recklinghausen

Hirst, J.M.; (1995): Bioaerosols: Introduction, Retrospect and Prospect; in *Bioaerosols Handbook*, Ed. By COX, Lewis Publishers, Boca Raton, London, Tokyo 1995, 5-14.

Hoopmann, M., O. Hehl, F. Neisel; (2004): Teilprojekt B „AABEL – Atemwegserkrankungen und Allergien bei Einschulungskindern in einer ländlichen Region“ (Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Hannover 2004)

<http://www.nlga.niedersachsen.de/download/12095>

Hoopmann, M., M. Csicsaky, A. Schulze, O. Hehl, G. Praml, D. Nowak, K. Radon; (2005): Gesundheitliche Bewertung von Bioaerosolen aus der Intensivtierhaltung in Niedersachsen; UMID 4/2005

Kawano, J., A. Shimzu, Y. Saitoh, M. Yagi, T. Saito, R. Okamoto; (1996): Isolation of methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci from chickens; *J. Clin. Microbiol.* 34, 2072-2077

Kluytmans, J., A. van Belkum, H. Verbrugh; (1997): Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanism, and associated risks; *Clin. Microbiol.* 33, 1122-1128

Kluytmans, J., B. van Cleef, H. Graveland, A. Haenen, A. van de Giessen, D. Heederik, J. Wagenaar; (2011): Persistence of livestock-associated MRSA after short term occupational exposure to pigs and veal calves; *J. Clin. Microbiol.* (2011), doi:10.1128/JCM.00493-10

Köllner, B., D. Heller; (2005): Bioaerosole aus Tierhaltungsanlagen; www.lanuv.nrw.de/gesundheits/pdf/02-05-05_KoellnerHeller2005.pdf

Lindsay, J., A., M.T. Holden; (2004): *Staphylococcus aureus*: superbug, super genome?; *Trends Microbiol* 12 (8), 378-385

Marjolein F., Q. vandenBergh, E. P. F. Yzerman,† A. van Belkum, H. A. M. Boelens, M. Sijmons, H. A. Verbrugh; (1999): Follow-Up of *Staphylococcus aureus* Nasal Carriage after 8 Years: Redefining the Persistent Carrier State; *Journal of Clinical Microbiology*, October 1999, p. 3133-3140, Vol. 37, No. 10

Mücke, W., C. Lemmen; (2008): Bioaerosole und Gesundheit. Wirkungen biologischer Luftinhaltsstoffe und praktische Konsequenzen; *ecomed* 2008.

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit; (2010):
Tierschutz – Aktuelle Probleme in der Haltung von Masthühnern;
http://www.laves.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=20137&article_id=90919&psmand=23

Radon, K., A. Schulze, R. van Strien, V. Ehrenstein, J. Eckart, H. Entorf, A. Kühnlein, F. Bongardt, C. Janssen, A. Peters, G. Praml, D. Nowak; (2004): „NiLS – Atemwegsgesundheit und Allergiestatus bei jungen Erwachsenen in ländlichen Regionen Niedersachsens – Niedersächsische Lungenstudie“; Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2004.

Radon K, B. Danuser, M. Iversen, E. Monso, C. Weber, J. Hartung, K. Donham, U. Palmgren, D. Nowak; (2002): Air contaminants in different european farming environments; Ann. Agric. Environ. Med. 2002,9,41-48

Richtlinie 2008/50/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa;
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:DE:PDF>

RKI; (2007): Epidemiologisches Bulletin Nr. 36 vom 7.9.2007

RKI; (2009): Epidemiologisches Bulletin Nr. 17 vom 27.4.2009

RKI; (2009): Untersuchungen zum Auftreten von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus (MRSA) bei Haus- und Nutztieren und ihre Übertragung auf den Menschen
http://www.rki.de/DE/Content/Institut/OrgEinheiten/Abt1/FG13/MRSA__Nutztiere.html

RKI; (2010): Epidemiologisches Bulletin Nr. 36 vom 13.9.2010

Rule, A. M., S. L. Evans, E. K. Silbergeld; (2008): Food animal transport: A potential source of community exposures to health hazards from industrial farming; Journal of infection and public health 2008, 1, 33-39

Saleh, M.; (2006): Untersuchungen zur Luftqualität in verschiedenen Systemen der Geflügelhaltung mit besonderer Berücksichtigung von Staub und Luftkeimen; PhD-These zur Erlangung des Grades eines Doctor of philosophy, Hannover 2006

Schulz, J., J. Seedorf, H.I. Formosa, J. Hartung, A. Schütz, R. Baumert, M. Slaby, M. Sember, K. Pavanetto – Born; (2005): Gesundheitliche Bewertung von Bioaerosolen aus Anlagen in der Tierintensivhaltung, Teilprojekt A Erfassung und Modellierung der Bioaerosolbelastung im Umfeld von Geflügelställen – Abschlussbericht; Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Hannover

Strommenger, B., W. Witte, C. Stanek, C. Cuny; (2007): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus ST398 in humans and animals, Central Europe; Emerg Infect Dis. 2007 Feb;13(2):255-8.

Takai H., S. Pedersen, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung; J. Seedorf, M. Schroder, K.H. Linkert, C.M. Wathes; (1998): Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in northern Europe; *Journal of agricultural engineering research*, Vol 70, May 1998, 59-77

USDA/HHS, US Department of Agriculture/ Department of Health and Human Services, Response to the house and senate reports; (2000): Agriculture, rural development, Food and drug administration, and related agencies: Antibiotic resistance in livestock; Appropriations Bill, 2000

Waness A., (2010): Revisiting methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections; *J Global Infect Dis* 2010;2:49-56

Whitby M., M.L. McLaws, G. Berry; (2001): Risk of death from methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteraemia: a meta-analysis; *Med J Aust.* 2001 Sep 3;175(5):264-7.

Wilke M.H., C. Fink, A. Maerz, A. Resch; (2007): Kosten von MRSA und ihre Abbildung im G-DRG – System, Eine multizentrische Analyse; Innovationskongress der Deutschen Hochschulmedizin

Zhao, S., D.G. White, S.L. Friedman, A. Glen, K. Blickenstaff, S.L. Ayers, J.W. Abbott, E. Hall-Robinson, P.F. McDermott; (2008): Antimicrobials resistance in *Salmonella enteric* serovar Heidelberg isolates from retail meats, including poultry, from 2002 to 2006; *Appl. Environ. Microbiol.* 74 (21) 2008, 6656-6662

Zucker, B.A und W. Müller; (2000): Investigations on airborne microorganisms in animal stables. 3: Relationship between inhalable endotoxin, inhalable dust and airborne bacteria in a hen house, *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 2000, 113, 279-83

Zucker, B.A und W. Müller; (2004): Airborne microorganisms in animal stables: stability of endotoxins in the environment; *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 2004, 117, 6-11

Danksagung

Die Autoren danken allen Personen, die am Zustandekommen der vorliegenden Untersuchung mitgewirkt haben.

Insbesondere bedanken wir uns bei

- Sabine Fein-Zobel
- Onno K. Gent
- Sabine Conring
- Petra und Winfried Baak

für ihre unermüdlichen Literatur- und Internetrecherchen.

Glossar der Fachausdrücke

- aerobe Bakterien Bakterien, die zu ihrer Vermehrung Sauerstoff benötigen
- Akkumulation Anhäufung, Anreicherung
- BfR Bundesinstitut für Risikobewertung
- Chemotherapeutikum Arzneimittel, hier synonym für Antibiotika
- Emission Abgabe von Stoffen an die Umgebung
- EFSA Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
- Enterobakterien Bakterien, die Teil der Darmflora von Menschen und Tieren sind

- Enterokokken spezielle Art der Darmbakterien
- Epidemiologie Lehre von der Häufigkeit und Verbreitung von Krankheiten
- Exposition Gesamtheit der äußeren Bedingungen bzw. Belastungsfaktoren, denen ein Organismus ausgesetzt ist.

- Gentyplisierung Klassifizierung anhand des Erbmaterials
- Humanbereich auf den Menschen bezogen
- Immission Einwirkung von emittierten Stoffen, Strahlung, Geräuschen und Erschütterungen auf Menschen, Tiere und Sachen

- KBE koloniebildende Einheiten, vermehrungsfähige Bakterien
- kontaminiert verunreinigt
- MRSA Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
- Multiresistenz hier: Resistenz gegen viele Antibiotikaklassen
- pädiatrisch kinderheilkundlich
- pathogen krankheitserregend, krankmachend
- Persistenz Verbleiben
- Population „Bevölkerung“, eine Gruppe von Individuen einer Art
- Prävalenz Zahl der Erkrankten zu einem bestimmten Zeitpunkt
- protektiv schützend
- Resistenz Widerstandsfähigkeit
- RKI Robert-Koch-Institut
- Staphylokokken unbewegliche, rundliche, weintraubenähnlich angeordnete, nicht sporenbildende Bakterien

- Tenazität Überlebensfähigkeit an der Umwelt
- Toxizität Giftigkeit
- Veterinärmedizin Tierheilkunde