



# Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosolen aus Tierhaltungsbetrieben

ÖGD-Tagung, Essen 26.5.2011

Dipl.-Ökol. Dirk Heller



# Überblick

- **Definition Bioaerosole**
- **Gesundheitsrelevante Mikroorganismen**
- **Bioaerosolbedingte Erkrankungen**
- **Erkenntnisse aus umweltepidemiologischen Studien**
- **Umweltmedizinische Bewertung**
- **Zusammenfassung**

# Definition Bioaerosole

Luftgetragene Teilchen biologischer Herkunft  
(DIN EN 13098)

Alle im Luftraum befindlichen Ansammlungen von Partikeln, denen Pilze (Sporen, Konidien, Hyphenbruchstücke), Bakterien, Viren und/oder Pollen sowie deren Zellwandbestandteile und Stoffwechselprodukte (z. B. Endotoxine, Mykotoxine) anhaften bzw. diese beinhalten oder bilden (VDI 4253 Blatt 2).

- Kultivierbare Mikroorganismen [KBE/m<sup>3</sup>]  
und
- nicht kultivierbare Mikroorganismen

# Gesundheitsrelevante Mikroorganismen (1)

- Bakterien
  - Gesamtbakterienzahl (37 °C)
  - Gattungen Streptococcus, Staphylococcus, Salmonella
  - Thermophile Actinomyceten
- Pilze
  - Gesamtpilzzahl (25 °C), Thermophile Pilze (45 °C)
  - Gattung Aspergillus, *Aspergillus fumigatus*
- MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds)
  - durch Schimmelpilze erzeugte flüchtige organische Verbindungen
  - z. B.: Dimethylsulfid

# Gesundheitsrelevante Mikroorganismen (2)

- Endotoxine (EU/m<sup>3</sup>)  
Abgestorbene Zellwandbestandteile gramnegativer Bakterien
  - Mykotoxine
    - Stoffwechselprodukte der Schimmelpilze
    - z. B. *Aspergillus flavus* → Aflatoxin
  - Gesamtzellzahl
    - kultivierbare und nicht kultivierbare Mikroorganismen (Zellen/m<sup>3</sup>)
    - keine Unterscheidung zwischen lebenden und abgestorbenen Mikroorganismen
- VDI-RL 4251 BI.1, 4250 BI. 1 E:  
**Tabelle „Übersicht Anlagenarten und Messparameter“**

# Bioaerosolbedingte Erkrankungen (1)

## - Infektionen -

- v. a. Invasive Aspergillose, Aspergillom
- Prädisposition: verminderte Immunabwehr
- fakultativ pathogene Schimmelpilze  
*z. B. Aspergillus fumigatus, A. flavus, A. niger*

# Bioaerosolbedingte Erkrankungen (2)

## - Allergien -

- Typ I-Allergie (IgE-vermittelt)
  - Allergen: insb. Schimmelpilze
  - Allergische Rhinitis, allerg. Konjunktivitis, allerg. Asthma bronchiale
  - Exogen-allergische bronchopulmonale Aspergillose (IgE und IgG)
- Typ III-Allergie (IgG-vermittelt)
  - Exogen Allergische Alveolitis (EAA)
    - Allergene: Schimmelpilze, Aktinomycceten u. a. m.
    - Symptome: Husten, Atemnot, Fieber, Schüttelfrost, Gewichtsverlust, Abgeschlagenheit, irreversible, entzündliche Infiltrationen des Lungengewebes

# Bioaerosolbedingte Erkrankungen (3)

## - Toxische Wirkungen -

- COPD, Bronchitis
- Mucous Membrane Irritation Syndrome (MMIS)
  - Schimmelpilze, Bakterien und ihre Zellwandbestandteile u. Stoffwechselprodukte (z. B. Endotoxine)
  - Entzündungen der Schleimhäute der oberen Atemwege, Augen, Haut
- Organic Dust Toxic Syndrome (ODTS)
  - Mykotoxine, Endotoxine
  - toxische Alveolitis, Toxinfieber; z. B. Drescherfieber
  - Akute Effekte: Fieber, grippeartige Zustände, Erschöpfung

# Epidemiologische Studien mit berufs- bedingter Belastung

- ArbeitnehmerInnen im Vergleich zu Allgemeinbevölkerung gut untersucht
- Erkenntnisse nicht direkt auf Allgemeinbevölkerung übertragbar
- Bei Landwirten beobachtet:
  - Bronchitis, chronisch obstruktive Atemwegserkrankungen
  - bei hohen Konzentrationen: ODTS, EAA
- Bei Arbeitern in Abfallwirtschaft beobachtet:
  - MMIS, ODTS
  - Verschlechterung der Lungenfunktion, Hauterkrankungen
  - z. T. stark erhöhte spezifische Antikörper gegen Actinomyceten

# Umweltepидemiologische Studien (1)

## Umweltmedizinische Relevanz von Emissionen aus Kompostierungsanlagen für die Anwohner (Eikmann et al. 1999, 2003, Herr et al. 2004)

- Bei Anwohnern von drei Kompostierungsanlagen signifikant vermehrt Symptome (Atemwege, Haut und Augen) festgestellt
- Keine Symptome nachweisbar bei Kontrolle 3 Jahre nach Betriebseinstellung (Ausnahmen: Augenbrennen, unspez. Beschwerden)
- Allergien und Infektionen traten nicht häufiger auf
- beobachtete Atemwegsbeschwerden können im Sinne einer MMIS interpretiert werden

# Umweltepidemiologische Studien (2)

## MORBUS-Projekt, Niedersachsen (Schlaud et al. 1998)

- asthmakranke Kinder aus belasteten Gebieten: jünger u. häufigere Arztkontakte als Kinder aus unbelasteten Gebieten
- Zusammenhang nicht herstellbar

## Niedersächsische Lungenstudie NiLS (Radon et al. 2004)

- Assoziation zwischen Exposition von jungen Erwachsenen ohne beruflichen und privaten Kontakt zur Landwirtschaft gegenüber einer sehr hohen Anzahl von Betrieben (12 Ställe in einem Radius von 500 m) und Einschränkung der Lungenfunktion
- Hinweis auf chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
- Häufigkeit für allergische Erkrankungen für Gesamtkollektiv niedriger als Häufigkeit in der städt. Bevölkerung

# Umweltepidemiologische Studien (3)

## AABEL-Studie Niedersachsen (Atemwegserkrankungen und Allergien bei Einschulungskindern in einer ländlichen Region) (Hoopmann et al. 2004)

- insgesamt eher geringe gesundheitliche Effekte im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber Bioaerosolen aus Tierställen
- Tendenzaussage: bei familiär prädisponierten Kindern gehäuftes Auftreten von asthmatischen Symptomen mit steigender Exposition
- Effekte aber nicht eindeutig einem Bioaerosol zuzuordnen
- bei zunehmender Exposition gegenüber Bioaerosolen aus Ställen geringere Wahrscheinlichkeit der Sensibilisierung gegenüber Inhalationsallergenen

# Umweltepide miologische Studien (4)

## Zusammenfassung US-amerikanische Studien:

*Thu et al. (1997), Keller und Ball (2000), Wing und Wolf (2000), Merchant et al. (2006), Mirabelli et al. (2006), Sigurdarson und Kline (2006), Schinasi et al. (2011).*

→ bei Anwohnern im Umfeld von Tierställen *erhöhte Häufigkeit von*

- Diarrhoe und Atemwegssymptomen (z. B. Wheezing)
- Halsschmerzen, Engegefühl Brust, Übelkeit (Endotoxine)
- ärztlich diagnostiziertem Asthma
- geringere Häufigkeit von Atopien und Allergien
- Studien teilweise ohne Expositionsabschätzung

# Umweltepide miologische Studien (5)

## Fazit

- Geringe Anzahl an umweltepide miologischen Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen durch Bioaerosole auf Anwohner
- Wenige statistisch signifikante Assoziationen zwischen Exposition gegenüber Bioaerosolen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen
- Vorliegende Befunde deuten darauf hin, dass bei erhöhter Empfindlichkeit bzw. einer ungewöhnlich hohen Exposition die Schwelle zu nachteiligen Effekten überschritten wird.

# Bioaerosol-Konzentrationen und gesundheitliche Beschwerden (BMU 2004)

Krankheitsbild	Auslösende Schimmelpilz-Konzentration [KBE/m <sup>3</sup> ]
MMI	$> 10^3$
ODTS	$10^6$ bis $10^9$
Allergische Reaktionen bei sensibilisierten Personen	$> 10^2$

# Umweltmedizinische Bewertung (1)

- Bioaerosole sind komplexes u. heterogenes Gemisch
- Gesundheitliche Wirkung abhängig von Menge und Art der Bioaerosole sowie Expositionsdauer
- Exposition nicht nur am Wohnort sondern auch am Arbeitsplatz
- Immunsystem des individuellen Wirtes hat entscheidenden Stellenwert für das gesundheitliche Risiko (bei Allergien und Infektionen)  
(bei chemischen Substanzen ist dieser Aspekt i. d. R. von untergeordneter Bedeutung)
- Erkrankungsmöglichkeit abhängig von spezieller Disposition, Vorschädigung, Immunstatus und Exposition der betroffenen Personen

# Umweltmedizinische Bewertung (2)

- Gesundheitsschädigende Wirkungen durch Bioaerosole bekannt (Infektionen, Allergien, toxische Effekte)
- Bei empfindlichen Personen können gesundheitliche Beeinträchtigungen, bereits bei Konzentrationen wie sie üblicherweise in der Umwelt vorkommen, auftreten.
- Bedeutsamer Anteil von „empfindlichen Personen“ an Gesamtbevölkerung
- Assoziationen zwischen Exposition der Anwohner gegenüber Bioaerosolen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen
- ursächlicher Zusammenhang zwischen Erkrankungsrisiko von Anwohnern und einzelnen Bioaerosolen sowie deren Konzentrationen bislang *nicht abschließend* zu belegen (vgl. Hill-Kriterien)

# Umweltmedizinische Bewertung (3)

- Etablierung einer Dosis-Wirkungs-Beziehung für einzelne Bioaerosole (bislang) nicht möglich
- Kein Beurteilungswert vorhanden, der anhand von Erkenntnissen aus toxikologischen u. umweltepidemiologischen Studien abgeleitet wurde
- Wissenschaftliche Ableitung einer Wirkungsschwelle wird auf absehbare Zeit nicht möglich sein
- Das Fehlen von Bewertungsmaßstäben wie Grenzwerte zum Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit darf nicht dazu führen, dass erhöhte Bioaerosol-Immissionen generell als unproblematisch angesehen werden

# Umweltmedizinische Bewertung (4)

- Vorliegende Beiträge zur Bewertungsproblematik (z.B. Eikmann et al. 2006)
  - Orientierung an Hintergrundkonzentration
  - vgl. Bewertung Innenraumluft: Schimmelpilzleitfaden UBA, WHO Guidelines Dampness and mould*
- gegenüber HG erhöhte Immission  $\triangleq$  erhöhte Exposition
- erhöhte Exposition  $\triangleq$  zusätzliches Risiko
  - Assoziation zwischen Exposition der Anwohner und einem erhöhten Erkrankungsrisiko
  - Risikoerhöhung aber nicht gesichert quantifizierbar
- Berücksichtigung von empfindlichen Personengruppen (z. B. Immungeschwächte)

# Umweltmedizinische Bewertung (5)

- gegenüber HG-Konzentration erhöhte IK  
→ umweltmedizinisch unerwünscht (Besorgnispotenzial)
- Verringerung erhöhter Bioaerosol-Konzentrationen  
→ Vorsorge vor vermeidbaren Belastungen (keine Gefahrenabwehr)
- Vorsorge: Risikominimierung bereits dann, wenn Risiken noch nicht abschließend quantifizierbar und ursächliche Zusammenhänge nicht hinreichend bekannt sind
- siehe auch VDI RL 4250 Blatt 1 E „Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen“ (Gründruck 11.2009)

# VDI-Richtlinien (Auswahl)

- VDI 4255 Bl. 1 "Bioaerosole und biologische Agenzien, Emissionsquellen und Minderungsmaßnahmen – Übersicht", 10.2005
- VDI 4255 Bl. 2 „Emissionsquellen und –minderungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung – Übersicht“, 12.2009
- VDI 4251 Bl.1 „Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft, Planung von anlagenbezogenen Immissionsmessungen, Fahnenmessung“, 2.2007
- **VDI 4250 Bl. 1 Entwurf (Gründruck): „Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen“, 11.2009**

# MKULNV-Erlasse

- Erlass des MUNLV NRW zur Umsetzung der TA Luft bei Kompostierungsanlagen vom 31. Mai 2005

*„Grundsätzlich soll mit den Emissionsminderungsmaßnahmen die Hintergrundkonzentration in den relevanten Beurteilungsgebieten erreicht werden.“*

- MUNLV-Erlass 15.12.2009: Immissionsschutz - Anwendung der TA Luft bei Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Tieren gem. Nr. 7.1 des Anhangs der 4. BImSchV

*Hinweis auf Veröffentlichung VDI-Richtlinie 4250 Bl. 1 (Gründruck November 2009)*

- MUNLV-Erlass 12.5.2010 mit Bezug auf Erlass vom 15.12.2009:

*„RL-Entwurf VDI 4250 Bl. 1 ist nicht geeignet, als Erkenntnisquelle in Genehmigungsverfahren oder in der Überwachung relevanter Anlagen herangezogen zu werden. Dies gilt insb. für die im RL-Entwurf gemachten immissionsschutzrechtlichen Folgerungen.“*

# Zusammenfassung

- Bioaerosole können gesundheitliche Wirkungen verursachen
- Kein Wirkschwellenwert vorhanden
- Reichweite Bioaerosole aus Tierhaltungsanlagen: mehrere hundert Meter
- Grenzwert zum Schutz vor Gefahren für die Bevölkerung fehlt
- Bewertungsmöglichkeit:  
Immissionskonzentration sollte HG-Konzentration nicht überschreiten  
(Vorsorge, kein Bezug zu Gefahrenabwehr)

---

*Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !*

