

# Forschungsauftrag

## Projekt: **LUQUASTA**

Immissions- und Emissionsmessungen von  
Bioaerosolen  
im Bereich von Geflügel- und Schweinestallungen

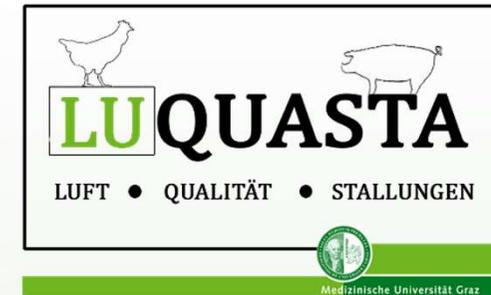
**Dr. Doris Haas, Dr. Herbert Galler**

**Projektmitarbeit: Mag. Theresa Fritz, Martin Stonitsch, Andreas Strasser**

**Medizinische Universität Graz**

**D&F Institut für Hygiene, Mikrobiologie und Umweltmedizin**

**Neue Stiftingtalstrasse 6, 8010 Graz**



**HBLFA**  
Raumberg-Gumpenstein  
Landwirtschaft

**Bundesministerium**  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus



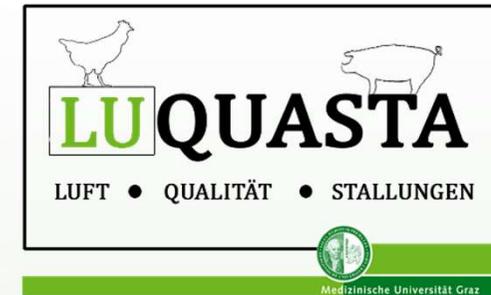
# Einführung

**Bioaerosole - Definition:** luftgetragene Partikel biologischer Herkunft (DIN EN 13098)

**Vorkommen:** ubiquitär

- ✓ 1 g Boden enthält 5 Mrd. Bakterien
- ✓ „Reine“ Außenluft enthält 100 – 500 Keime/m<sup>3</sup>
- ✓ Natürliche MO Konzentration - Überlebensfähigkeit
- ✓ Allgemein gültige Hintergrundkonzentration existiert nicht
- ✓ Erhöhte Konzentrationen in der Umgebungsluft





## Fragestellung im Projekt

Sind **Bioaerosol Emissions- und Immissionsmessungen** als **Beurteilungs- und Entscheidungsgrundlage** für bestehende und neu zu errichtende Tierhaltungsbetriebe geeignet?

**Quelle soll identifizierbar sein:** Vielzahl an Mikroorganismen in der Luft

- ✓ **Leitparameter:** VDI 4250 Bl. 3 - spezifische Mikroorganismen wie z.B. Bakterien

**Messverfahren und Messparameter sind unterschiedlich:** VDI 4300 Bl. 10

- ✓ **Impingement-,** Impaktion-, Filtrationsverfahren

# Nachweis der Bioaerosole in der Tierhaltung

(nach VDI 4250 Bl. 3)



## Anlagentypische Mikroorganismen (Leitparameter)

### Bakterien Konzentrationen (KBE/m<sup>3</sup>)

- Gesamtbakterien

1 Kolonie = 1 KBE

Summe Kolonien = Berechnung KBE/m<sup>3</sup>

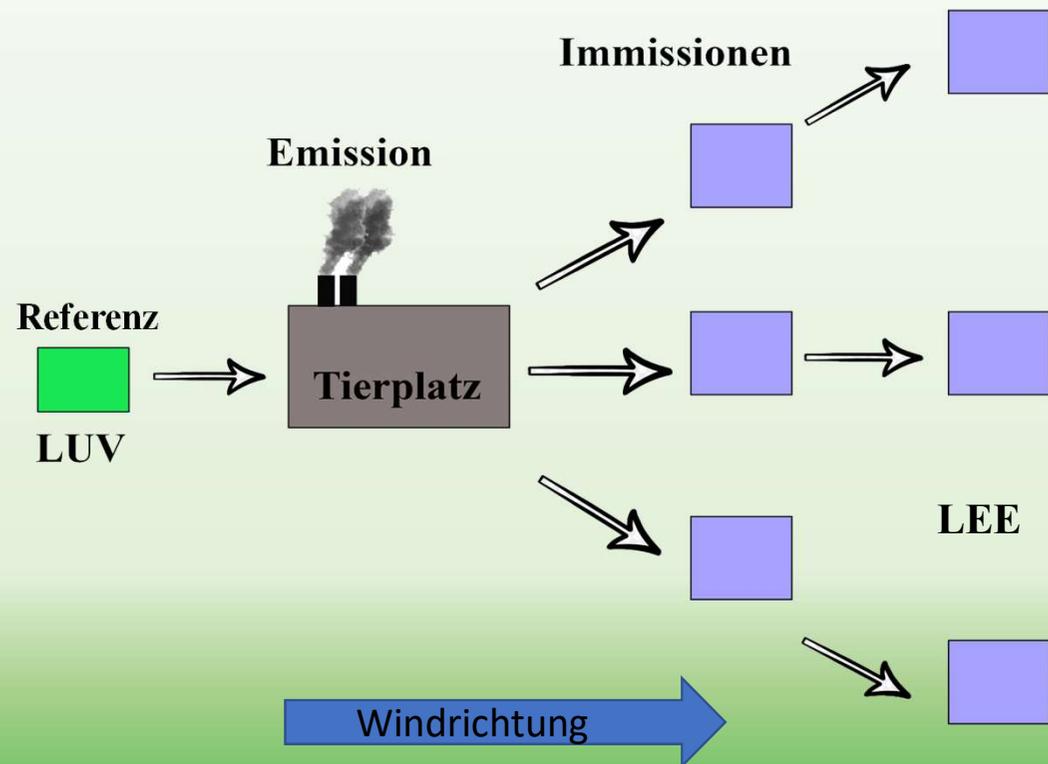
- Staphylokokken
- *S. aureus*

# Anlagenbezogene Immissionsmessungen

## Fächermodell (nach VDI 4251 Bl.1)

- ✓ **LUV:** 300 m (Hintergrund, nicht vom Betrieb beeinflusst)
- ✓ **Emission:** „Out-stack“ Messung am Kamin
- ✓ **LEE:** 50 m – 300 m (Immissionen, Messungen in Windrichtung)
- ✓ **Messdauer:** Impingement 30 Minuten

**Untersuchung:** 2 Schweinemastbetriebe  
 2 Geflügelmastbetriebe

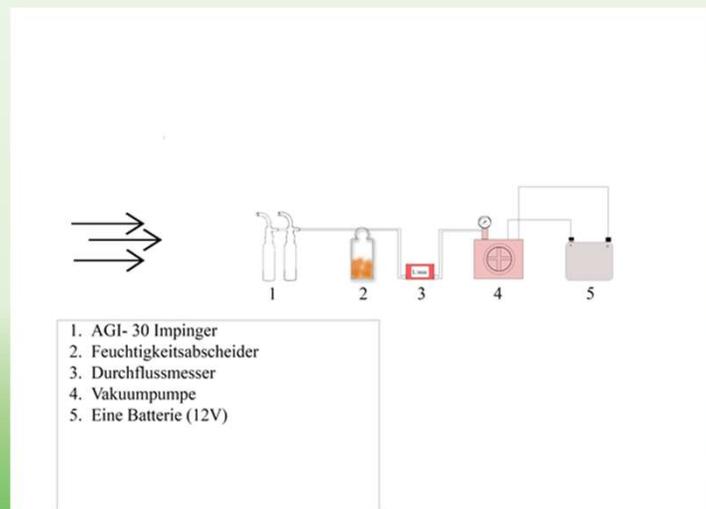


erstellt: M. Stonitsch

# Impingement – Immission und Hintergrund

## AGI 30 (all glass impinger)

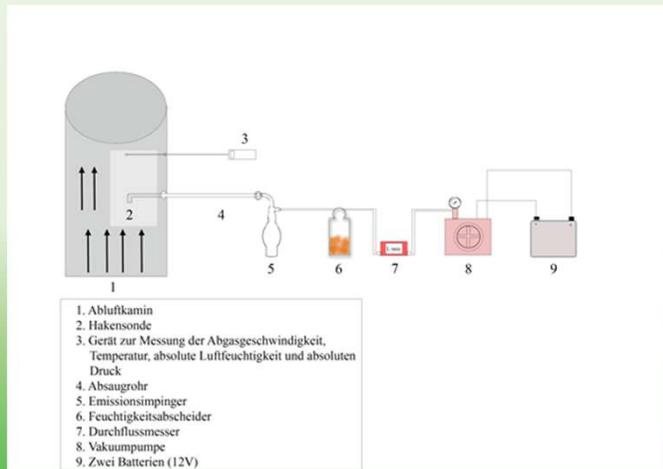
- Prinzip der kritischen Düse
- 12,5 l/min
- Phosphatgepufferte Salzlösung
- Cut-off Wert  $d_{50}$ : 0,3 -10  $\mu\text{m}$



# Impingement - Emission

## E- Impinger

- Prinzip der kritischen Düse
- isokinetische Probenahme – Out-stack Messung
- 16-30 l/min
- Phosphatgepufferte Salzlösung
- Cut-off Wert  $d_{50}$ : 0,3 -10  $\mu\text{m}$



## Probennahme

Ausgeführt: 69 Messereignisse

1 Messereignis (8 Messstellen):

1x Emission: E

6x Immission: I-1 bis I-6

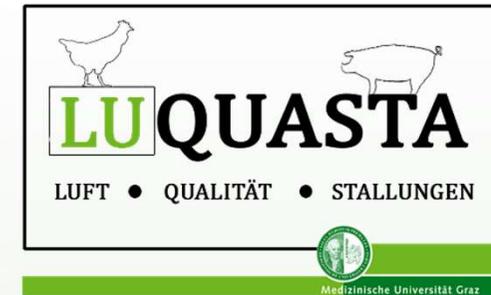
1x Hintergrund: H

2 Messereignisse pro Messtag: **Vormittag/Nachmittag**

Gesamtmenge:

an 35 Messtagen erfolgten **1.120 Messungen**

**2 Schweinemastbetriebe und 2 Geflügelmastbetriebe**



# Schweinemastbetrieb BA1



## Betriebsbeschreibung

**Lage:** 30 km südwestlich von Graz

**Seehöhe:** 355 m

**Mastschweine:** 1.400 Tiere

**Stallfläche:** 1.200 m<sup>2</sup>

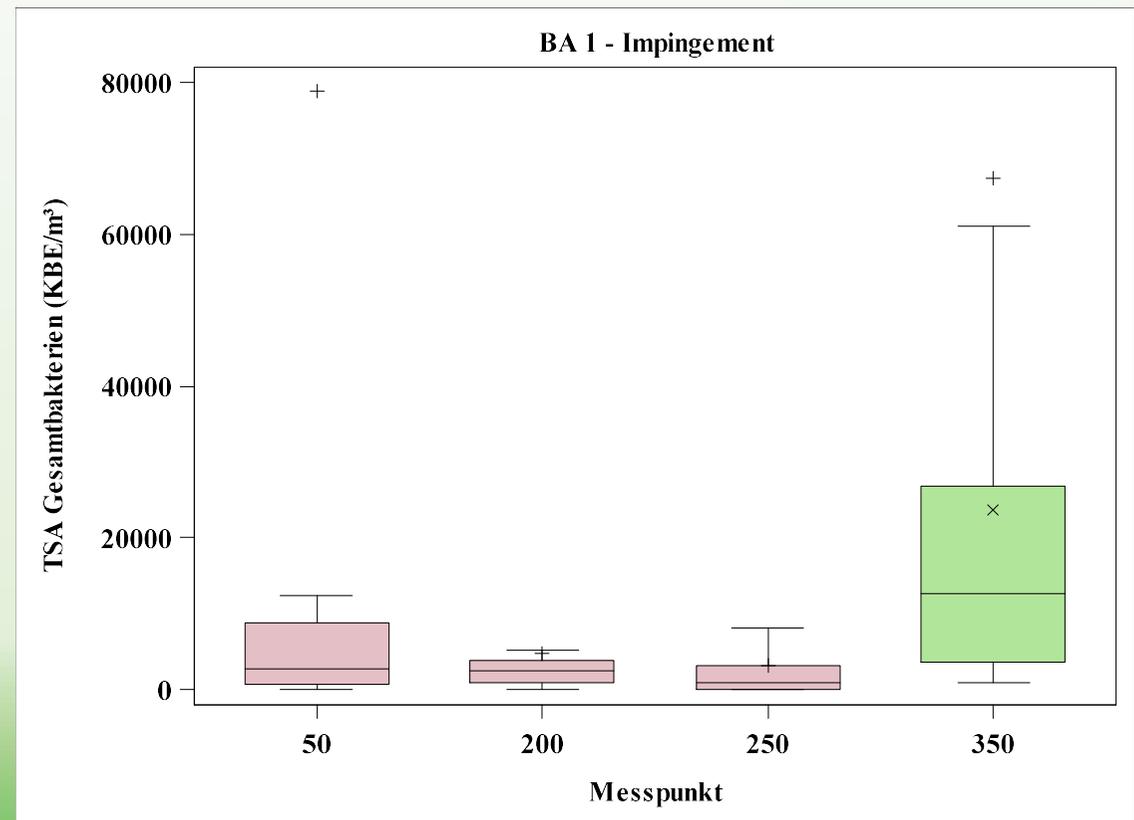
**12 Abteile**

**46 Buchten**

**Vollspaltenboden ohne Einstreu**

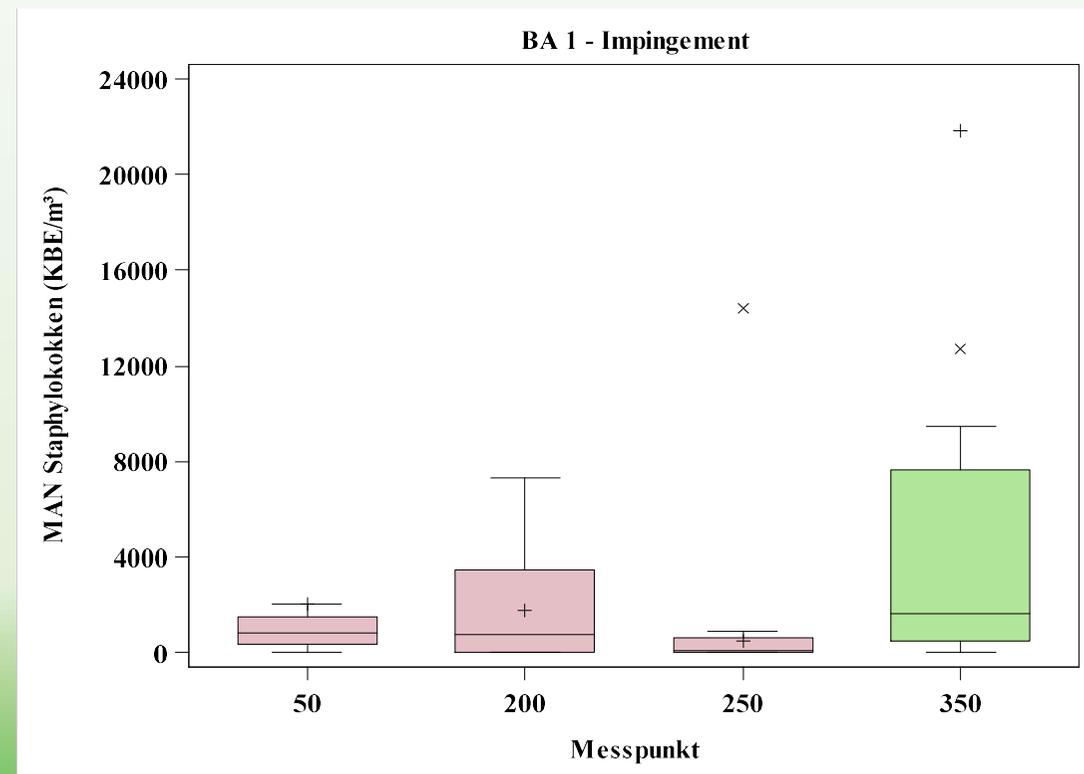
# Ergebnisse – Gesamtbakterien BA1

Entfernung (m)*	Median	Min.	Max.
0 (E)	$2,64 \times 10^6$	$2,79 \times 10^5$	$6,18 \times 10^7$
50 (I-2, I-6)	$2,65 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,51 \times 10^6$
200 (I-1)	$2,58 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$2,87 \times 10^4$
250 (I-4)	$9,80 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$2,02 \times 10^4$
350 (H)	$1,27 \times 10^4$	$9,99 \times 10^2$	$6,37 \times 10^5$



# Ergebnisse – Staphylokokken BA1

Entfernung (m)*	Median	Min.	Max.
0 (E)	$4,41 \times 10^5$	$7,48 \times 10^4$	$3,10 \times 10^6$
50 (I-2, I-6)	$8,46 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,44 \times 10^4$
200 (I-1)	$7,41 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$7,29 \times 10^3$
250 (I-4)	$7,50 \times 10^1$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,29 \times 10^3$
350 (H)	$1,64 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$2,28 \times 10^5$



# Schweinemastbetrieb BA2



## Betriebsbeschreibung

**Lage:** 20 km südwestlich von Graz

**Seehöhe:** 345 m

**Mastschweine:** 1.080 Tiere

**Stallfläche:** 1.000 m<sup>2</sup>

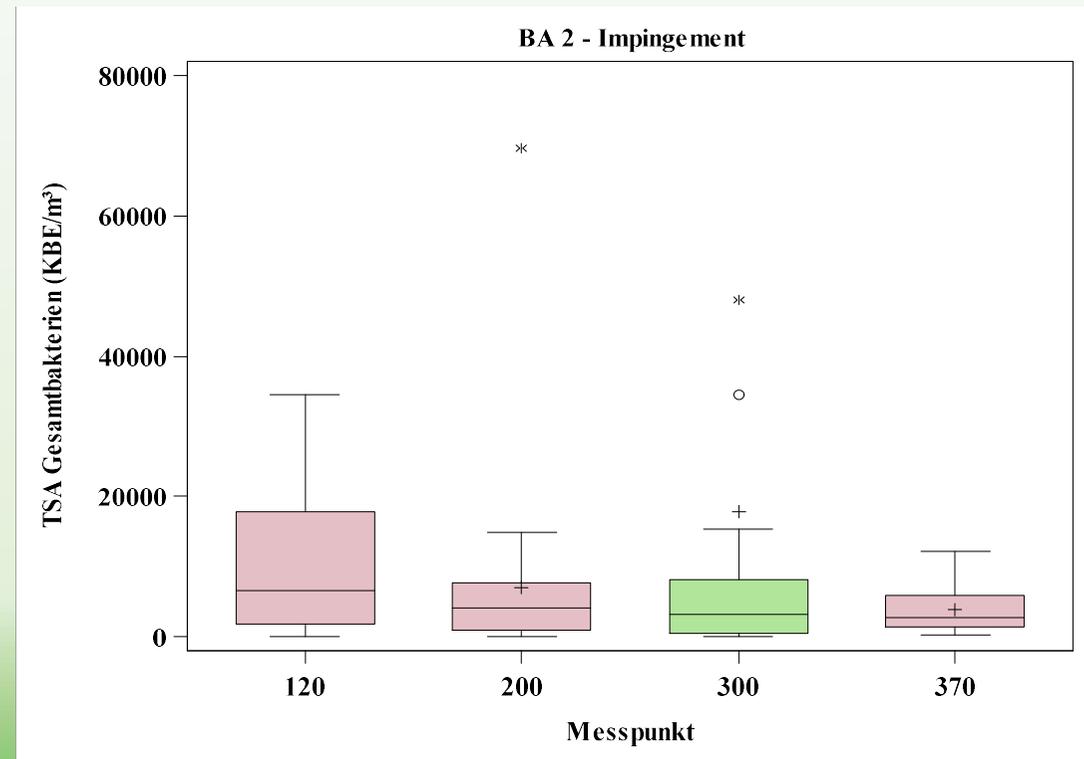
**6 Abteile**

**40 Buchten**

**Vollspaltenboden ohne Einstreu**

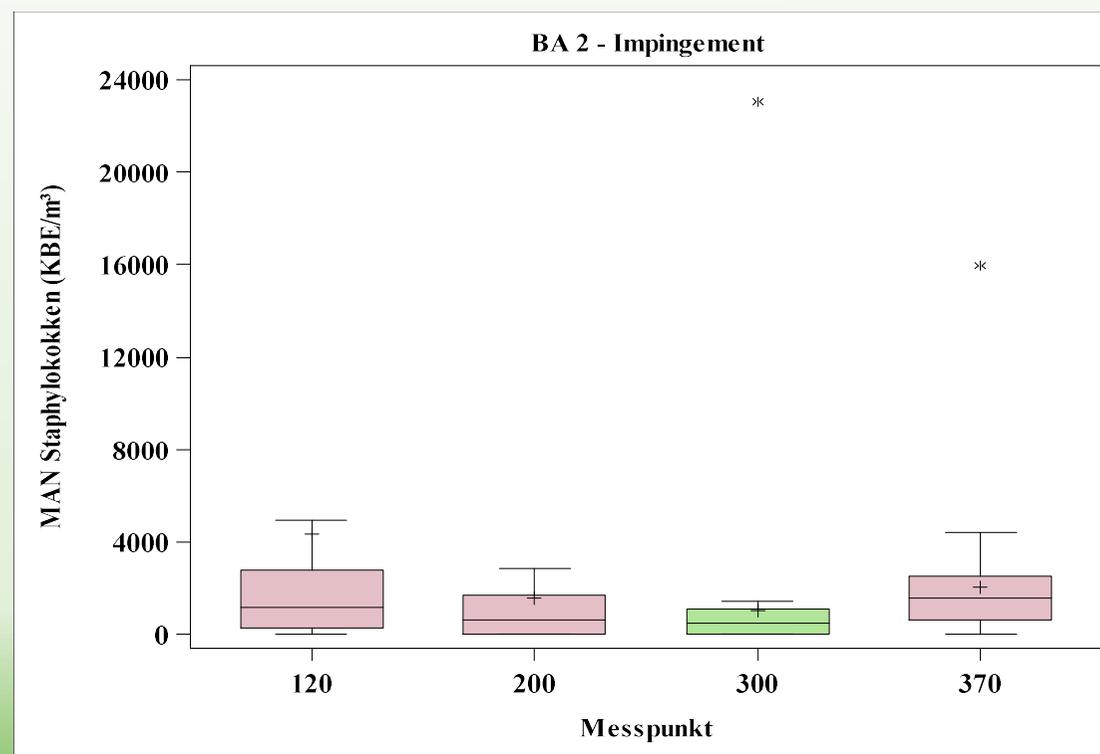
# Ergebnisse – Gesamtbakterien BA2

Entfernung (m)	Median	Min.	Max.
0 (E)	$1,95 \times 10^5$	$1,28 \times 10^3$	$4,23 \times 10^6$
120 (I-1, I-2)	$6,56 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,88 \times 10^6$
200 (I-4)	$4,01 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,45 \times 10^4$
300 (H)	$3,16 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,43 \times 10^5$
370 (I-6)	$2,75 \times 10^3$	$3,39 \times 10^2$	$1,22 \times 10^4$



# Ergebnisse – Staphylokokken BA2

Entfernung (m)	Median	Min.	Max.
0 (E)	$3,42 \times 10^4$	$< 2,5 \times 10^1$	$6,85 \times 10^5$
120 (I-1, I-2)	$1,17 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,15 \times 10^4$
200 (I-4)	$5,88 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,12 \times 10^4$
300 (H)	$4,64 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$7,64 \times 10^3$
370 (I-6)	$1,59 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$5,41 \times 10^3$



# Geflügelmastbetrieb BA3



## Betriebsbeschreibung

**Lage:** 50 km südöstlich von Graz

**Seehöhe:** 288 m

Masthühner: 40.000 Tiere

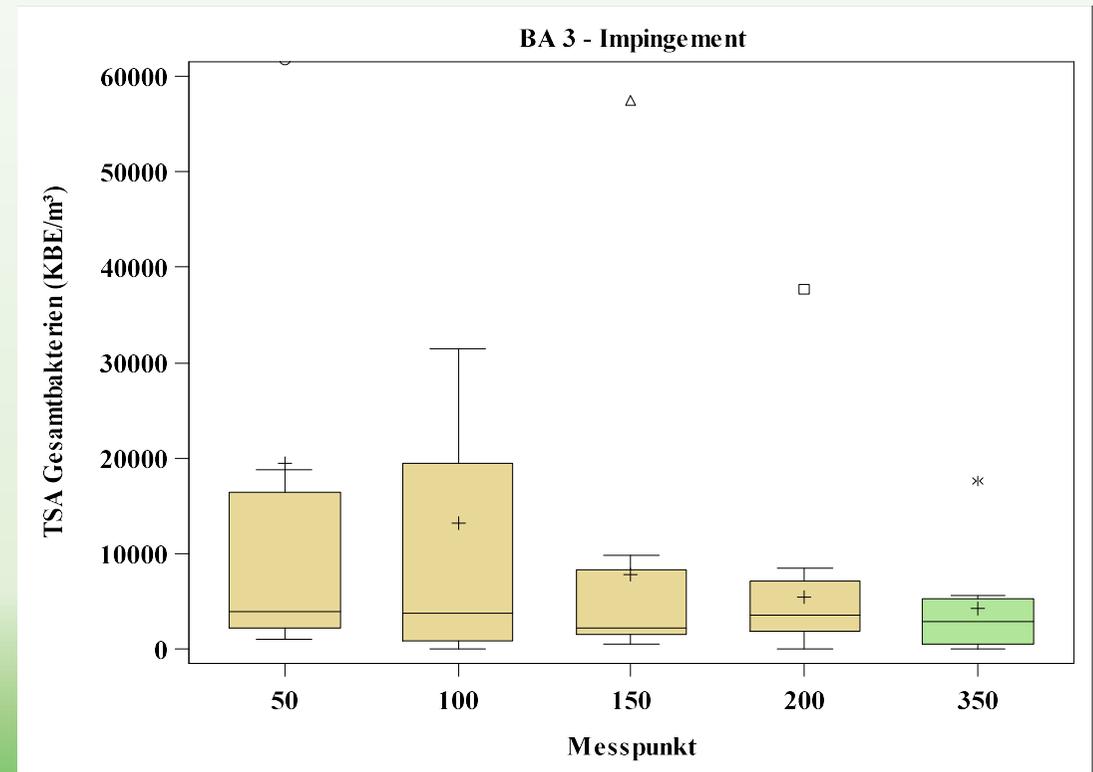
Mastalter: 29-40 Tage

**Stallfläche:** 2.000 m<sup>2</sup>

**Betonboden mit Einstreu**

# Ergebnisse – Gesamtbakterien BA3

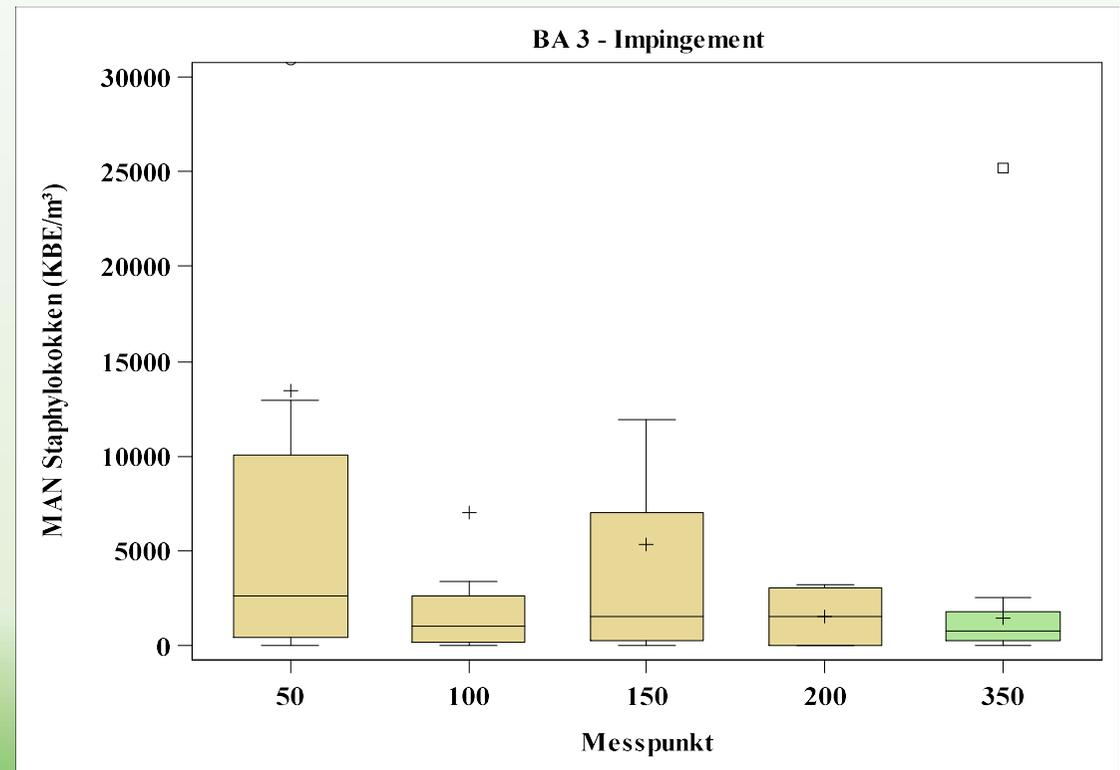
Entfernung (m)*	Median	Min.	Max.
0 (E)	$4,65 \times 10^7$	$4,63 \times 10^4$	$1,84 \times 10^9$
50 (I-1)	$3,97 \times 10^3$	$1,11 \times 10^3$	$1,09 \times 10^5$
100 (I-2)	$3,81 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$5,75 \times 10^4$
150 (I-4)	$2,27 \times 10^3$	$4,90 \times 10^2$	$3,78 \times 10^4$
200 (I-6)	$3,58 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,75 \times 10^4$
350 (H)	$2,96 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$1,63 \times 10^4$



# Ergebnisse – Staphylokokken BA3



Entfernung (m)*	Median	Min.	Max.
0 (E)	$2,01 \times 10^7$	$2,88 \times 10^4$	$1,23 \times 10^9$
50 (I-1)	$2,62 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$8,11 \times 10^4$
100 (I-2)	$1,07 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$4,86 \times 10^4$
150 (I-4)	$1,57 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$2,52 \times 10^4$
200 (I-6)	$1,54 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,24 \times 10^3$
350 (H)	$7,72 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$6,20 \times 10^3$



# Geflügelmastbetrieb BA4



## Betriebsbeschreibung

**Lage:** 30 km östlich von Graz

**Seehöhe:** 425 m

**Masthühner:** 30.000 Tiere

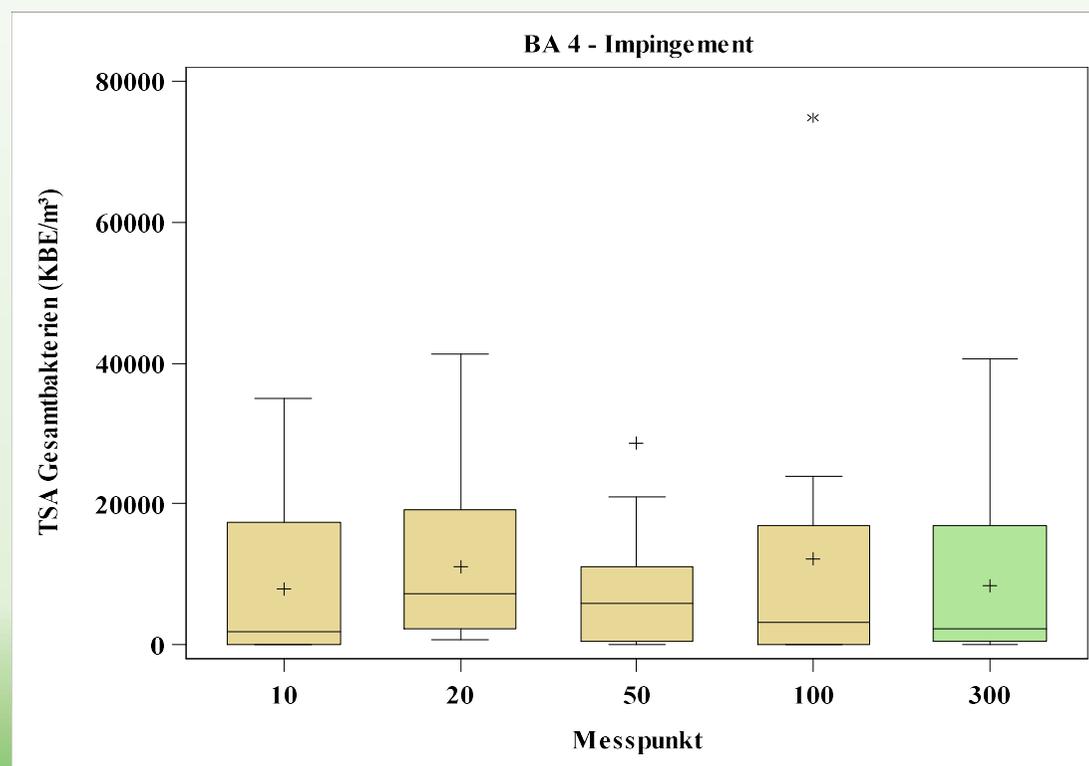
**Mastalter:** 30-40 Tage

**Stallfläche:** 1.620 m<sup>2</sup>

**Betonboden mit Einstreu**

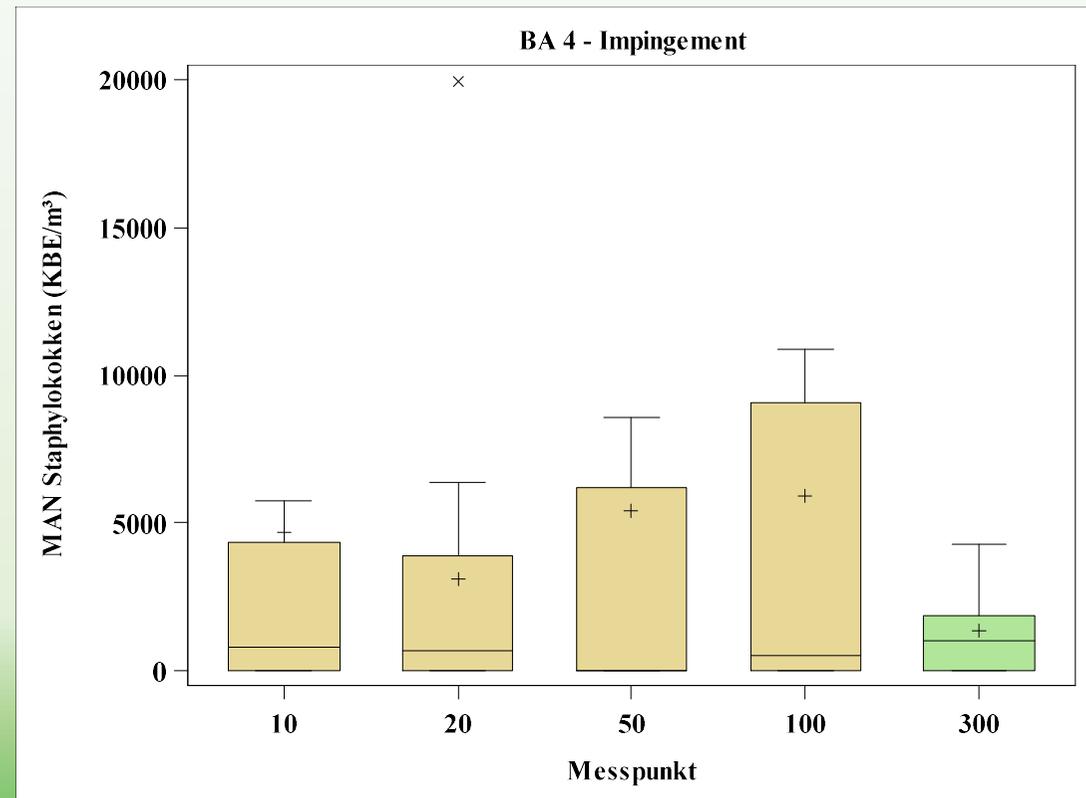
# Ergebnisse – Gesamtbakterien BA4

Entfernung (m)*	Median	Min.	Max.
0 (E)	$2,05 \times 10^7$	$5,11 \times 10^5$	$1,21 \times 10^8$
10 (I-6)	$1,78 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,51 \times 10^4$
20 (I-4)	$7,16 \times 10^3$	$6,82 \times 10^2$	$4,13 \times 10^4$
50 (I-1)	$5,91 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$2,32 \times 10^5$
100 (I-2)	$3,30 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$7,48 \times 10^4$
300 (H)	$2,37 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$4,06 \times 10^4$



# Ergebnisse – Staphylokokken BA4

Entfernung (m)*	Median	Min.	Max.
0 (E)	$1,92 \times 10^7$	$3,57 \times 10^4$	$5,37 \times 10^7$
10 (I-6)	$7,84 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,75 \times 10^4$
20 (I-4)	$6,82 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$2,00 \times 10^4$
50 (I-1)	$< 2,5 \times 10^1$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,64 \times 10^4$
100 (I-2)	$5,26 \times 10^2$	$< 2,5 \times 10^1$	$3,98 \times 10^4$
300 (H)	$1,03 \times 10^3$	$< 2,5 \times 10^1$	$4,30 \times 10^3$



# Emissionsfaktoren



- Zur Prognostizierung einer Bioaerosolbelastung im Umfeld von nutztierhaltenden Betrieben
- Spiegelt Quellstärke wider - abgegebene Menge von Verunreinigungen je Zeiteinheit
- Im Zusammenhang mit Bioaerosolen
  - entweder Angabe der Emission koloniebildender Einheiten je Tierplatz (Anzahl der eingestellten Nutztiere) und Sekunde (KBE/TP\*s)
  - oder Angabe der Anzahl der emittierten Mikroorganismen (KBE) pro Zeiteinheit, bezogen auf die Tierlebensmasse (KBE/GV\*s)
- Großvieheinheit (GV)
  - wird nach Tieranzahl- und Tiergewicht ermittelt
  - ist ein Umrechnungsschlüssel zum Vergleich verschiedener Nutztierarten hinsichtlich des Lebendgewichtes
  - 1 GV entspricht dabei 500 Kilogramm normierter Tierlebensmasse
- Ermittlung der spezifischen Emissionsfaktoren aus den beprobten Abluftkaminen (Emissionsmessstellen)
  - Mikroorganismen/Bioaerosole mittels Emissionsimpinger gesammelt
  - simultan die Geschwindigkeit und der Volumenstrom der Abluft sowie die Anzahl der Tiere im Stall dokumentiert

# Emissionsfaktoren in KBE/(GV\*s) Schweinmastbetriebe

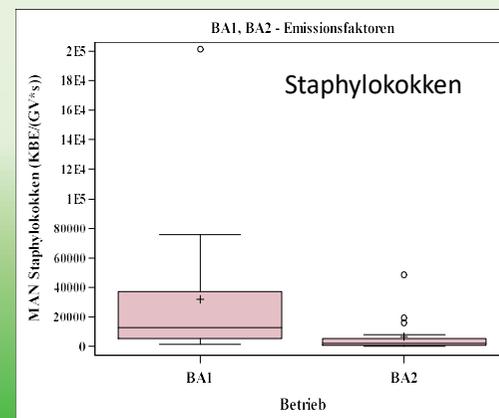
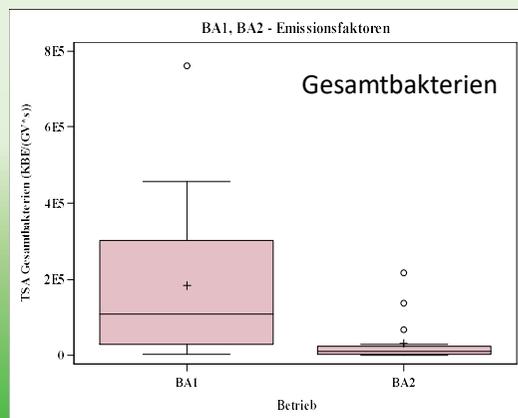


Betrieb	Gesamtbakterien MW (KBE/(GV*s))	Gesamtbakterien MW (KBE/(TP*s))	Gesamtbakterien Median (KBE/(GV*s))	Gesamtbakterien Median (KBE/(TP*s))
BA1	1,83x10 <sup>5</sup>	2,75x10 <sup>4</sup>	1,09x10 <sup>5</sup>	1,64x10 <sup>4</sup>
BA2	3,13x10 <sup>4</sup>	4,70x10 <sup>3</sup>	9,84x10 <sup>3</sup>	1,48x10 <sup>3</sup>

Betrieb	Staphylokokken MW (KBE/(GV*s))	Staphylokokken MW (KBE/(TP*s))	Staphylokokken Median (KBE/(GV*s))	Staphylokokken Median (KBE/(TP*s))
BA1	3,19x10 <sup>5</sup>	4,79x10 <sup>3</sup>	1,27x10 <sup>4</sup>	1,91x10 <sup>3</sup>
BA2	6,62x10 <sup>3</sup>	9,93x10 <sup>2</sup>	2,30x10 <sup>3</sup>	3,45x10 <sup>2</sup>

- Emissionsfaktoren der Gesamtbakterien und Staphylokokken in (KBE/(GV\*s)) bzw. (KBE/(TP\*s))
- Umrechnung von Großvieheinheit (GV) in Tierplatz (TP) nach den für die Tierart angegebenen Faktoren aus dem GV-Schlüssel KTBL (Mastschweine 0,15).



## Emissionsfaktoren VDI4255 Bl.4

Gesamtbakterien MW (KBE/(GV*s))	Gesamtbakterien MW (KBE/(TP*s))
1,3x10 <sup>4</sup>	2,0x10 <sup>3</sup>
Staphylokokken MW (KBE/(GV*s))	Staphylokokken MW (KBE/(TP*s))
2,0x10 <sup>4</sup>	3,0x10 <sup>3</sup>

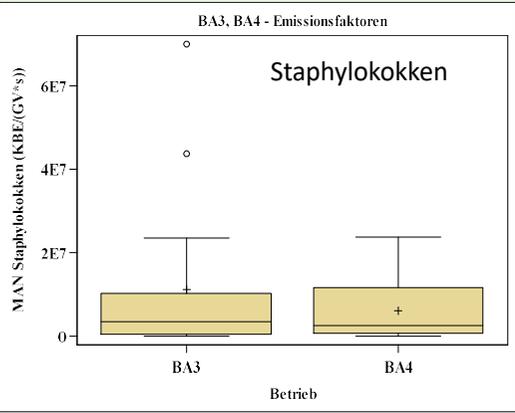
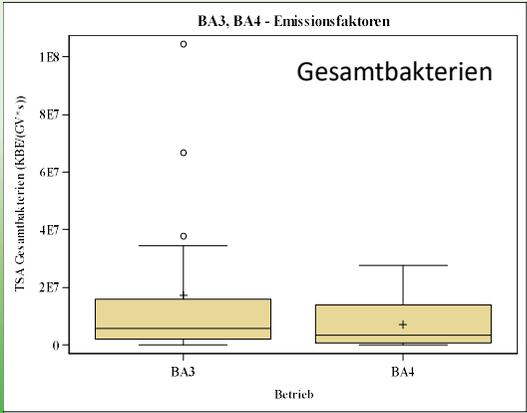
# Emissionsfaktoren in KBE/(GV\*s) Geflügelmastbetriebe

Betrieb	Gesamtbakterien MW (KBE/(GV*s))	Gesamtbakterien MW (KBE/(TP*s))	Gesamtbakterien Median (KBE/(GV*s))	Gesamtbakterien Median (KBE/(TP*s))
BA3	1,73x10 <sup>7</sup>	2,60x10 <sup>4</sup>	5,68x10 <sup>6</sup>	8,52x10 <sup>3</sup>
BA4	7,13x10 <sup>6</sup>	1,07x10 <sup>4</sup>	3,56x10 <sup>6</sup>	5,34x10 <sup>3</sup>

Betrieb	Staphylokokken MW (KBE/(GV*s))	Staphylokokken MW (KBE/(TP*s))	Staphylokokken Median (KBE/(GV*s))	Staphylokokken Median (KBE/(TP*s))
BA3	1,11x10 <sup>7</sup>	1,67x10 <sup>4</sup>	3,48x10 <sup>6</sup>	5,22x10 <sup>3</sup>
BA4	6,03x10 <sup>6</sup>	9,05x10 <sup>3</sup>	2,49x10 <sup>6</sup>	3,74x10 <sup>3</sup>

- Emissionsfaktoren der Gesamtbakterien und Staphylokokken in (KBE/(GV\*s)) bzw. (KBE/(TP\*s))
- Umrechnung von Großvieheinheit (GV) in Tierplatz (TP) nach den für die Tierart angegebenen Faktoren aus dem GV-Schlüssel KTBL (Broiler 0,0015).

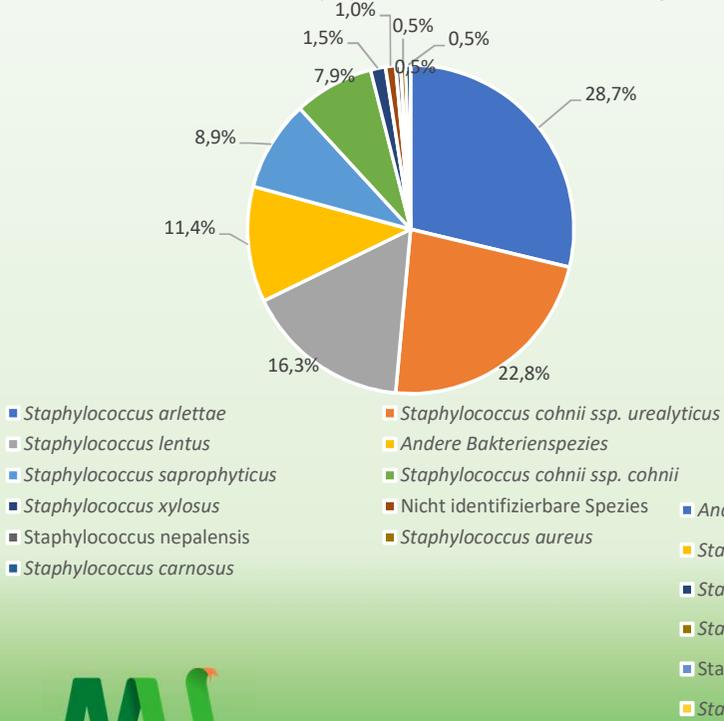


## Emissionsfaktoren VDI4255 Bl.3

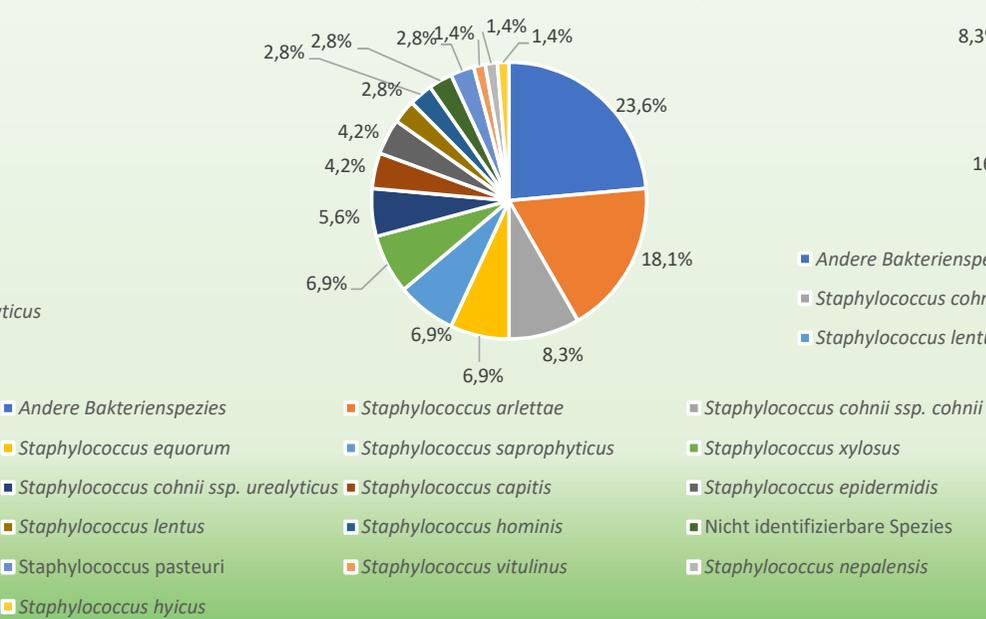
Gesamtbakterien MW (KBE/(GV*s))	Gesamtbakterien MW (KBE/(TP*s))
6,7x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>4</sup>
Staphylokokken MW (KBE/(GV*s))	Staphylokokken MW (KBE/(TP*s))
4,7x10 <sup>6</sup>	7,0x10 <sup>3</sup>

# Ergebnisse Geflügelmastbetrieb – Identifizierte Staphylokokken-Arten

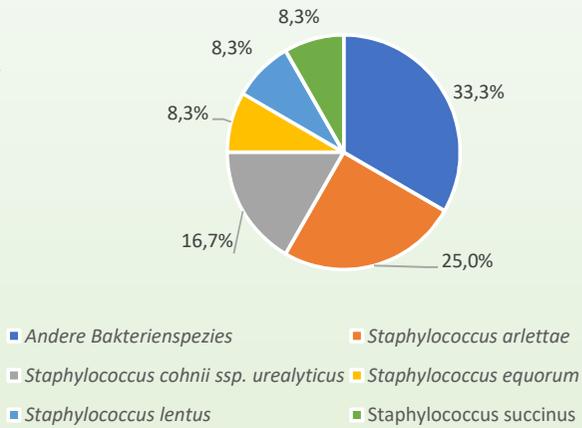
Artenvielfalt der Staphylokokken Emission Messtag 1, n=202



Artenvielfalt der Staphylokokken Immission Messtag 1, n=72



Artenvielfalt der Staphylokokken im Hintergrund Messtag 1, n=12



## Schlussfolgerung



- Die **1.120** durchgeführten Emissions- und Immissionsmessungen geben Aufschluss über den **Istzustand** der luftgetragenen biologischen Partikel aus und um Tierhaltungsanlagen.
- An allen untersuchten Betrieben **verringerten sich die Bakterien- und Staphylokokken-Konzentrationen** von der Emission zur Immission.
- Bei den Geflügelmastbetrieben zeigten sich höhere Emissionen als bei den Schweinemastbetrieben.
- Die Mikroorganismenkonzentrationen können in der **Immission** durch **Windschwankungen** und turbulente **Windströmungen** fallweise stark differieren.
- Als **Leitparameter** eignet sich die **Erfassung der Staphylokokken**, weil diese Gattung spezifisch für Tierstallungen ist und in relativ konstanten Konzentrationen in der Emission auftritt.
- Für eine Bewertung der Emission lässt sich keine allgemeine Aussage treffen. Eine **Beurteilung** der Emission und Immission ist stets **auf den konkreten Betrieb** zu beziehen.