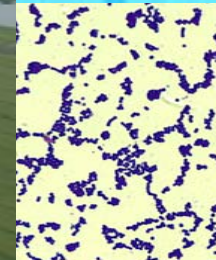
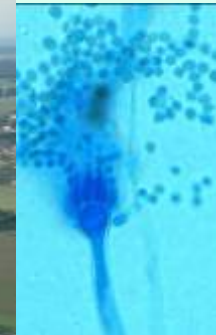
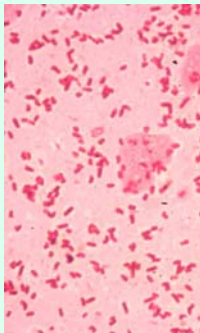


# Bioaerosole im Umfeld von Tierhaltungsanlagen

Dr. Evelin Ullrich LfULG Köllitsch



- **Definitionen:**

  - **Staub, Mikroorganismen, Bioaerosole & Endotoxine**

- **Aufnahme, Transport u. Ablagerung in den Atmungsorganen.**

- **Die Quellen**

- **Das Gleichgewicht ist wichtig.**

- **Die Dosis macht das Gift.**

  - **Bioaerosole in Tierställen von verschiedenen Faktoren abhängig.**

  - **Wirkungen an Tier und Mensch im Stall**

- **Ausbreitung von Bioaerosolen in der Stallumgebung**

- **Emissionsminimierung in der Tierhaltung**

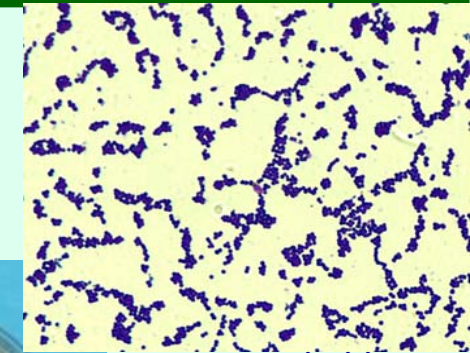
- **Zusammenfassung und Ausblick**

Die Luft in Tierställen enthält Gase

z.B. Ammoniak, Kohlendioxid, Staubpartikel und Mikroorganismen wie Bakterien, Viren und Pilze wie zum Beispiel:

Fotos E. Ullrich Köllitsch

*Aspergillus spp.*



Streptokokken

Mykotoxine



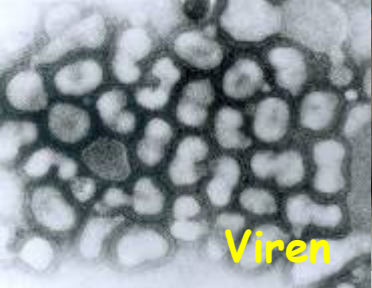
*Penicillium spp.*



Staphylokokken



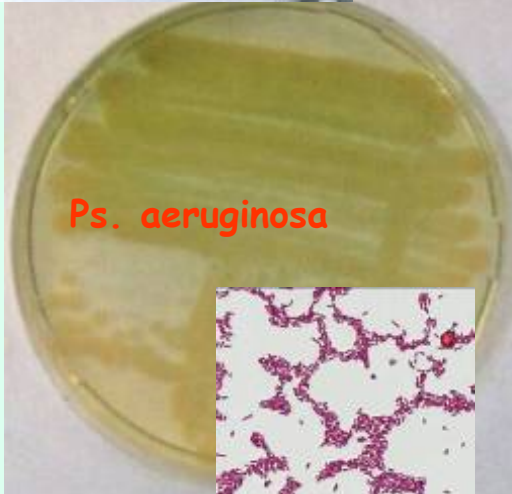
Haare  
Hautschuppen



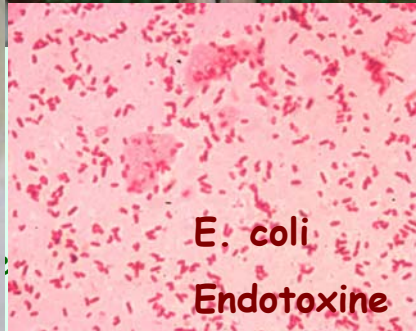
Viren



Foto B. Bergel Köllitsch



*Ps. aeruginosa*



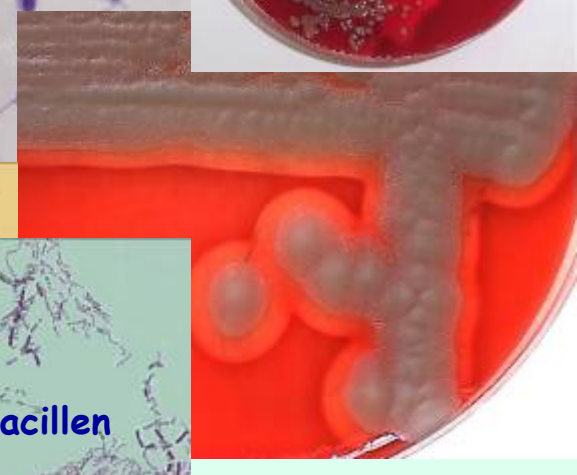
*E. coli*  
Endotoxine



Clostridien



Bacillen



# Definition Aerosol - Bioaerosol

## Mikroorganismen

### Aerosole

Mehrphasige Systeme von Gasen insbes. Luft und darin dispers verteilten partikelförmigen Feststoffe oder Flüssigkeiten.

(nach DFG 2006)



**Staub**  
**organisch**  
Bestandteile  
von Tieren,  
Pflanzen  
**anorganisch**



**Staub**  
**Inhaltsstoffe**  
z.B. Endotoxin  
Gase, NH<sub>3</sub>  
Antibiotika-  
rückstände



**Mikroorganismen**  
z.B. Bakterien,  
Pilze

### Bioaerosole

Partikel mit biologischer Aktivität und dem Potential zur Auslösung einer:

**Infektion**

**Allergie**

**Vergiftung**

oder

**Pharmakologischer Wirkung.**

Partikelgröße 0,5 - 100µm

(nach Hirst 1995)

Bioaerosole Richtlinie (VDI 4252  
Blatt 3, DIN EN 13098)

Staub-  
partikel

“Stallstaub ist von organischer Natur”

- Schweinestallstaub bis 25 % Rohprotein
- Legehennenstallstaub bis 50 % Rohprotein

Staub-  
inhalts-  
stoffe

“Staub kann allergisch und toxisch-pharmakologisch wirken”

- Endotoxine, Mykotoxine,  $\beta$ -1,3-Glukane, biogene Amine, Antibiotika u.v.m.

Mikro-  
organismen

“Staub kann Träger infektiöser Noxen sein”

- Viren, Bakterien, Pilze und Hefen, Protozoen, Milben

# Definition Staub

Die Abkürzung PM steht für englisch „particulate matter“, was mit „festen Staubpartikeln“ übersetzt werden kann.

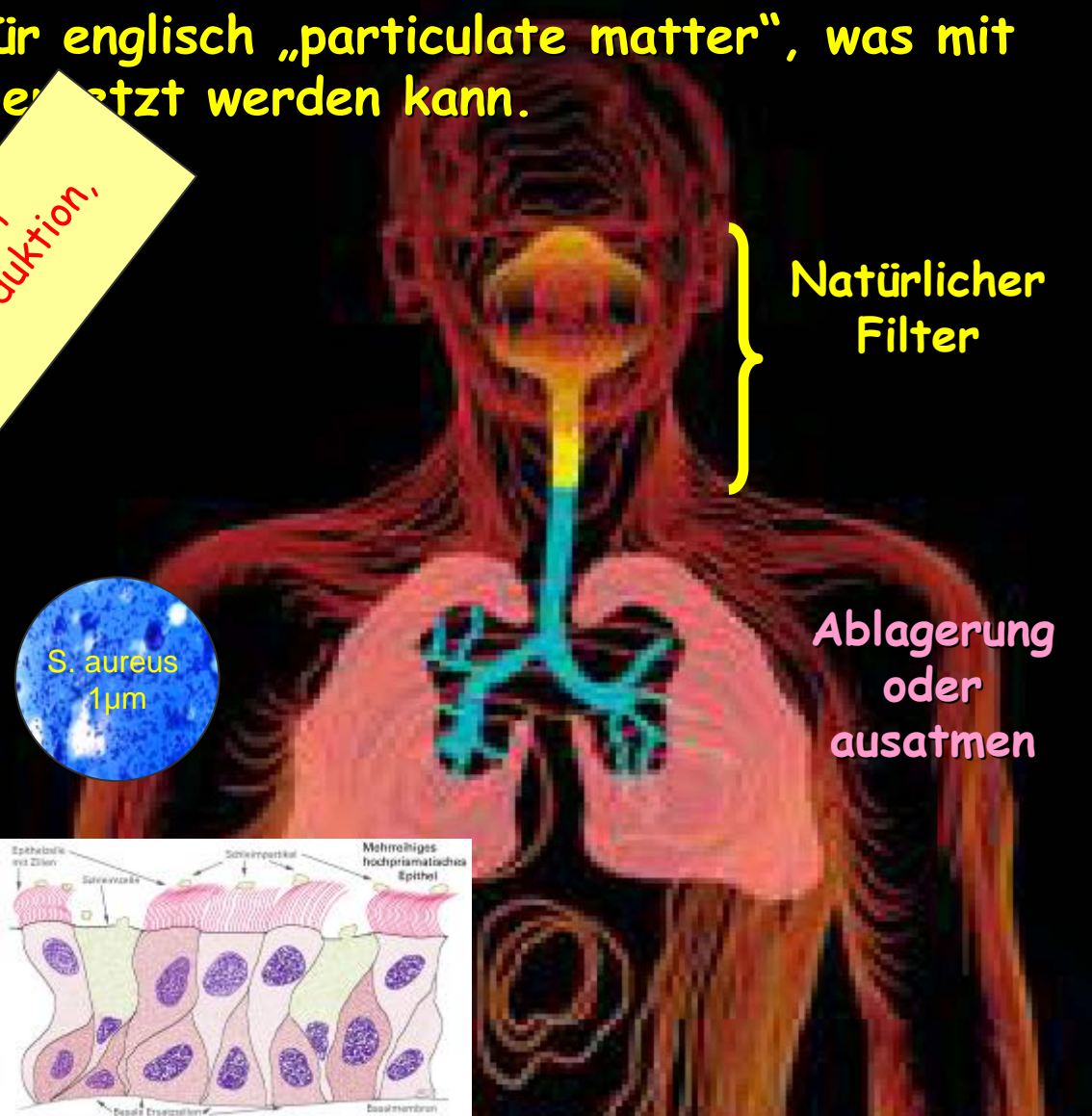
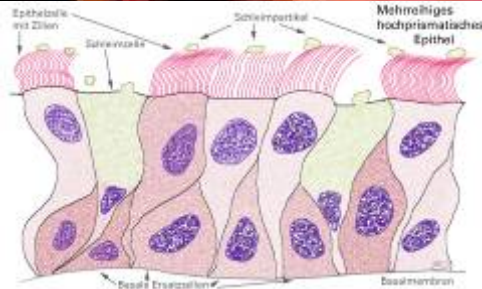
**PM 100** einatembare  
Staubfraktion  
Partikel ab 20µm

**PM 10** Feinstaub  
aerodynamischer  
Durchmesser  
µm

**PM 2.5**  
Alveolarmakrophagen  
Schleimhäute  
großen Bronchien  
Wasser von 2,5



**PM10- Staubfraktion hat die meisten Effekte auf Alveolarmakrophagen + Induktion der Zytokinproduktion. PM 2.5 nur sehr geringe Reaktion!**



Natürlicher Filter

Ablagerung oder ausatmen

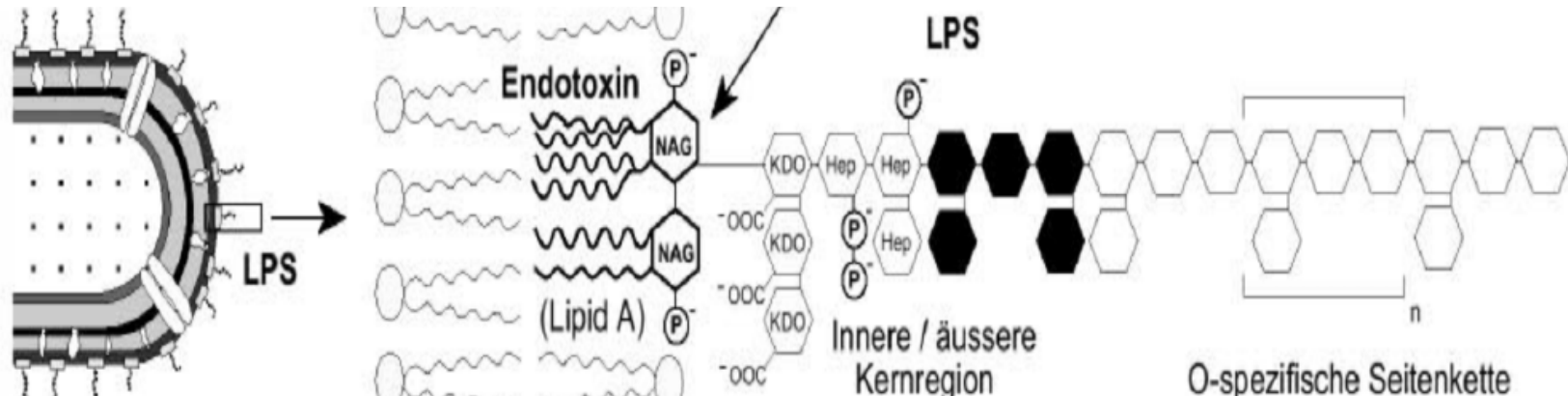
# Definition Endotoxin

**Organische Stäube** oder **Bioaerosolen** können eine Rolle als **Verursacher** für verschiedene **Atemwegserkrankungen** bei **Landwirten + aufgestallten Tieren**.

Besonders den **Endotoxinen** wird hierbei eine große Bedeutung beigemessen,

**Endotoxine**: Zellwandbestandteil gramnegativer Bakterien

**Wirkung** beeinflusst: **Zeitdauer** und **Dosis der Exposition**,  
**An- oder Abwesenheit** von **Vorerkrankungen** und dem  
**Polymorphismus** in den **Genen** (Allergie Prädisposition),  
welche für die Endotoxinrezeptoren kodieren



Schematische Darstellung der Lipopolysaccharid-Struktur aus der Zellwand gramnegativer Bakterien (Burkart, 2002)

Das Land **Niedersachsen** hat deshalb im Jahr **2000** das Untersuchungsprogramm „**Gesundheitliche Bewertung von Bioaerosolen aus der Intensivtierhaltung**“ Aufgelegt:

Projekt zur **Charakterisierung des Ausbreitungsverhaltens** von stallbürtigen **Bioaerosolen**

zwei **umweltepidemiologische Wirkungsstudien** umfasste, mit denen der Frage nachgegangen wurde, ob es bei **Kindern** und **Erwachsenen**, die in der **Nähe** von **Tierstallungen** wohnen, zu **Gesundheitsbeeinträchtigungen** kommt.



## Quellen des Staubes und der Bioaerosole

- **Tiere** (Hautschuppen, Haare, Federn)
- **Futter**
- **Einstreu**
- **Fäkalien**
- **Stallinventar**
- **Wohnung**
- **Außenluft** (Mülltonne)

In Tierställen sind zahlreiche Quellen für organische Stäube zu finden.

Die Hauptquelle dieser Stäube sind die Tiere selbst sowie Tierfutter und **Einstreu**, Tierkot und mit Bakterien kontaminiertes Pflanzenmaterial sind dabei entscheidend.

Mattenart	Aerobe Sporenbildner	Mikrokokken	Streptokokken	Enterobacteriaceae	
				Proteus	E. coli
Gummimatte 1	++++	++	+++		+
Gummimatte 2	++++	++	+++		+
Gummimatte 3	++++ !	++	+++		+
Gummimatte 4	++++	++	+++	+	++
Gummimatte 5	++++	++	+++		+ / ++
<b>Stroh</b>	<b>++</b>	<b>0</b>	<b>+++</b>		<b>++++ Feldflora ?</b>
Gummimatte 6	++++	+	+++		++

# Definition - Quellen - Futter

Die **Oberfläche** der Maispflanze ist ein **guter Nährboden** für Mikroorganismen,



**Wo kommen die Mikroorganismen auf den Pflanzen her ??**

Zunahme der **Keimzahlen** im Laufe der **Vegetationsperiode** hängt vom **Einfluss** der **Jahreszeit** u. dem **Reifegrad** der Pflanze verändert ab.

Der **Keimgehalt** ist auf **Blatt** und **Stängel** höher als auf dem **Kolben**.

	Futterart	Schwankungsbreite		Kritischer Grenzwert
Hefen	Gras	50 bis	300 000	100.000
	Mais	400 bis	2 000 000	
Schimme l	Gras	100 bis	200 000	100.000
	Mais	100 bis	2 000 000	

natürliche Keimzahlen auf Futterpflanzen -  
Beobachtungen an 1005 Proben über 12 Jahre  
(Ruser u.Pahlow 2003)

## Mikroorganismen im Haus und im Hausmüll

Im häuslichen Bereich siedelt der Pilz bevorzugt in **dauerelastischen Dichtungen in Duschen**, Wände hinter Schränken, Wandecken und im Fensterbereich, da er hier die notwendigen Lebensbedingungen vorfindet.

**Die Saison der Schimmelpilze findet nicht im herbstlichen Wald statt.**

In heimischen Gefilden fühlen sich die verschiedenen Vertreter der Schimmelpilze unter folgenden Voraussetzungen in den Häusern besonders wohl: ein karger, **feucht-warmer, schlecht belüfteter** und **gerade noch verdaubarer** Untergrund.

Temperatur bei **12°-43°C** und einer **Oberflächenfeuchte ab 55 % rF**.

Veränderte **Lüftungsgewohnheiten** kann nur noch das **Pilzwachstum verlangsamen**, hat der Pilz sich erst einmal eingenistet, lässt er sich nur durch **konsequente lang andauernde Trocknung oder Abriss** vertreiben.

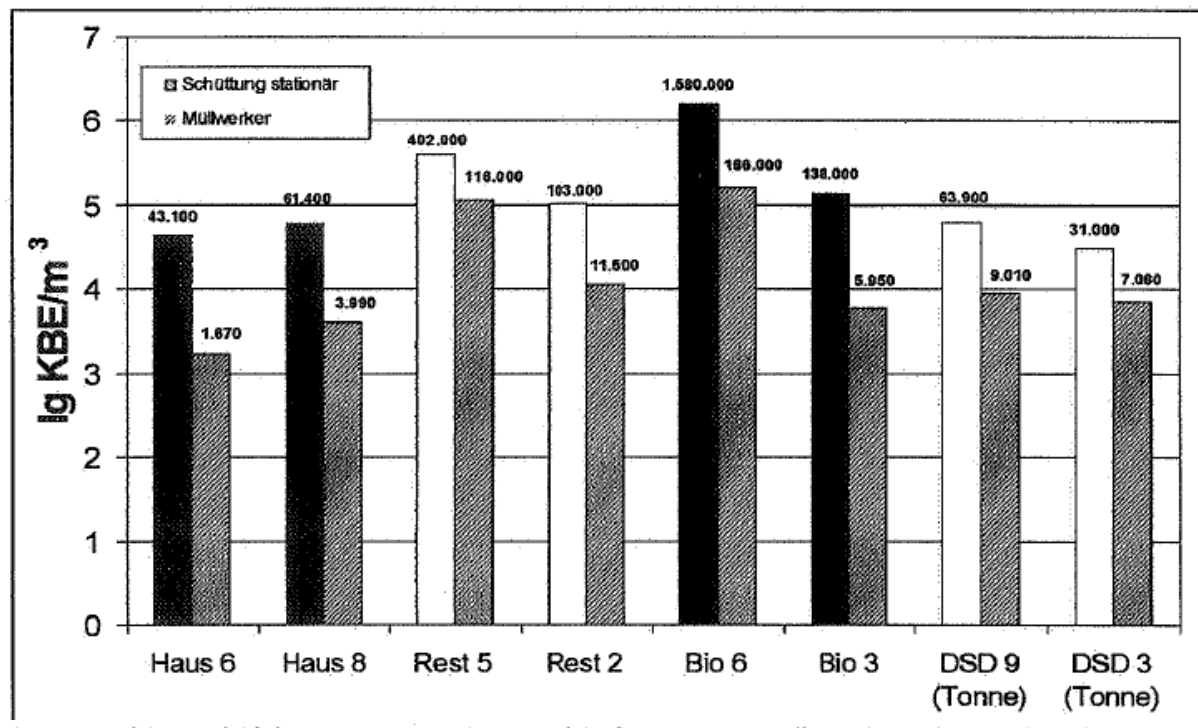


# Definition Quellen - Müll

LANDESAMT FÜR UMWELT  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



## Mikroorganismen im Hausmüll



Gesamtschimmelpilzkonzentration in verschiedenen Sammelbezirken als Emissions- und Immissionswert bei Verwendung von Automatikschüttungen

Quelle Neumann et al.2002

Evelin.Ullrich@smul.sachsen.de  
Bioaerosole 24.3.10

### Mülltonne

Gesamtschimmelpilze

$10^3 - 10^4$ ;

Spitzenwerte:  $10^7$ ;

Bakterien  $10^4 - 10^5$

### Endotoxin:

Sommer  $100 \text{ EU/m}^3$

Winter  $10 \text{ EU/m}^3$

**unbelastete Außenluft:**

$10^2$  bis  $10^3 \text{ KBE/m}^3$

Gesamtkeime; Bakterien  
oder Schimmelpilze

Im Sommer haben wir bei den Bakterien und Pilzen höhere Werte als im Winter, beim ET spielt Jahreszeit offenbar keine Rolle

# Homöostase

Das Gleichgewicht ist wichtig !

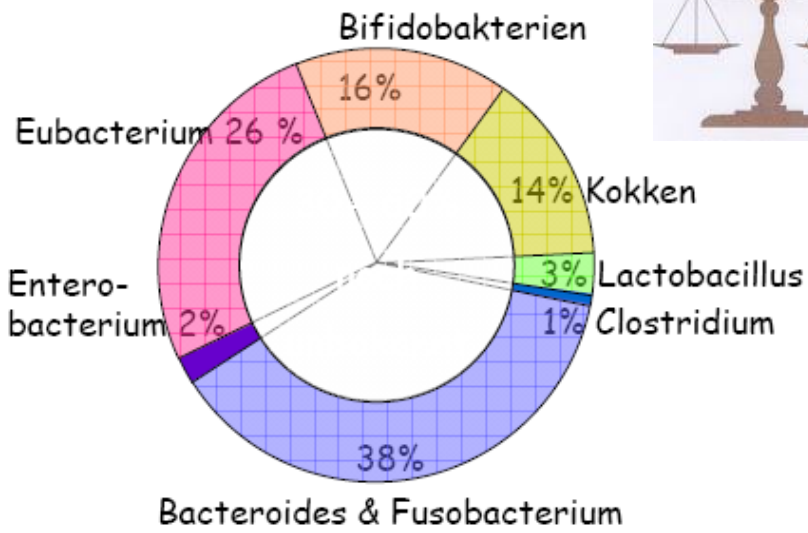


## Komplexe bakterielle Diversität

Lebensgemeinschaft Säugetierorganismus besteht aus ca.  $10^{15}$  Zellen

90% prokaryontische Zellen

10% eukaryontische Zellen



# autochthone Magen-Darm-Flora

(nach Fuller & Gibson, 1997)

## schädliche/pathogene Effekte

Diarrhoe/ (pathogen Verstopfung einschl. Infektionen Toxine) systemische Effekte

Bildung potentieller Karzinogene

bilden Ammoniak - Leberbelastung

Bildung von H<sub>2</sub>S

intestinale Fäulnis

Nur 20 – 60% sind anzüchtbar

ca. 400 verschiedene Arten  
95% Anaerobier

sen.de

## gesundheitsfördernde Effekte

bakteriophag  
mykophag  
mykotoxinneutralisierend

Kolonisationsresistenz (einschließl. Bacteriocine)

Degradierung, Hemmung von potentiell pathogenen Bakterien (kurzkettige FS, Milchsäure, Essig, Propion, Buttersäure, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Immunstimulation

Bildung energiereicher Substanzen

Vitaminsynthese  
Durchblutungsfördernd

2

6

8

11

Ps. aeruginosa  
Bacillus spp.  
Staphylococcus spp.  
Clostridium spp.  
pH 5-7,5

Hefen (*Cyniclomyces guttulata* pH 1,8)  
Enterobakterien  
0,1-1% *E. coli*  
pH 4,5 -7,5

Sulfat-Reduz.  
Methanogene

Bacteroides Ø

Protozoen

Bdellovibrionen  
Lactobazillen (DüDa)  
Propionibakterien

Eubakterien  
Bifidobakterien (DiDa)

Säuerungsflora < pH 6

KbE/g (log10)

# Bioaerosole beeinflussende Faktoren

- **Art, Anzahl, Alter der Tiere**  
(Emission Zunahme mit der Anzahl u. d. Alter der Tiere)
- **Aufstallungsart, Haltugsform**  
(wenig Platz, wenig Bewegung, wenig Staub)
- **Entmistungsart,**  
(Einstreuen Staub ↑↑↑)
- **Einstreuverfahren bzw. -management**  
(Qualität der Einstreu ist wichtig, Häcksel staubt mehr)
- **Tieraktivität**
- **Fütterungsart bzw. Fütterungsverfahren**  
(Trocken, Feucht, Flüssig Fettzusatz)
- **Luftfeuchtigkeit**  
(Lüftungsart Lüftungsführung Aufwirbelung)
- **Sauberkeit**
- **Hygienemaßnahmen**





## Die Zusammensetzung

Luftkeime sind fast ausschließlich an Staubpartikel gebunden, so dass die für den Staub definierten Quellen und Dynamiken grundsätzlich auch für die Luftkeime Gültigkeit haben.

In der Luft von Nutztierställen

etwa 80 % der Luftkeime Staphylokokken und Streptokokken (**Gram-positiv**) aus.

1% Pilze (Schimmelpilze und Hefen)

und coliforme Bakterien (**Gram-negativ**) etwa 0,5 %

Ungleichgewicht zwischen **Gram-positiven** und **Gram-negativen** Bakterien geringe Überlebenszeit der Gram-negativen Bakterien im luftgetragenen Zustand zurückzuführen.

Faktoren wie beispielsweise Temperatur und Luftfeuchtigkeit nehmen Einfluss auf Absterberate luftgetragener Mikroorganismen.

# Bioaerosole in Tierställen

## Die Zusammensetzung

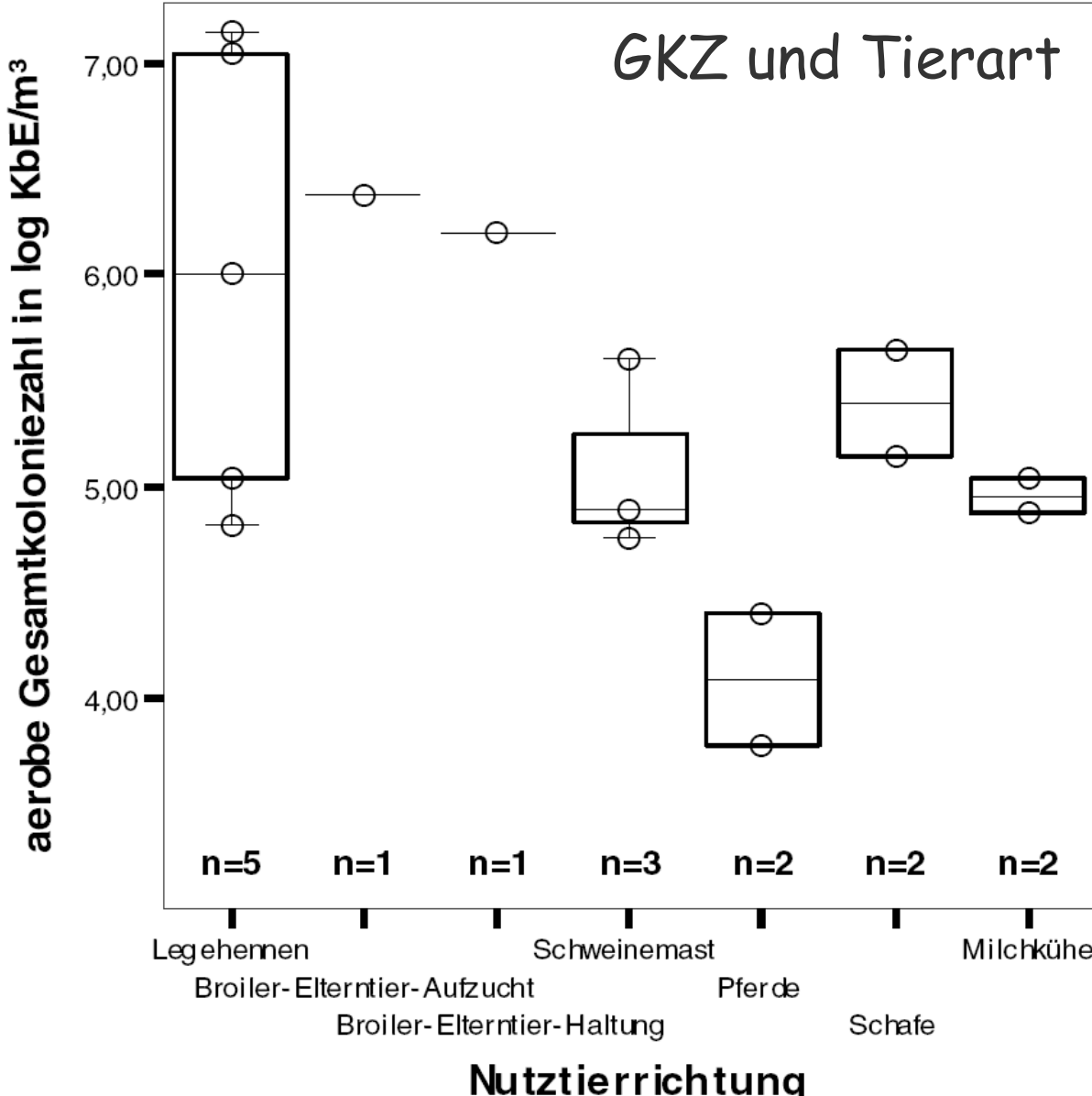
### Überlebensfähigkeit von Infektionserregern im Aerosolstadium unter Berücksichtigung von Luftfeuchte und Lufttemperatur

Erreger	Rel. Feuchte (%)	Temperatur (°C)	Verlust Vermehrungsfähigkeit 4 Minuten 10 sec in %
<i>E. coli</i> (O78)	15-40	22	14
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	40-50	25	< 3
<i>S. enteritidis</i>	75	24	< 20
<i>S. newbrunswick</i>	30	10	38
<i>S. newbrunswick</i>	70	21	11
<i>S. typhimurium</i>	75	24	< 20
<i>Staph. aureus</i>	50	22	< 1
Influenza A Viren	50	21	> 70
Influenza A Viren	70	21	> 66
Newcastle disease Virus	10	23	Nicht nachweisbar
Newcastle disease Virus	35 und 90	23	20

Quelle: J. Hartung  
TiHo Hannover

# Bioaerosole in Tierställen.

## Die Dosis macht das Gift!

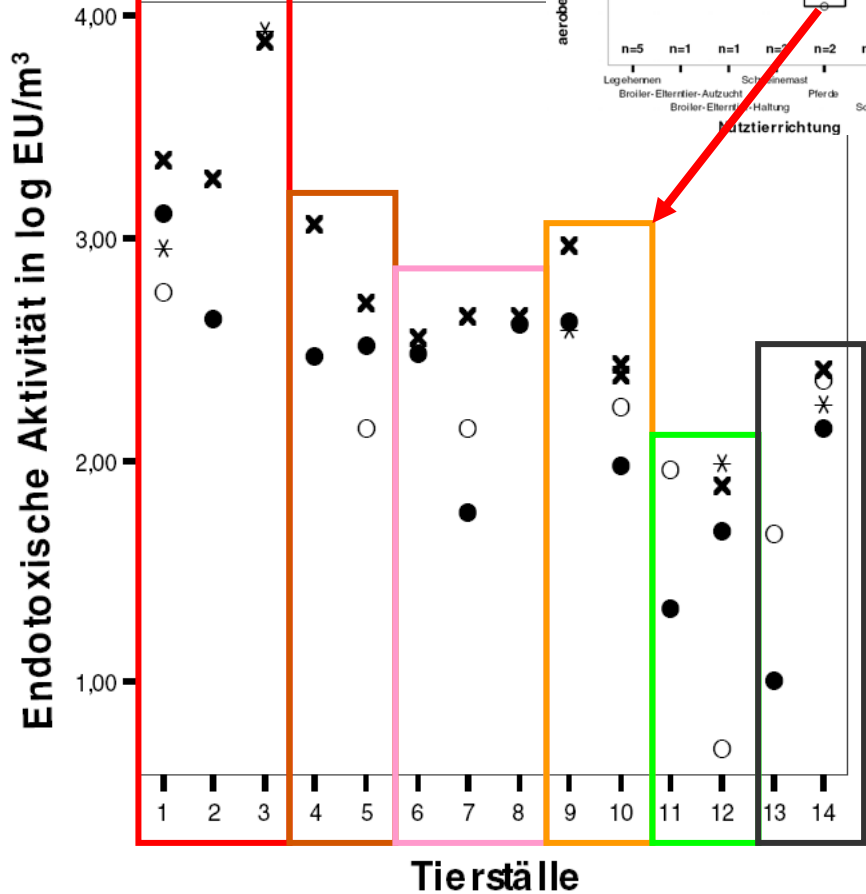


Konzentration an luftgetragenen Bakterien (aerobe GKZ) **in den untersuchten Tierställen**, zusammengefasst nach **Nutzungsrichtungen**, n = Anzahl der Proben (Quelle Eckardt 2008)

# Bioaerosole in Tierställen.

## Die Dosis macht das Gift!

### ETOX und Tierart

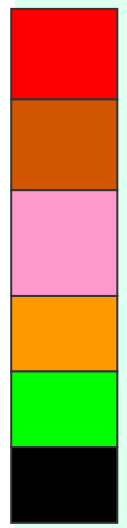


**Partikelfraktion**

- ✕ Einatembare Fraktion 1
- \* Einatembare Fraktion 2
- PM10 1
- PM10 2

1 = 1. Messung  
2 = 2. Messung

- Legende Tierställe:
1. Legehennen Stall 1
  2. Legehennen Stall 2
  3. Legehennen Stall 3
  4. Broiler-Elterntier-Aufzucht
  5. Broiler-Elterntier-Haltung
  6. Schweinemast Stall 1
  7. Schweinemast Stall 2
  8. Schweinemast Stall 3
  9. Pferdestall 1
  10. Pferdestall 2
  11. Schafe 1. Messung
  12. Schafe 2. Messung
  13. Milchkühe
  14. Hochtragende Milchkühe



Übersicht über die in den untersuchten Tierställen gesammelten Staubproben und deren endotoxische Aktivität (Quelle Eckardt 2008)

### BA-Komponenten in verschiedenen Legehennenhaltungssystemen

Stoff	k. Käfig	a. Käfig	Voliere
einatemb. Staub $\text{mg m}^{-3}$	1,2 (-2,3)	1,5 (-3,5)	<u>3,7 (-9.5)</u>
alveoleng. Staub $\text{mg m}^{-3}$	0,3	0,2	<u>1,7 (-4,4)</u>
<b>einatemb. ETOX EU <math>\text{m}^{-3}</math></b>	<b>373</b>	<b>865</b>	<b>1992</b>
<b>alveoleng. ETOX EU <math>\text{m}^{-3}</math></b>	<b>328</b>	<b>80</b>	<b>971</b>

ETOX: Endotoxin, 1 ng entspricht etwa 10 EU (endotoxin units), KBE: Koloniebildende Einheit, --: nicht untersucht



Weniger Umweltbelastung ???

Artgerechte Tierhaltung ???

(nach Saleh, 2006)

Quelle: J. Hartung  
Tilho Hannover

# Bioaerosole in Tierställen.

## Die Haltungsform und Aktivität

### Ergebnisse der Kurzzeitmessungen im Sommer und Winter 2004 - 2005

Dargestellt sind die Massenkonzentration der **einatembaren und alveolengängigen Staubfraktion** (stationär und personengetragen), die **Endotoxinkonzentrationen** (während der Fütterung und nachts) sowie Konzentrationen luftgetragener Keime

E = PM 100; A = PM 2,5



Fraktion	Staub				Endotoxin				Hefen	
	stationär	personen-	getragen	Fütterung	tagsüber	Ruhe	Nachts	E	E	
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	UPE/m <sup>3</sup>	UPE/m <sup>3</sup>	UPE/m <sup>3</sup>	KBE/m <sup>3</sup>	KBE/m <sup>3</sup>	
<b>Sommer</b>										
LH 1	7,22	0,5	0,54	21 933	401	3 954	215	>33 000	<100	<100
LH 2	1,82	0,07	4,86	484	59	361	65	>33 000	400	1 600
MP	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
W	1,15	0,94	0,71	5 292	762	2 440	577	>33 000	1 600	2 900

Ursache für die **erhöhte Staubkonzentration** ist die **Scharrflächen im Innenraum**.  
 Unterschiede zwischen **Sommer u. Winter** sind **gering**.  
 Bei **Arbeiten im Stall** steigt die **Staubbelastung**.  
**ET tags über höher als Nachts**. Tieraktivität, Stallarbeit, Fütterung spielt eine Rolle.

n. b. = nicht bestimmbar, da Filterbelegung unter 0,02 mg halbe Nacht

LH 1, Legehennen, Käfig- und Volierenhaltung mit Kaltscharrraum und Scharrflächen im Innenbereich  
 LH 2, Legehennenhaltung mit Kaltscharrraum, Gitterrostboden im Innenbereich

**Artgerechte Tierhaltung ???**

# Bioaerosole in Tierställen.

## Die Tierart Geflügel

Verbrauch an Broilern und Enten?

SEN

### Quantitativ: Luftverunreinigungen in Mastgeflügelställen

Stoff	Broiler	Pute	Moschusente
einatemb. Staub $\text{mg m}^{-3}$	6 (-10)	2,5 (-6)	1
alveoleng. Staub $\text{mg m}^{-3}$	0,6 (-1,7)	0,7 (1,7)	0,2
einatemb. ETOX $\text{EU m}^{-3}$	4925	4100	1997
alveoleng. ETOX $\text{EU m}^{-3}$	791	786	100

ETOX: Endotoxin, 1 ng entspricht etwa 10 EU (endotoxin units), KBE: Koloniebildende Einheit



**Laut Literatur: Kritische Dosis für akute Belastung  
ET 200ng/m<sup>3</sup> = 2000 EU/m<sup>3</sup>**

# Bioaerosole in Tierställen.

## Die Tierart Rind

**Mastbullenstall** Außenklimastall mit Trauf-First-Lüftung mit zentralem Futtertisch für 170 Mastbullen. Maissilage mit verschiedenen Ergänzungen.

Die Tiere werden auf Tretmist gehalten. Im Stall befindet sich auch das Strohlager für die Einstreu.




Staub		E = PM 100; A = PM 2,5		Endotoxin				Nutztierrichtung mitgetragene Keime		
stationär		personen- getragen		Fütterung tagsüber		Ruhephase nachts		Bakterien	Schimmel	Hefen
E	A	E	A	E	A	E	A	E	E	E
mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	EU/m³	EU/m³	EU/m³	EU/m³	KBE/m³	KBE/m³	KBE/m³
0,35	0,02	1,67	n. b.	689	31	600	29	>11 000	133	400

n. b. = nicht bestimmbar, da Filterbelegung unter 0,02 mg halbe Nachweisgrenze

Die **Endotoxingehalte** sind in E und A-Fraktion **tagsüber** und **nachts gleich** hoch. D. h. dass **Faktoren wie Fütterung, Tieraktivität** oder Stallarbeiten hier **keine Rolle** spielen.

Die Ergebnisse für **GKZ** (Bakterien, Schimmelpilze und Hefen) liegen **leicht über den Konzentrationen**, wie sie üblicherweise zum Beispiel in **Boxenlaufställen** bei **Milchviehhaltung** gemessen werden.



Stallklima  Einfluss auf das

Wohlbefinden, die  
Leistungsfähigkeit  
Gesundheit der Tiere



und der im Stall **beschäftigten Personen** (Landwirt, Tierärzte).

- Ein als **Schweinemast** tätiger Landwirt, der sich **pro Tag 2 Stunden** in seinem **Stall** aufhält, verbringt bei einer **Lebensarbeitszeit vom 18. bis 65. Lebensjahr 32 000 Stunden** im Schweinestall.

Kontrolle des Stallklimas ist ein Beitrag zur:

Leistungssteigerung  
präventiven Krankheitsabwehr  
Reduktion Medikamenteneinsatzes Resistenzen ↓↓↓



## Stallklima

### physikalischen Faktoren

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftbewegung
- Licht

### Chemische Faktoren

- Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )
- Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ )
- Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ )
- Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ )

### Biologische Faktoren

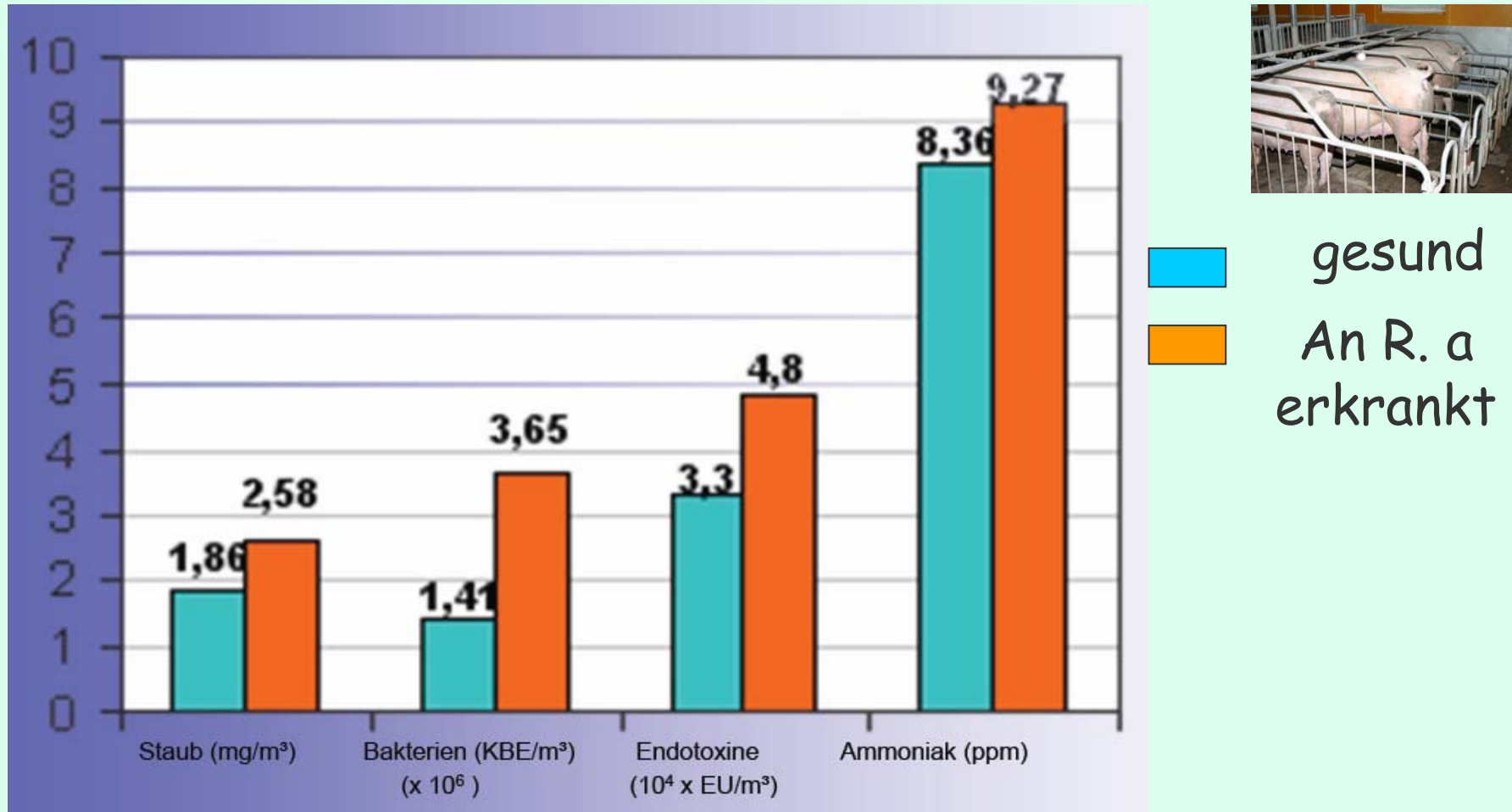
### Bioaerosole

## Wirkung der Bioaerosole/Stäube



- Mechanisch** → Atemwege, Augen, Haut, z.B. Lunge clearance vermindert
- Entzündlich** → Partikel  $<5 \mu\text{m}$ , Alveolenspez.
- Infektiös** → Infektionserreger
- allergisch/tox.** → allergisch-toxische Reaktionen

# Wirkungen an **Tier** und Mensch im Stall



Mittelwerte für verschiedene luftgetragene Kontaminanten in Ställen mit und ohne atrophischer Rhinitis im Bestand (Quelle Bakbo 1990)

Für den Menschen können folgende Erkrankungsbilder über eine Bioaerosol- Exposition erklärt werden:

- Schleimhautirritationen
- Allergische Rhinitis
- Exogene allergische Alveolitis (Farmer-Lunge)
- Organic dust toxic syndrome
- Bronchiale Hyperreagibilität
- Berufsbezogenes Asthma
- Chronisch obstruktive Pulmonalerkrankungen



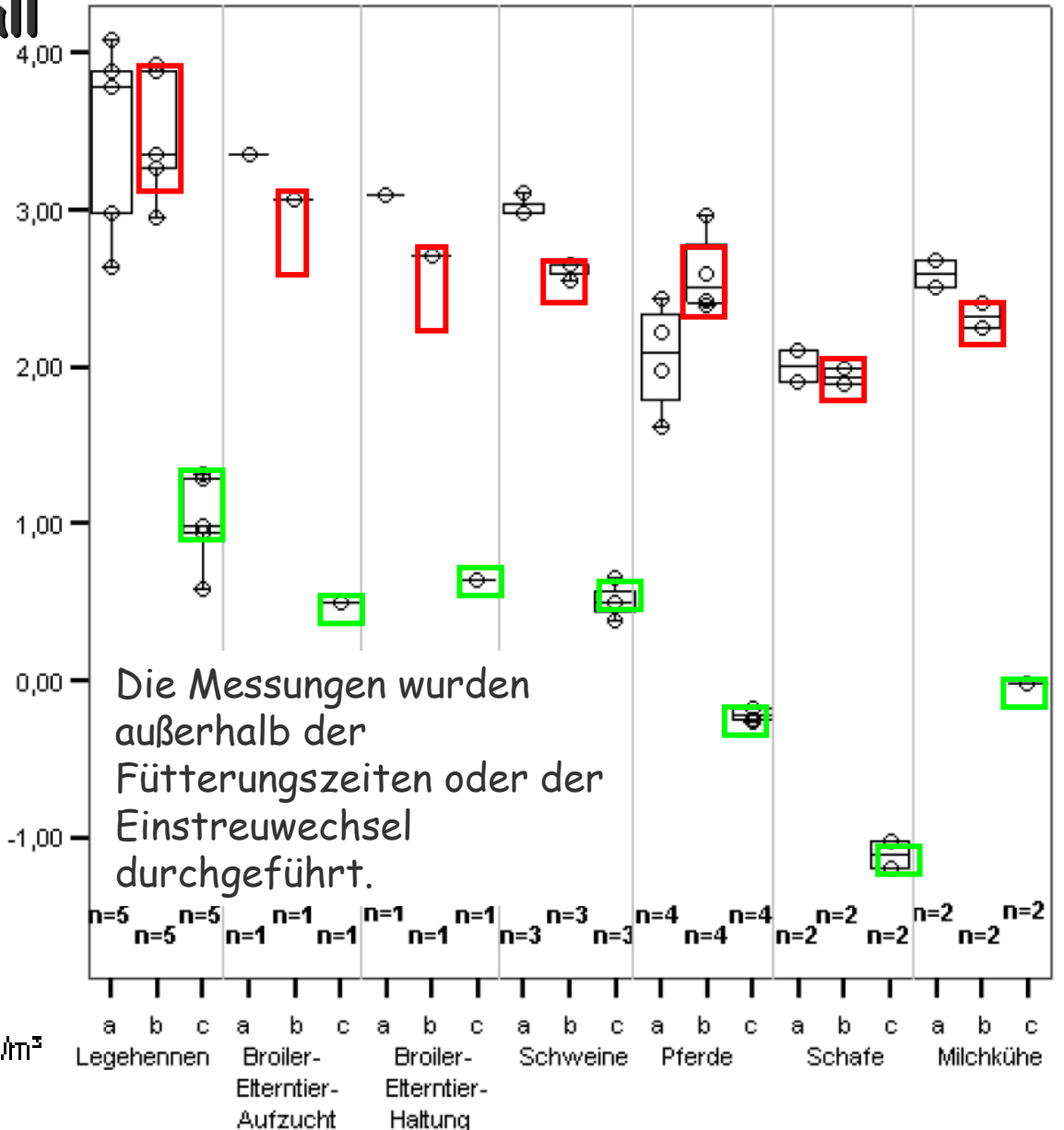
Studie 2000 Niedersachsen

# Wirkungen auf die Menschen in der **Umgebung** des Stall

⇒ Die **Dosis** und die **Vorschädigung** (bronchialen Hyperreaktivität) ist entscheidend für Bronchokonstriktion.

⇒ Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit empfahl ein gesundheitsbezogenes berufsbedingtes **Expositionslimit** für **Endotoxin** von **4,5 ng/m<sup>3</sup> (50 EU/m<sup>3</sup>) über eine 8 h**

- a = Proinflammatorische Aktivität in log EEU/m<sup>3</sup>
- b = Endotoxische Aktivität in log EU/m<sup>3</sup>**
- c = Staubkonzentration in log mg/m<sup>3</sup>**



## AABEL - Studie Niedersachsen

Bei **Kindern atopischer Eltern** ist mit steigender Exposition eine höhere Prävalenz

**asthmatischer Symptome**, inklusive ärztlich gestellten Diagnose Asthma es zeichnet sich ein **Zusammenhang** mit der **Endotoxin-Konzentration** im Staub der **Außenluft** ab.

Bei **Kindern nicht-atopischer Eltern** wurde **keine höhere Prävalenz** beobachtet.

Bei bereits **an Asthma erkrankten Kindern** wurde **keine verstärkte Symptomatik**- etwa in Form vermehrter Asthmaanfälle - in der **Nachbarschaft von Tierstallungen** zu beobachten.

(Hoopmann 2005)

## Epidemiologische Studien zeigen:

⇒ die **Exposition** mit **Bioaerosolen u. Endotoxin** ⇒ **Verschlechterung** der Atemfunktion besonders bei **Asthmatikern**  
(Michel et al., 1992).

## Ergebnisse einer europäischen Landwirtschaftsstudie:

**Landwirte** in der Tierproduktion haben eine **geringere Prävalenz** an **allergischer Rhinitis** und **atopischen Asthma** als die Allgemeinbevölkerung (Radon et al., 2003)

Bei **gesunden Personen** hat eine **akute Endotoxin-Inhalation** wahrscheinlich **keine Effekte** auf die Lungenfunktion und die bronchiale Aktivität.

Eingeatmetes **Lipopolysaccharid** (grampositive Bakterien) scheint **mehr Aktivität** bei bereits kranken Personen (z.B. entzündlichen bronchialen Erkrankungen) zu haben.



Die **Psyche** ist wichtig:

Eltern, die **landwirtschaftliche Gerüche** als deutlich oder **stark belästigend empfinden**, **geben** häufiger bei ihren Kindern **Symptome an** die aber **ärztlich nicht bestätigt** werden konnten.

Es ist nicht auszuschließen, dass es durch die **Geruchsbelästigung** aus der **Tierhaltung** zu einer Einschränkung der Lebensqualität mit einer **Beeinträchtigung** der **selbstempfundene(n) Gesundheit** kommt, so dass die Eltern dann die Symptome bei ihren Kindern ebenfalls mit dem unangenehmen Geruch in Verbindung bringen.

NiLS - Studie Niedersachsen:

Zwischen 2002 und 2004 wurden alle Einwohner im Alter zwischen 18 und 44 Jahren von vier „viehstarken“ Gemeinden im ländlichen Niedersachsen um eine Teilnahme an der Studie gebeten. (10.252 Fragebögen, 69% auswertbar)

Probanden ohne landwirtschaftliche Exposition ein **erhöhtes Auftreten** von nicht erkältungsbedingten **giemenden Atemgeräuschen**

wenn sich in der Wohnumgebung **mehr als 12 Ställe im Umkreis von 500 m befanden**

In dieser Gruppe kam es **auch zu Lungenfunktionseinschränkungen** im Sinne einer **Atemwegsverengung**.

NiLS - Studie Niedersachsen:

Bei Probanden mit landwirtschaftlicher Exposition ergaben sich diesbezüglich **keine Zusammenhänge**

### Die Psyche

Fühlten sich die **Probanden** - unabhängig von der Art der Exposition - stärker **durch landwirtschaftliche Gerüche belästigt**, so **berichteten sie vermehrt über Atemwegssymptome**.

Diese Probanden waren auch deutlich in ihrer gesundheitsbezogenen **Lebensqualität beeinträchtigt**.

Allerdings fanden sich **keine statistisch signifikanten Zusammenhänge** zwischen der **subjektiven Geruchsbelästigung** und **klinischen Befunden** (Lungenfunktion, Allergietests).

# Ausbreitung von Bioaerosolen in der Stallumgebung

## Forschungsprojekte Prof. Hartung TiHo Hannover

### Fragen

Wie hoch sind die **Keimkonzentrationen** in der **Stallluft (Quellstärke)**? ✓

Wie hoch sind die **Keimemissionen (Emissionsfracht)**?

Wie weit **breiten sich Bakterien** über die Luft in der Stallumgebung aus (**Verfrachtungsentfernung**)?

Gibt es stalltypische **Indikatorkeime**?

Welche Rolle spielt der **Stalltyp** im Hinblick auf die bakterielle Emission und Immission? ✓

Gibt es **geeignete Ausbreitungsmodelle** mit denen die **Keimverfrachtungen prognostiziert** werden können?

Können **„sichere Abstände“** zwischen **Ställen und Wohnbebauung** und zwischen Stallanlagen definiert werden?

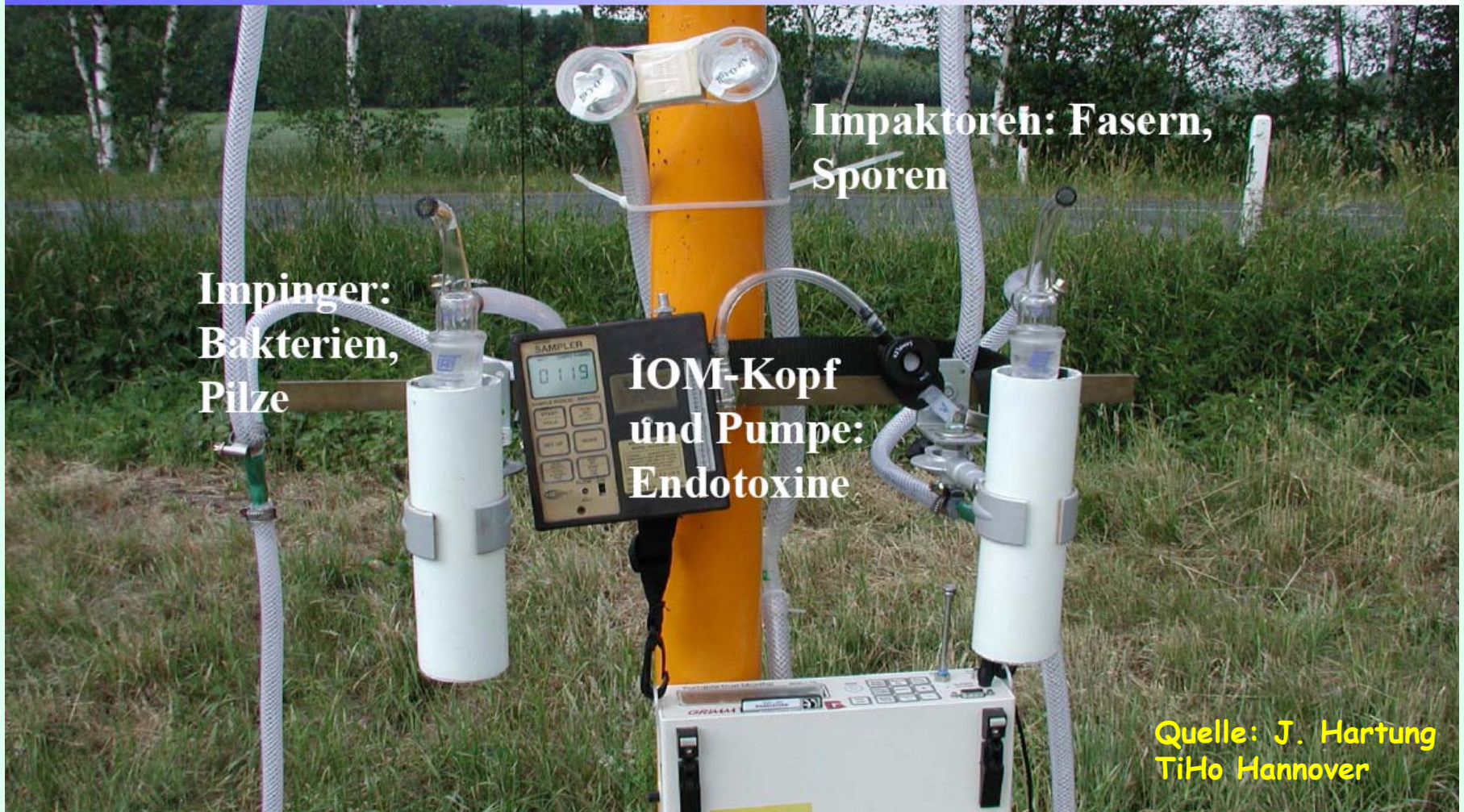
# Ausbreitung von Bioaerosolen in der Stallumgebung

LANDESAMT FÜR UMWELT  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



## Messtechnik

Geräte an einer Messposition eines Messortes außerhalb des Stalles

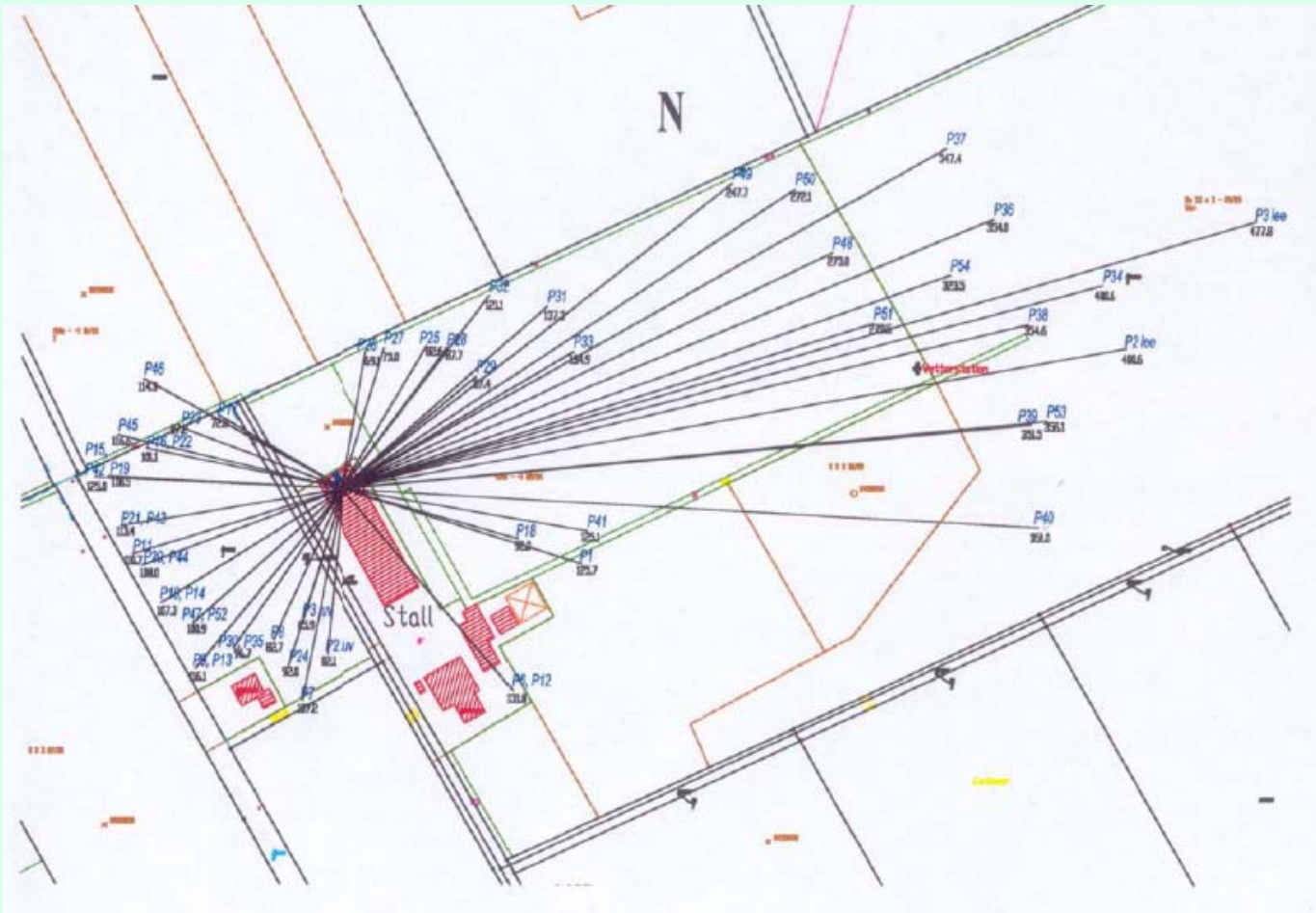


# Ausbreitung von Bioaerosolen in der Stallumgebung

LANDESAMT FÜR UMWELT  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



## Messorte



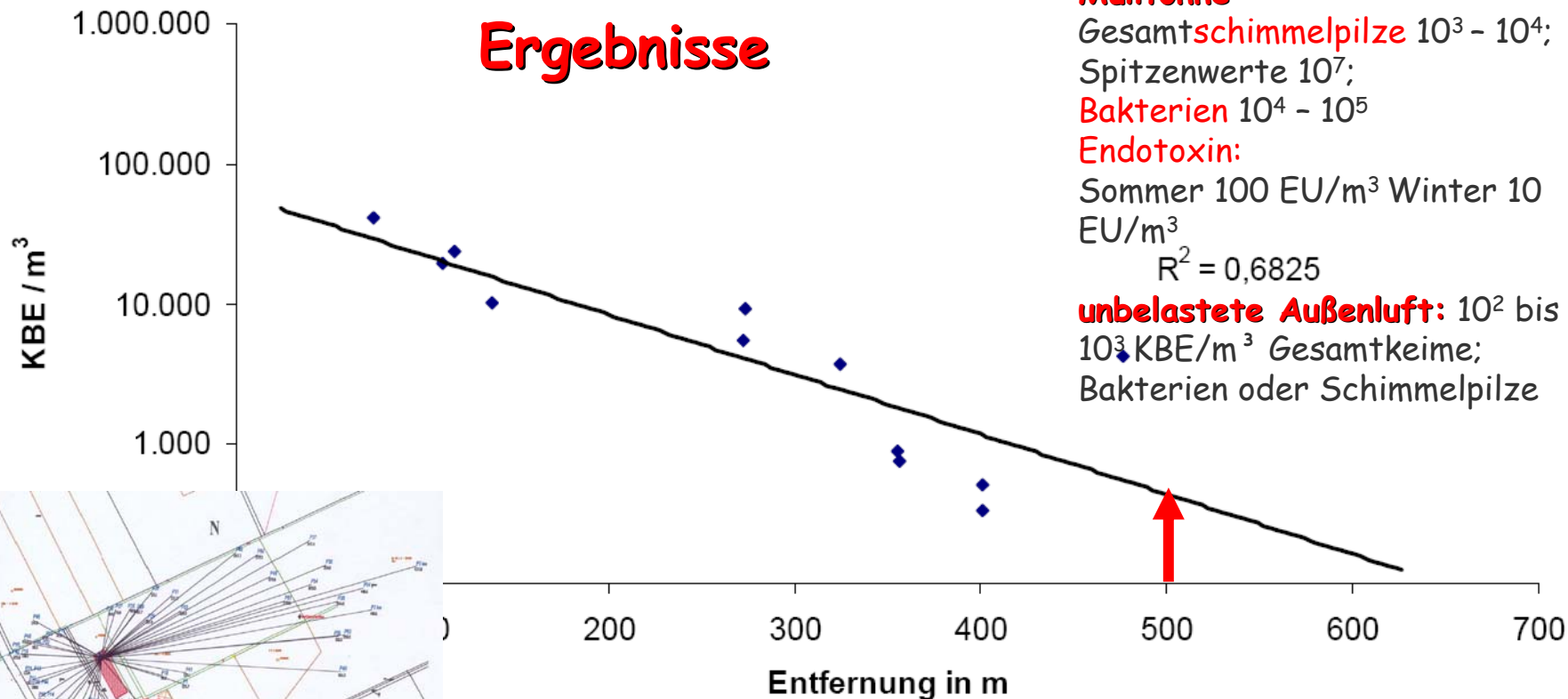
Messorte und  
Entfernungen  
in der  
Stallumgebung des  
zwangsgelüfteten  
Stalles  
mit Emissions-  
schwerpunkt  
über den  
Abluftschächten

Evelin.Ullrich@smul.sachsen.de  
Bioaerosole 24.3.10

Quelle: J. Hartung  
TiHo Hannover

# Ausbreitung von Bioaerosolen in der Stallumgebung

## Ergebnisse



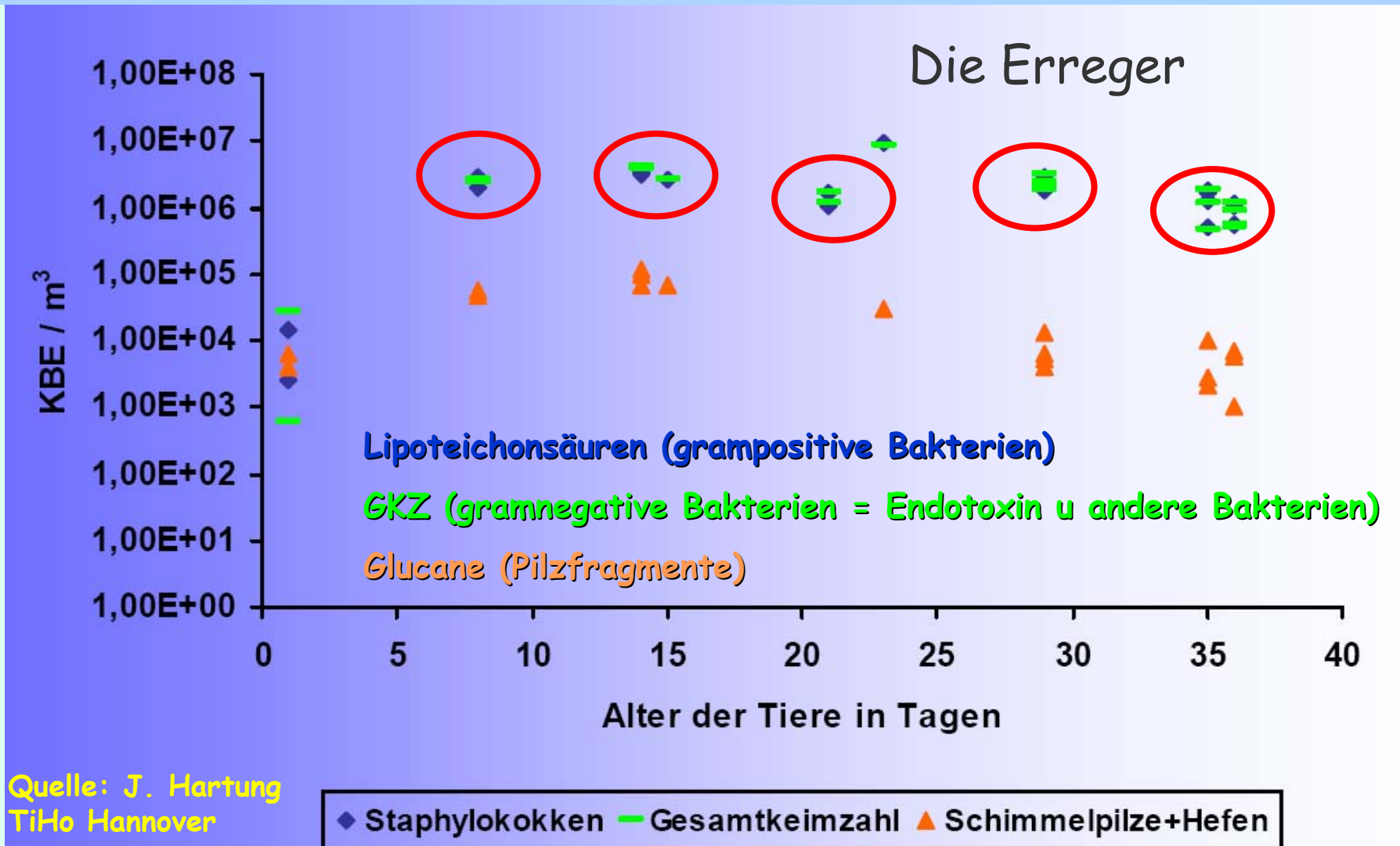
Quelle: J. Hartung  
TiHo Hannover

Abnahme der Keimkonzentration mit zunehmender Entfernung vom Stall in Hauptwindrichtung in 1,5 m über dem Boden. Messungen bei Tieralter mindestens 14 Tage, Außentemperaturen  $> 16 \text{ }^\circ\text{C}$ , Windgeschwindigkeit zwischen  $1,7 \text{ m/s}$  und  $6,3 \text{ m/s}$ . Die Entfernung der Messorte zum Emissionsschwerpunkt lag zwischen  $73 \text{ m}$  und  $477 \text{ m}$ .  $R^2$  ist das Bestimmtheitsmaß.  $n = 12$ .

# Bioaerosole in Tierställen.

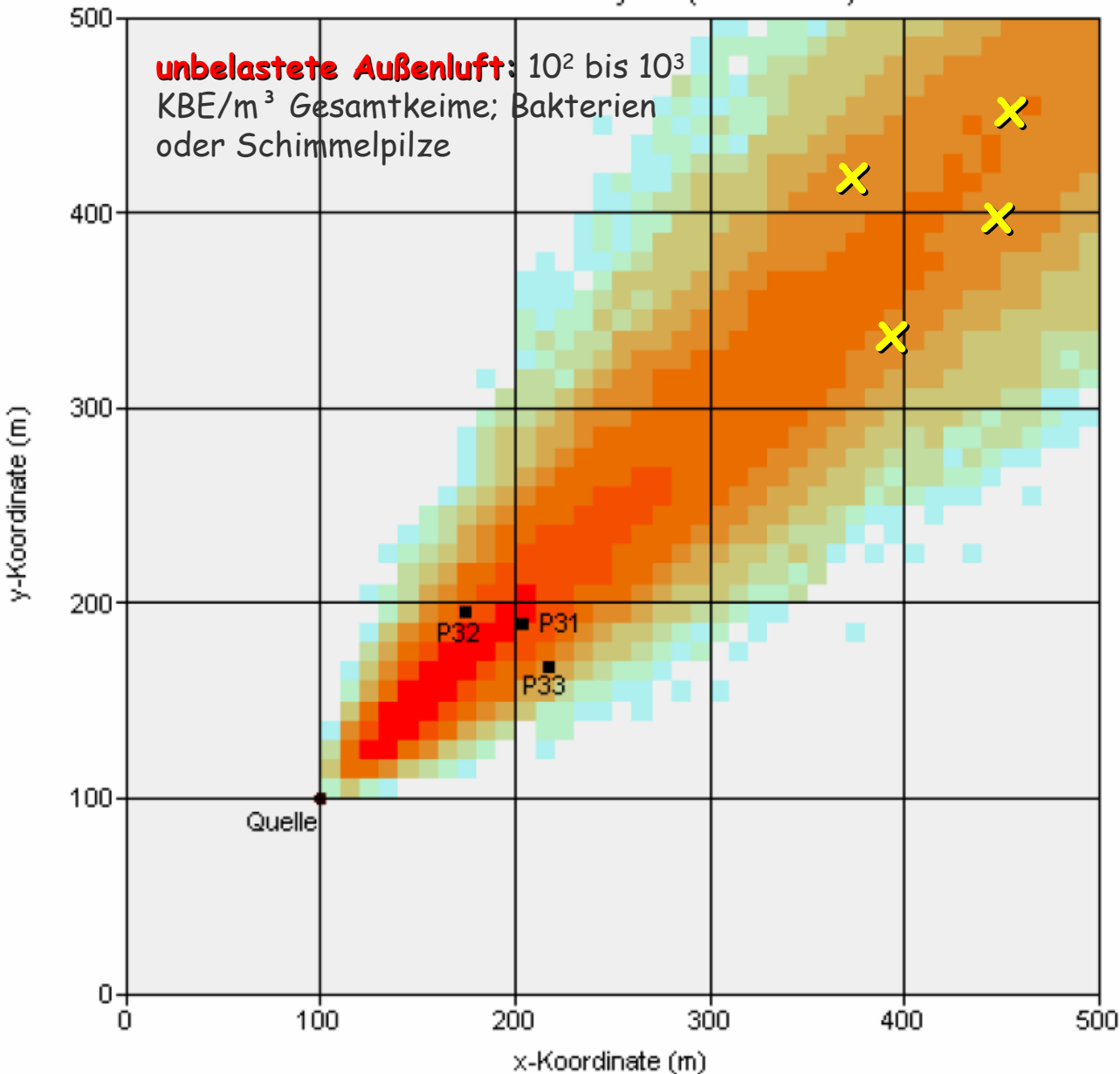
## Indikatorkeime

Konzentration stallspezifischer Keime in der Luft eines Masthühnerstalles mit Zwangslüftung über 36 Tage vom Tag 1 nach der Einstallung bis zum Mastende. n = 69.



Quelle: J. Hartung  
TiHo Hannover





**unbelastete Außenluft:**  $10^2$  bis  $10^3$   
KBE/m<sup>3</sup> Gesamtkeime; Bakterien  
oder Schimmelpilze

Mit LASAT  
berechnetes  
**Konzentrationsfeld für  
Staphylokokken in  
Hauptwindrichtung vom**

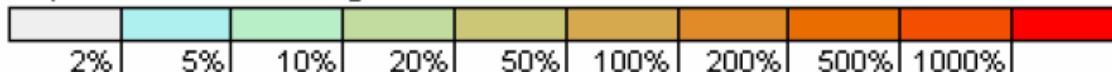
Stall mit Lage der  
Messorte P31, P32 und  
P33,

1,5 m über Grund.

**Wind: 226 °, 6,3 m/s;**

**Ausbreitungsklasse: 3.1.**

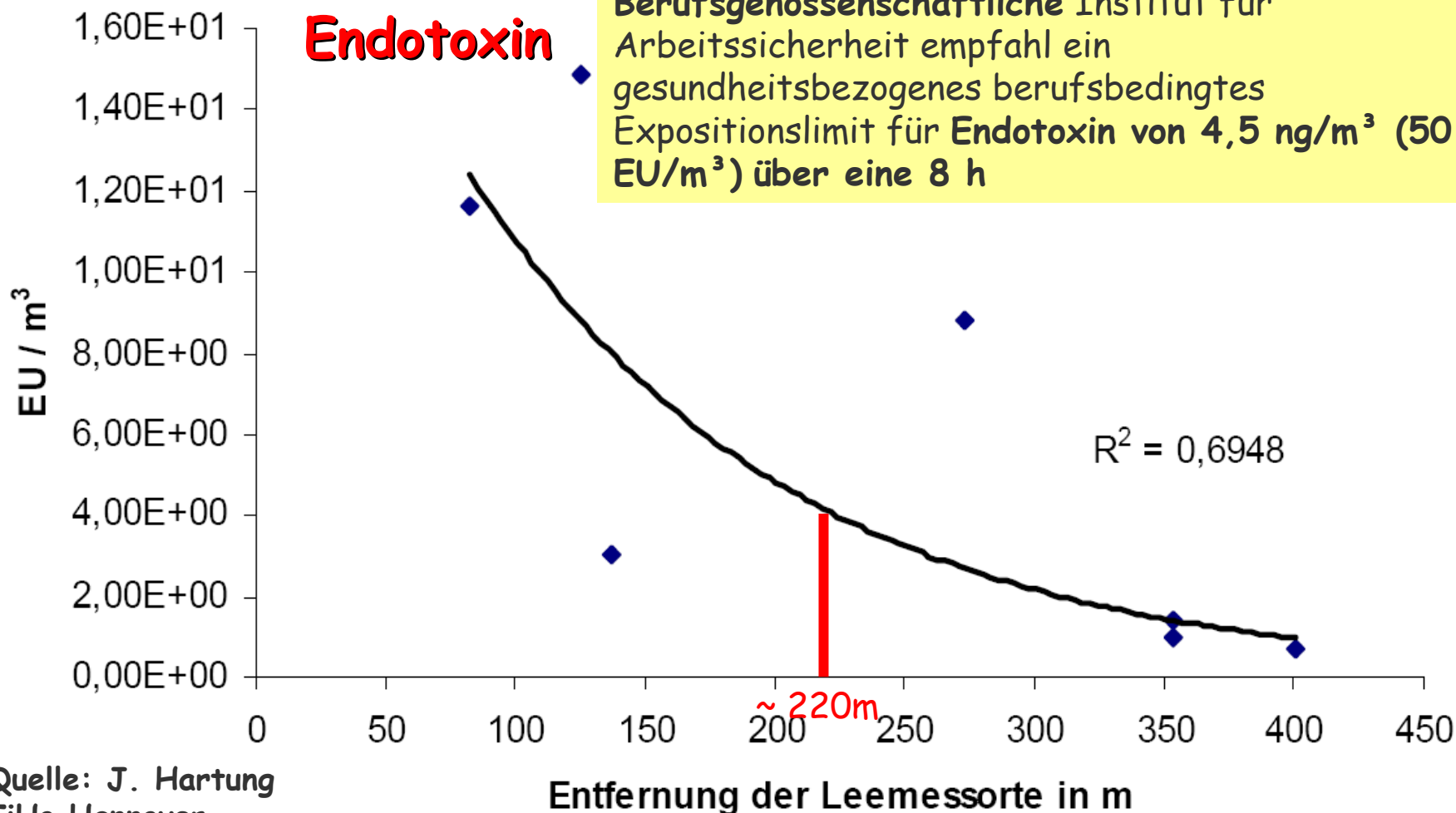
Staph Konzentration bezogen auf 1.00E+03 KBE/m<sup>3</sup>



Quelle: J. Hartung  
TiHo Hannover

# Ausbreitung von Bioaerosolen in der Stallumgebung

Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit empfahl ein gesundheitsbezogenes berufsbedingtes Expositionslimit für Endotoxin von  $4,5 \text{ ng/m}^3$  ( $50 \text{ EU/m}^3$ ) über eine 8 h



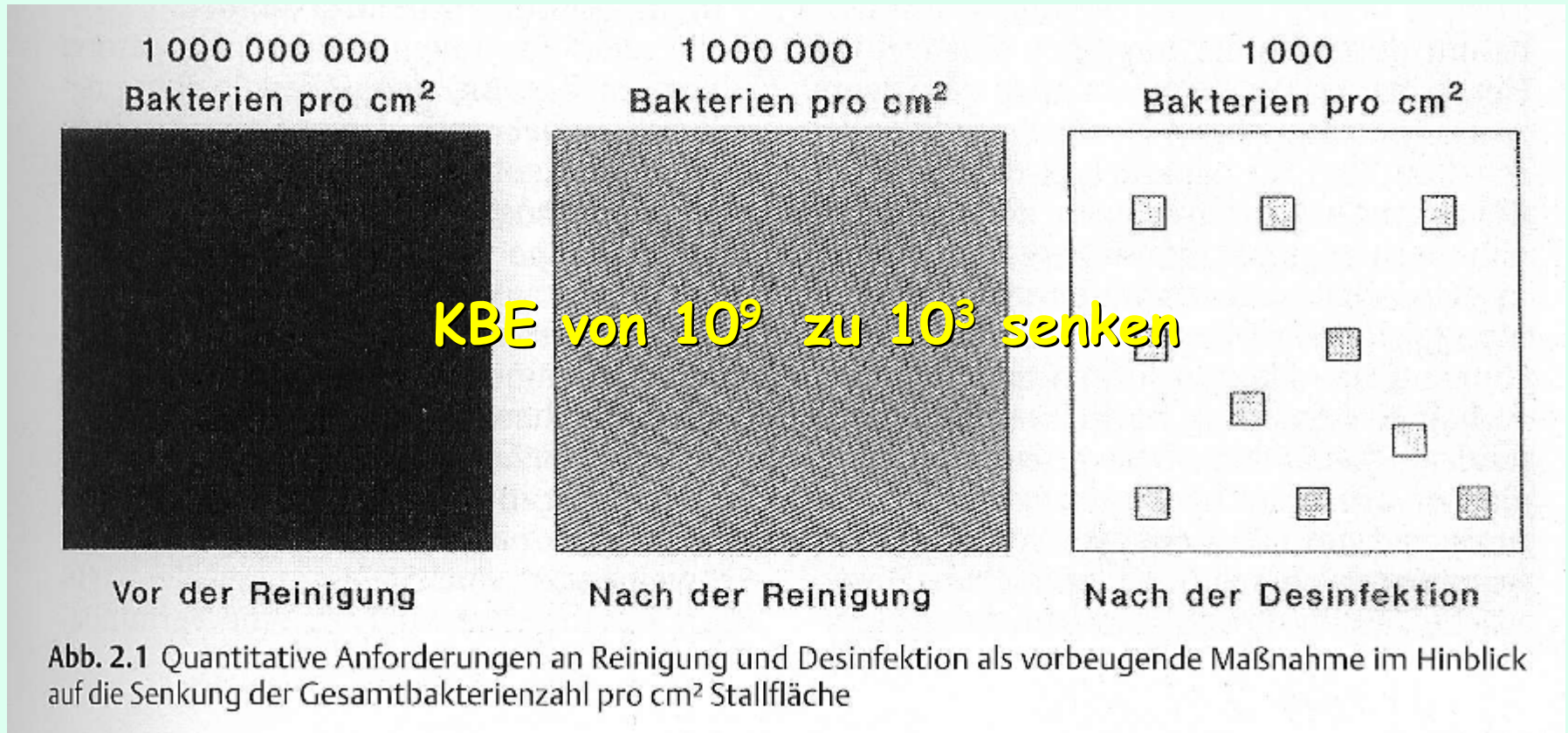
**Endotoxinkonzentrationen mit zunehmender Entfernung vom Stall in Hauptwindrichtung.**

## Maßnahmen im Stall

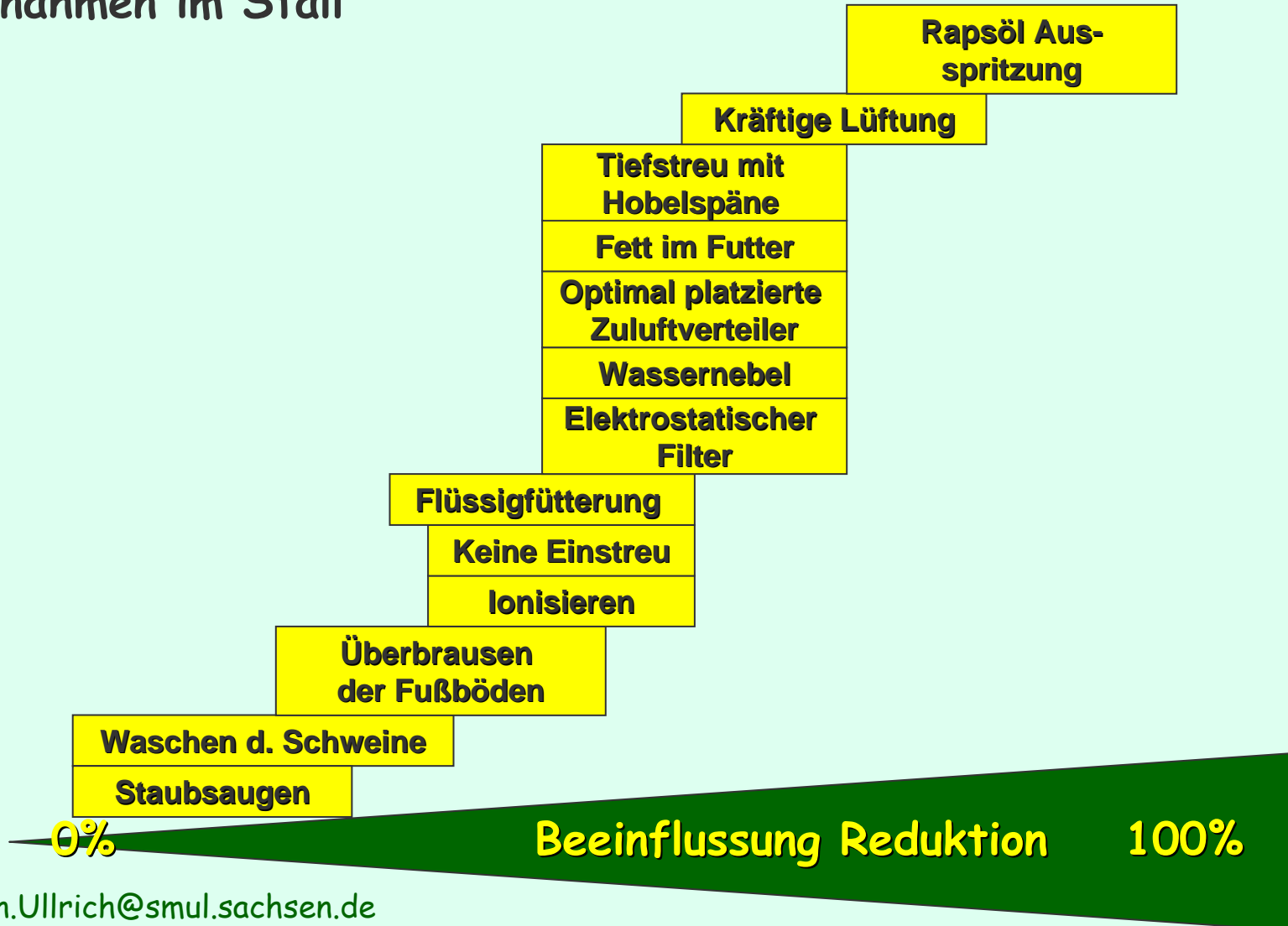
## Beeinflussung der Luftqualität durch R + D

### Quellen des Staubes und der Bioaerosole im Stall

- Tiere
- Futter
- Einstreu
- Fäkalien
- Stallinventar
- Mikroorganismen



## Maßnahmen im Stall



## Maßnahmen im Stall

### Luftionisation

Versuche dazu 2003; Ergebnisse:

- **geringfügig weniger Bakterien** in Ställen mit Ionisation
- **Keine Unterschiede** bei der Konzentration der **Schimmelpilze**
- deutlich **höhere Ozonkonzentration** im Stall
- Über notwendige Einwirkzeit und -dosis liegen **keine Erkenntnisse** vor
- **Technik** noch **nicht ausgefeilt** und überzeugend

## Maßnahmen im Stall **Abluftreinigung**

Abscheidung von Staub, Geruch und Ammoniak durch Vorbesprühung u. 90° Umlenkung, kontinuierliche Berieselung des Filters mit schwach saurem Wasser (pH 6,5 - 6,8)

### **Abluftreinigungsanlage**

Abscheidegrade **für Gesamtstaub > 80%**

für **PM 10** auch **über 80%**.

Verbrauchswerte: **Frischwasser** 5,1m<sup>3</sup> pro Tag

**elektrische Energie** für  
Pumpen 85,9kWh/Tag und  
Ventilatoren 54,6kWh/Tag

Säure

1. **Nutztierställe** sind eine **Quelle für Bioaerosole**, die mit der Stallabluft in die Umgebung abgegeben, und z.B. von Masthühnerstellen über 500 m verfrachtet werden können.
2. Die **Konzentrationen** die an die Umgebung abgegeben wird ist **Abhängig** von der **Tierart**, der **Haltungsform**, dem **Tierbesatz** uvm.
3. Nach den Ergebnissen von Hartung 2007 nimmt die **Konzentration** der **Staphylokokken** und des **ET** in Abhängigkeit von den **Rahmenbedingungen** stetig ab. Teilweise scheint die **Ausbreitung** überschätzt. **Weitere Forschung** ist nötig.
4. **Staphylokokken** eignen sich gut als **Indikatorkeime** weil sie sehr spezifisch sind

5. Ein **Expositionslimit** für **Endotoxin** von  $4,5 \text{ ng/m}^3$  ( $50 \text{ EU/m}^3$ ) über eine Zeit 8 h **Arbeitstag** in einem Stall wird empfohlen.
6. Die **Weiterentwicklung emissionsarmer** und dabei auch **tierfreundlicher Haltungssysteme** ist notwendig.
7. **Tierartgerecht** beinhaltet **nicht** gleich **Umweltgerecht**
8. **Entstehung der Bioaerosole** muss an den **Quellen bekämpft** werden z.B. durch Lüftung  $\Rightarrow$  **Zielgrößen** müssen **erarbeitet** und **vorgeben** werden.
9. **Emissionsmindernde Maßnahmen** können eingesetzt werden.