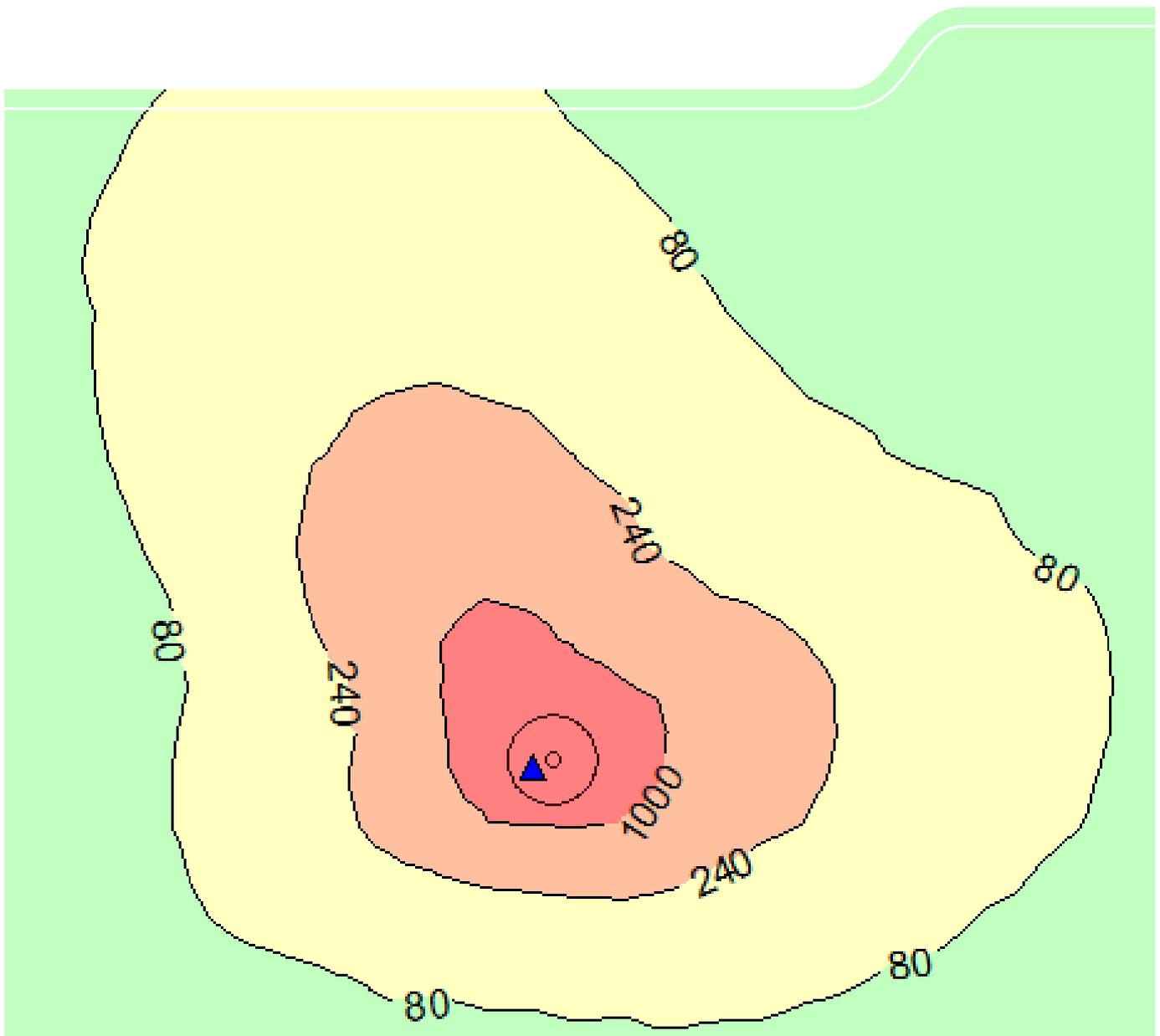


# Ausbreitungsrechnungen für Bioaerosol-Leitparameter

Schriftenreihe, Heft 28/2016



Anwendung von Emissionsfaktoren  
für Bioaerosol-Leitparameter  
nach VDI 4255  
im Rahmen von Ausbreitungsrechnungen  
am Beispiel exemplarischer  
Tierhaltungsanlagen in Sachsen

Michael Lohberger, Maria Mühlner

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Bioaerosolemissionen in der Nutztierhaltung .....	7
1.2	LAI-Bioaerosol-Leitfaden .....	7
1.3	Aufgabenstellung.....	8
<b>2</b>	<b>Ausbreitungsrechnungen</b> .....	<b>9</b>
2.1	Schweinemastanlagen .....	10
2.1.1	Anlage 1 .....	10
2.1.2	Anlage 2 .....	11
2.1.3	Anlage 3 .....	13
2.2	Hähnchenmastanlagen.....	14
2.2.1	Anlage 4 .....	14
2.2.2	Anlage 5 .....	16
2.3	Legehennenanlagen.....	17
2.3.1	Anlage 6 .....	17
2.3.2	Anlage 7 .....	19
2.4	Putenmastanlagen .....	20
2.4.1	Anlage 8 .....	20
2.4.2	Anlage 9 .....	21
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Weitere Fragestellungen</b> .....	<b>25</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>28</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 1 .....	10
Abbildung 2:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 1 .....	11
Abbildung 3:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 2 .....	12
Abbildung 4:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 2 .....	12
Abbildung 5:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 3 .....	13
Abbildung 6:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 3 .....	14
Abbildung 7:	Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 4 .....	14
Abbildung 8:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 4 .....	15
Abbildung 9:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 4 .....	15
Abbildung 10:	Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 5 .....	16
Abbildung 11:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 5 .....	17
Abbildung 12:	Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 6 .....	18
Abbildung 13:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 6 .....	18
Abbildung 14:	Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 7 .....	19
Abbildung 15:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 7 .....	19
Abbildung 16:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 7 .....	20
Abbildung 17:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 8 .....	20
Abbildung 18:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 8 .....	21
Abbildung 19:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 9 .....	22
Abbildung 20:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 9 .....	22
Abbildung 21:	Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 5, Ausbreitung als pm-2 Partikel .....	26

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Leitparameter und Orientierungswerte (Jahresmittel) für die Tierhaltung (Quelle: LAI-Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Bioaerosol-Immissionen).....	8
Tabelle 2:	Emissionsfaktoren für Geflügel- und Schweinehaltung nach VDI für die Leitparameter Staphylokokken und Enterokokken (Quelle: VDI 4255 Blatt 3, VDI 4255 Blatt 4 E) .....	9
Tabelle 3:	Prognostizierte Mindestabstände zur Einhaltung des Orientierungswertes für Staphylokokken .....	23
Tabelle 4:	Prognostizierte Mindestabstände zur Einhaltung des Orientierungswertes für Enterokokken .....	23

## Abkürzungsverzeichnis

AKS	Ausbreitungsklassen-Statistiken
AKT/AKTerm	Ausbreitungsklassen-Zeitreihen
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
GV	Großvieheinheit (1 GV = 500 kg Tierlebensmasse)
KBE	Koloniebildende Einheit (Einheit, in der die Anzahl der anzüchtbaren Mikroorganismen ausgedrückt wird [DIN EN 13098])
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
PM <sub>2,5</sub>	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von < 2,5 µm (particulate matter)
PM <sub>10</sub>	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von < 10 µm (particulate matter)
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TP	Tierplatz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
DIN EN	Deutsches Institut für Normung Europäische Norm
IED	Industrie-Emissions-Richtlinie (Industry-Emission-Directive)

# 1 Einleitung

## 1.1 Bioaerosolemissionen in der Nutztierhaltung

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz mit seinen Verordnungen und die TA Luft regeln die Ermittlung und Bewertung der Emissionen und Immissionen von Partikeln und gasförmigen Stoffen. Als Luftverunreinigung wird die Veränderung der Zusammensetzung der Luft verstanden. Immissionen sind im Sinne dieses Gesetzes die auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen (§ 3 BImSchG).

Der vorliegende Bericht betrachtet speziell die Thematik der Bioaerosole. Bioaerosole sind luftgetragene Partikel biologischer Herkunft (DIN EN 13098). Bioaerosolemissions- und immissionsrelevante Anlagenarten gibt es in verschiedenen Wirtschaftsbereichen, vor allem in der Abfallwirtschaft und in der Landwirtschaft/Lebensmittelproduktion (VDI 4250 Blatt 3 E). In der Tierwirtschaft werden die Tiere in Abhängigkeit von Tierart, Produktions- bzw. Nutzungseinrichtung in unterschiedlichen Haltungsverfahren aufgestellt (VDI 4255 Blatt 2). Die Emission von Bioaerosolen hängt davon wiederum stark ab.

Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind in der TA Luft Nr. 4 geregelt. In den Nummern 4.2 bis 4.5 sind Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für luftverunreinigende Stoffe festgelegt. Auf Grund der fehlenden Dosis-/Wirkungsbeziehung gibt es keine Festlegung von Immissionswerten für Bioaerosole. In der TA Luft Nr. 4.8 ist für derartige Fälle festgelegt, dass „bei luftverunreinigenden Stoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 nicht festgelegt sind (...), eine Prüfung, ob schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, erforderlich ist, wenn hierfür hinreichende Anhaltspunkte bestehen“.

Die TA Luft fordert eine Prüfung von Minderungsmaßnahmen bezüglich Bioaerosolemissionen. Gemäß Kap. 5.4.7.1 TA Luft sind „Möglichkeiten, die Emissionen an Keimen und Endotoxinen durch dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu vermindern, zu prüfen“. Hinweise, ob schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen bzw. ausgeschlossen werden können, gibt der LAI-Bioaerosol-Leitfaden.

## 1.2 LAI-Bioaerosol-Leitfaden

Die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat über ihre Ausschüsse ein Verfahren zur Ermittlung und Bewertung von Bioaerosol-Immissionen erarbeitet. Der Leitfaden gibt Hinweise für Genehmigungsverfahren bezüglich einer Neugenehmigung oder Genehmigung einer wesentlichen Änderung und für Aufsichtsverfahren, in denen hinreichende Anhaltspunkte für Emissionen von Bioaerosolen bestehen. Er stellt Kriterien dafür auf, wann eine Sonderfallprüfung bezüglich Bioaerosol-Emissionen einer Anlage erforderlich ist. Die Prüfung, ob eine Sonderfallprüfung durchzuführen ist, geschieht in Stufen. Mit jeder Stufe ist zu entscheiden, ob weitergehende Prüfungen erforderlich sind oder ob davon ausgegangen werden kann, dass mit dem Einhalten vorgegebener Kriterien auf eine weitergehende Betrachtung begründet verzichtet werden kann.

### ■ Stufe 1:

Es wird zunächst in Anlehnung an VDI 4250 Blatt 1 geprüft, ob anhand einfach zu ermittelnder Kriterien, zum Beispiel dem Abstand zwischen relevantem Immissionsort und Anlage, Hinweise auf das Vorliegen

einer Belastung durch Bioaerosole vorliegen. Für Geflügelhaltungsanlagen ist ein Abstand von < 500 m, für Schweinehaltungsanlagen ein Abstand < 350 m angegeben. Des Weiteren sind ungünstige Ausbreitungsbedingungen (z. B. Kaltluftabflüsse in Richtung der Wohnbebauung), weitere Bioaerosol-emittierende Anlagen in der Nähe (1.000 m-Radius), empfindliche Nutzungen (z. B. Krankenhäuser) oder gehäufte Beschwerden durch Anwohner wegen gesundheitlicher Beeinträchtigungen genannt. Sofern sich aus dieser Prüfung keine weiteren Hinweise ergeben, kann die Prüfung an der jeweiligen Stelle abgebrochen werden. Wenn jedoch ein oder mehrere Kriterien nicht ausgeräumt/eingehalten werden, ist weiter zu prüfen.

## ■ Stufe 2:

In Stufe 2 wird wie folgt verfahren: Im ersten Schritt erfolgt eine Prüfung auf Irrelevanz anhand der Feinstaubzusatzbelastung (Kriterium: Zusatzbelastung  $\leq 3,0$  % des Immissionswertes), zudem ist eine Gesamtwürdigung der Situation vorzunehmen.

Im zweiten Schritt erfolgt für die anlagenbezogenen Leitparameter eine Abschätzung der Gesamtbelastung mittels Ausbreitungsrechnung (VDI 4251 Blatt 3). Als Leitparameter werden Mikroorganismen bezeichnet, die für die Emission aus einer Anlage charakteristisch und mit derzeit zur Verfügung stehenden Probenahme- und Analysemethoden nachweisbar sind (VDI 4250 Blatt 3).

In einem dritten Schritt wird die prognostizierte Belastung für einen Leitparameter mit einem Orientierungswert verglichen. Tabelle 1 enthält die im LAI-Bioaerosol-Leitfaden für die Leitparameter Staphylokokken und Enterokokken vorgegebenen Orientierungswerte.

**Tabelle 1: Leitparameter und Orientierungswerte (Jahresmittel) für die Tierhaltung**

(Quelle: LAI-Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Bioaerosol-Immissionen)

Bakterien	Bestimmungsgrenze BG*	Faktor	Orientierungswert
Staphylokokken	80 KBE/m <sup>3</sup>	3	240 KBE/m <sup>3</sup>
Enterokokken	80 KBE/m <sup>3</sup>	3	240 KBE/m <sup>3</sup>

\* BG = Bestimmungsgrenze: Geringster Gehalt eines Analyten, der quantitativ mit einer genau festgelegten statistischen Sicherheit bestimmt werden kann (DIN EN 15842)

## 1.3 Aufgabenstellung

Mit Vorliegen von Emissionsfaktoren im Rahmen der aktuell erarbeiteten und nun vorliegenden VDI 4255 Bl. 3/4. wird es möglich, Ausbreitungsrechnungen für Geflügel- und Schweinehaltungsanlagen durchzuführen. In der Richtlinie VDI 4255 Blatt 3 sind Konventionenwerte für Emissionsfaktoren für die Leitparameter Staphylokokken und Enterokokken für die Geflügelhaltung festgelegt; Gleiches enthält für Anlagen der Schweinehaltung die Richtlinie VDI 4255 Blatt 4.

In der vorliegenden Untersuchung werden für exemplarische, für Sachsen im Rahmen von Genehmigungsverfahren typische Tierhaltungsanlagen (drei Schweinehaltungsanlagen, sechs Geflügelhaltungsanlagen) numerische Ausbreitungsrechnungen für die anlagenspezifischen Leitparameter Staphylokokken und Enterokokken durchgeführt.

Anhand der Ausbreitungsrechnungen soll geprüft werden, wie sich die prognostizierten Konzentrationsverteilungen (Jahresmittelwerte) für die Leitparameter darstellen. Es soll betrachtet werden, wie sich die unter Zu-

Grundlegung der Orientierungswerte nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden ergebenden Abstände zu den in der vorangehenden Prüfstufe benannten Mindestabständen verhalten.

Die Ausbreitungsrechnungen erfolgen mit AUSTAL View 9.0.0. Dieses Programmsystem berechnet die Ausbreitung von Schad- und Geruchsstoffen in der Atmosphäre in Umsetzung des Anhanges 3 der TA Luft (in der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 ist das dem Programm zu Grunde liegende Modell beschrieben).

Ein Emissionsfaktor quantifiziert die Fracht an luftverunreinigenden Stoffen je Zeiteinheit, die auf den Tierplatz, auf die Tiermasse (angegeben in Großvieheinheiten) oder auf die emittierende Fläche bezogen sein kann (VDI 4255 Blatt 4 E). In den Richtlinien VDI 4255 Blatt 3 und 4 werden die Werte für die Emissionsfaktoren für Bioaerosole in KBE/(TP\*s) angegeben. Emissionsfaktoren für Bioaerosole werden als Mittelwerte über Tierplätze und Jahr festgelegt (VDI 4255 Blatt 3). In Tabelle 2 sind die in den Richtlinien benannten Konventionenwerte für Emissionsfaktoren zusammengefasst.

**Tabelle 2: Emissionsfaktoren für Geflügel- und Schweinehaltung nach VDI für die Leitparameter Staphylokokken und Enterokokken** (Quelle: VDI 4255 Blatt 3, VDI 4255 Blatt 4 E)

Tierart	Haltungsform	Konventionenwerte für Emissionsfaktoren in KBE/(TP*s)	
		Staphylokokken	Enterokokken
<b>Geflügel</b>		<b>VDI 4255 Blatt 3</b>	
- Masthähnchen	Mit Zwangslüftung ohne Auslauf	$7 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^1$
- Legehennen	Bodenhaltung mit Voliere	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^1$
	Bodenhaltung	$3 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$
- Junghennen	Voliere	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^1$
- Puten	Bodenhaltung	$4 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$
<b>Schweine</b>		<b>VDI 4255 Blatt 4 E</b>	
- Schweinemast	Flüssigmist mit Zwangslüftung	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2$
- Ferkelaufzucht	Flüssigmist mit Zwangslüftung	$2 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^0$

## 2 Ausbreitungsrechnungen

Insgesamt werden neun für Sachsen im Rahmen von BImSchG-Verfahren typische Anlagen betrachtet:

- drei Schweinemastanlagen
- zwei Hähnchenmastanlagen
- zwei Legehennenanlagen
- zwei Putenmastanlagen

Im Folgenden werden die angesetzten Anlagen hinsichtlich Tierart, Lage (Meteorologie), Größe der Ställe, Anzahl und Art der bioaerosolrelevanten Emissionsquellen, Lüftung und Tierplatzzahl beschrieben. Des Wei-

teren werden die jeweiligen Ausbreitungssituationen für die Leitparameter Staphylokokken und exemplarisch für Enterokokken dargestellt.

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL View wird eine Ausbreitungsklasse für die Bioaerosole in ihrer Form als Partikel festgelegt. Verwendet wird die Partikelklasse pm1 (Partikel mit aerodynamischem Partikeldurchmesser < 2,5 µm, entspricht der Feinstaub-Fraktion PM 2,5).

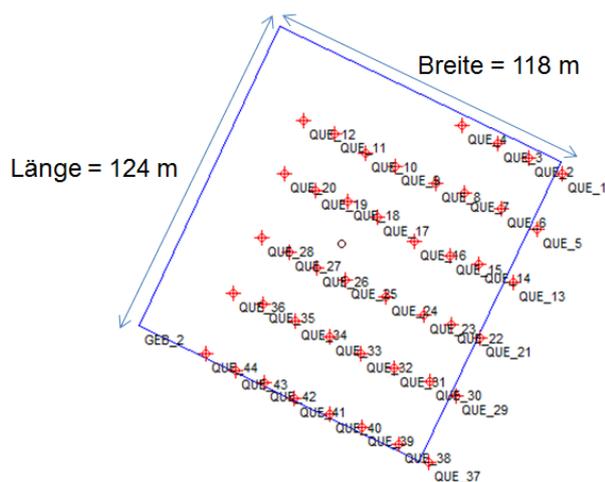
## 2.1 Schweinemastanlagen

### 2.1.1 Anlage 1

Die Anlage wurde mit einer Tierplatzzahl von 11.500 angenommen und wäre demnach mit mehr als 2.000 Mastschweineplätzen nach 4. BImSchV Nr. 7.1.7.1 mit Öffentlichkeitsbeteiligung zu genehmigen.

Zugrunde gelegt wurde ein Stall mit einer Fläche von 120 \* 125 Metern und einer Firsthöhe von 5,4 Metern. Der Stall hat 44 Abluftkamine (44 Punktquellen<sup>1</sup>, siehe Abbildung 1) mit einem jeweiligen Durchmesser von 0,9 Metern und einer Abgasgeschwindigkeit von 3,9 m/s. Die Emissionshöhe liegt bei 6,9 Metern über Grund; es wurde ohne Abgasfahnenüberhöhung gerechnet.

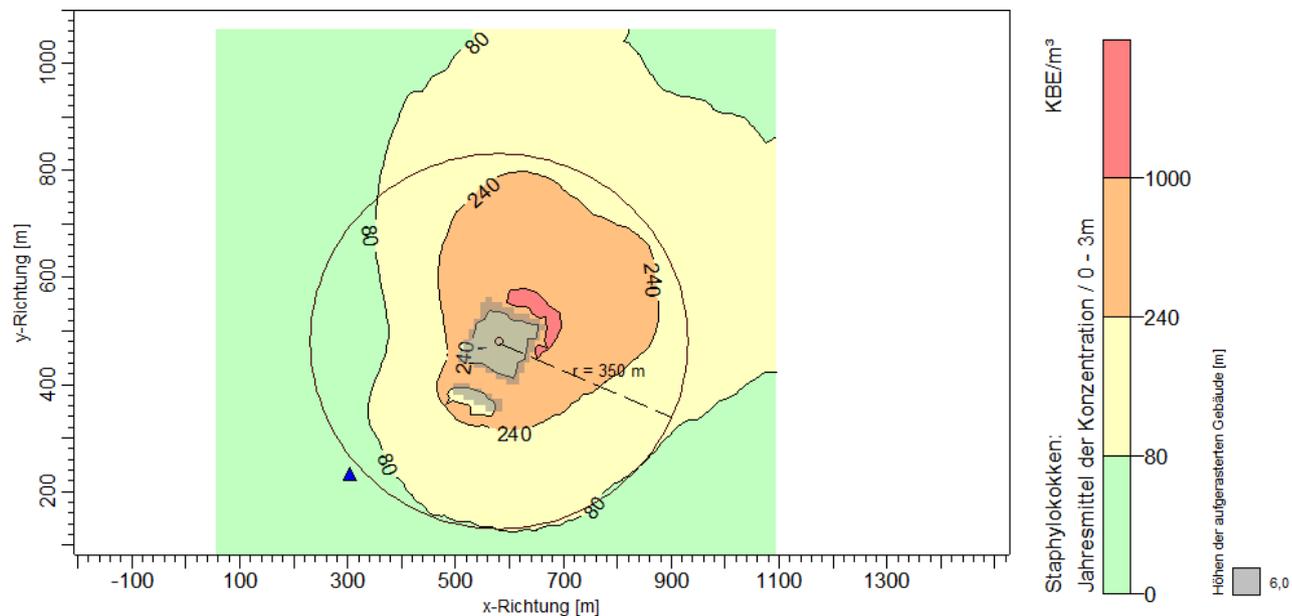
Die Anlagenumgebung ist leicht wellig.



**Abbildung 1: Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 1**

In Abbildung 2 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken dargestellt.

<sup>1</sup> Punktquelle: „Emissionsquelle, aus der die emittierten Stoffe lokal begrenzt, also quasi punktförmig austreten. Punktquellen lassen sich unterscheiden in solche **mit** definiertem Volumenstrom (z. B. Abluftkamin) und solche **ohne** definierten Volumenstrom (z. B. Gebäudeöffnungen)“ (VDI 4251 Blatt 1)



**Abbildung 2: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 1**

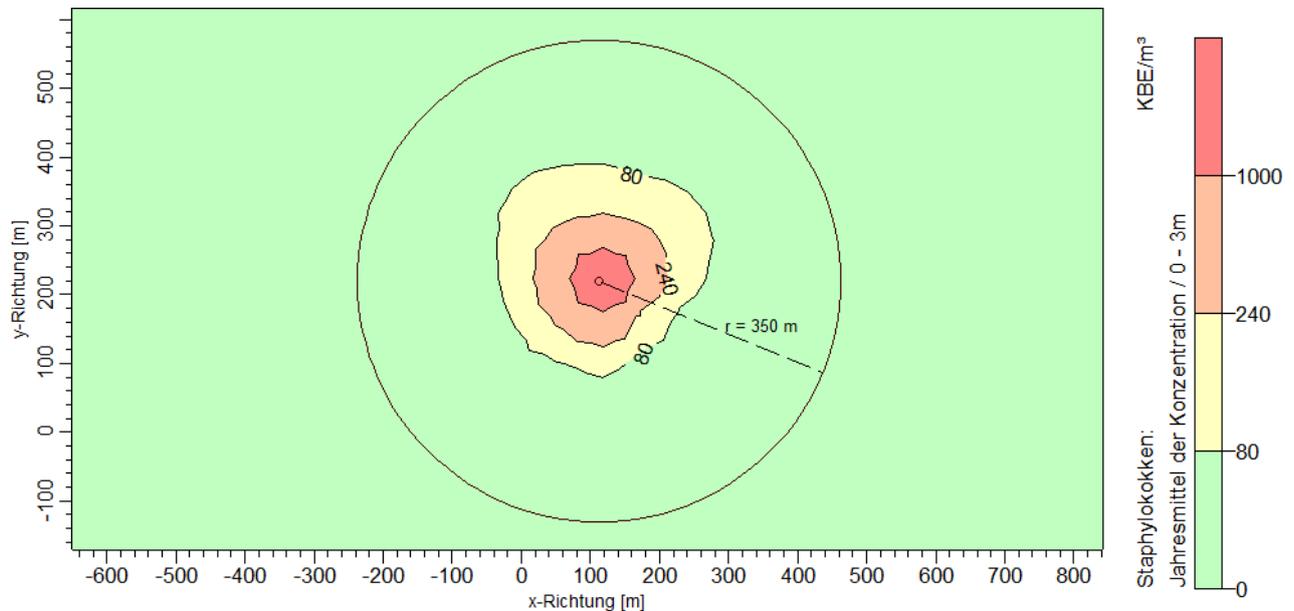
Die Kreismarkierung mit dem Radius  $r = 350$  m zeigt den Mindestabstand für Schweinehaltungsanlagen nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Der Kreismittelpunkt liegt in der Anlagenmitte. In Hauptwindrichtung liegt der Jahresmittelwert der Staphylokokkenkonzentration in unmittelbarer Anlagennähe über  $1.000 \text{ KBE/m}^3$ . In einer Entfernung von 350 Metern sinken die Konzentrationswerte für den Leitparameter Staphylokokken unter  $240 \text{ KBE/m}^3$ ; der Orientierungswert wird eingehalten.

### 2.1.2 Anlage 2

Mit einer Tierplatzzahl von 750 Mastschweinen wäre diese Anlage mit weniger als 1.500 Mastschweinen als nicht genehmigungsbedürftige Anlage nach BImSchG und damit nach Baurecht zu genehmigen.

Die Anlage wurde mit einer emissionsrelevanten Volumenquelle (Länge: 18 Meter, Breite: neun Meter, Höhe: sechs Meter) berechnet. Die Anlagenumgebung ist flach.

In Abbildung 3 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken dargestellt.

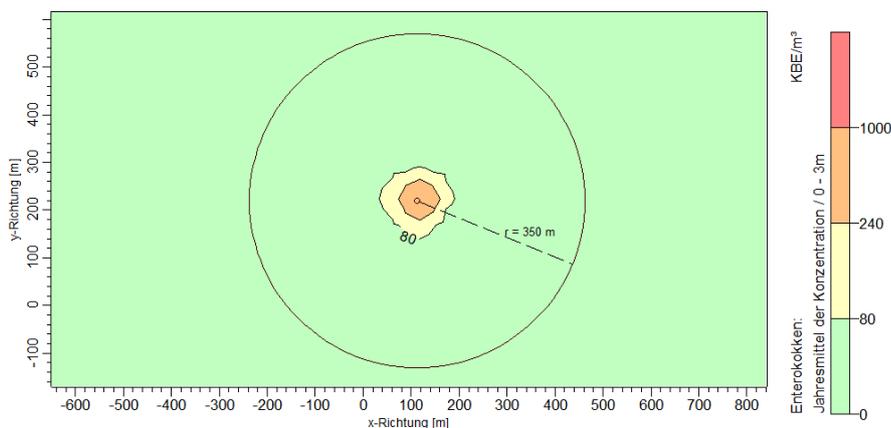


**Abbildung 3: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 2**

Die Kreismarkierung mit dem Radius  $r = 350\text{ m}$  zeigt den Mindestabstand für Schweinehaltungsanlagen nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden (Kreismittelpunkt in Anlagenmitte). Mit zunehmendem Abstand von der emissionsrelevanten Volumenquelle nehmen die Konzentrationswerte für Staphylokokken schnell ab und sinken innerhalb von 180 Metern unter  $80\text{ KBE/m}^3$ . Der Orientierungswert wird eingehalten.

Der LAI-Bioaerosol-Leitfaden nennt mehrere Leitparameter mit gleichen Orientierungswerten, damit und aufgrund der Annahme gleichen Ausbreitungsverhaltens ist es sinnvoll, nur den Leitparameter mit den höchsten Emissionsfaktoren zu betrachten. Aus Gründen der Veranschaulichung sei dies für Enterokokken im Folgenden exemplarisch dargestellt. Der Emissionsfaktor für Enterokokken ist um eine Zehnerpotenz kleiner als der Emissionsfaktor für Staphylokokken, damit werden die berechneten Konzentrationswerte für Enterokokken noch deutlich niedriger.

In Abbildung 4 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Enterokokken dargestellt.



**Abbildung 4: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 2**

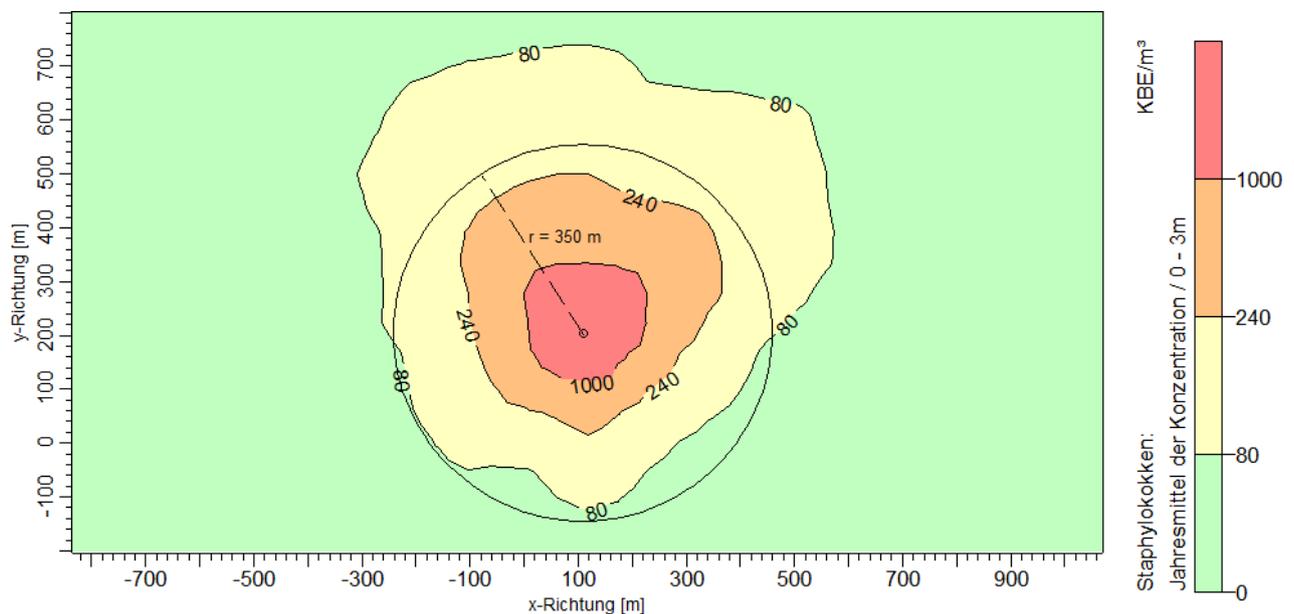
Die Kreismarkierung mit dem Radius  $r = 350$  m zeigt wiederum den Mindestabstand für Schweinehaltungsanlagen nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden (Kreismittelpunkt in Anlagenmitte). In Anlagennähe liegt der berechnete Jahresmittelwert der Enterokokkenkonzentrationen über  $240$  KBE/ $m^3$  (jedoch bereits unter  $1.000$  KBE/ $m^3$ ) und schon nach etwa 80 Metern liegen die Jahresmittelwerte der Enterokokkenkonzentrationen unterhalb einer Bestimmungsgrenze von  $80$  KBE/ $m^3$ . Die Orientierungswerte werden innerhalb des Mindestabstandes eingehalten.

Nach einem Vergleich beider Berechnungen reicht es aus, die Staphylokokken zu betrachten.

### 2.1.3 Anlage 3

Im Unterschied zu Anlage 2 (wie in Kap. 2.1.2 beschrieben) wurde die Tierplatzzahl erheblich erhöht. Es wurde eine Tierplatzzahl von 5.500 Tieren angenommen; damit fällt die Anlage unter die 4. BImSchV Nr. 7.1.7.1 und wäre unter Öffentlichkeitsbeteiligung zu genehmigen.

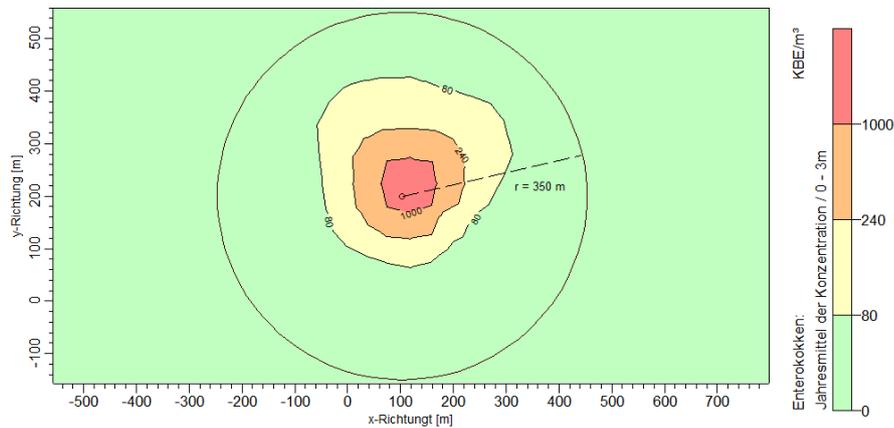
In Abbildung 5 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken dargestellt.



**Abbildung 5: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 3**

Die Kreismarkierung mit dem Radius  $r = 350$  m zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden (Kreismittelpunkt in Anlagenmitte). Ab einem Abstand von mehr als 300 Metern liegen die Konzentrationswerte unterhalb  $240$  KBE/ $m^3$ . Die Orientierungswerte würden damit innerhalb des Mindestabstandes eingehalten. Demzufolge wird auch bei den Enterokokken der Orientierungswert innerhalb der 350 Meter eingehalten.

In Abbildung 6 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Enterokokken dargestellt.

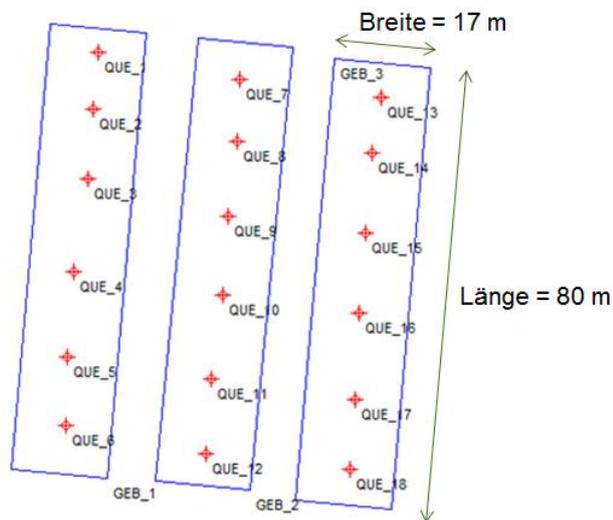


**Abbildung 6: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 3**

Die Kreismarkierung mit dem Radius  $r = 350$  m zeigt den Mindestabstand für Schweinehaltungsanlagen nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden (Kreismittelpunkt in Anlagenmitte). Die Konzentrationswerte nehmen mit zunehmendem Anlagenabstand schnell ab und nach etwa 240 Metern liegen die prognostizierten Jahresmittelwerte der Enterokokkenkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze. Der Orientierungswert wird innerhalb des Mindestabstandes eingehalten. Auch hier wird nochmals deutlich, dass eine Betrachtung der Staphylokokken ausreichend ist.

## 2.2 Hähnchenmastanlagen

### 2.2.1 Anlage 4



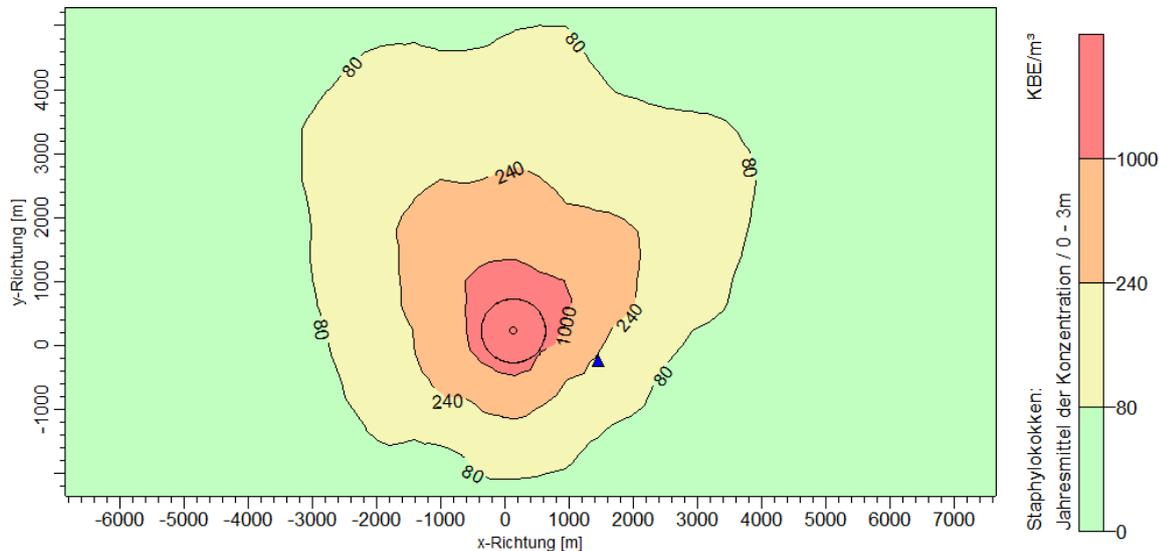
**Abbildung 7: Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 4**

Die Tierplatzzahl wurde mit 66.500 Masthähnchen angesetzt und wäre gemäß 4. BImSchV mit mehr als 40.000 Mastgeflügelplätzen nach Kap. 7.1.3.1 unter Öffentlichkeitsbeteiligung zu genehmigen.

Die Anlage besteht aus drei Ställen mit einer jeweiligen Fläche von etwa  $80 * 17$  m und einer Gebäudehöhe von sechs Metern. Pro Stall wurde mit sechs Abluftkaminen gerechnet (Punktquellen), die regelmäßig über

dem Dachfirst verteilt sind (Abbildung 7). Die Emissionshöhe beträgt 8,5 Meter über Grund. Die Umgebung ist flach. Die Emissionsfaktoren wurden für Hähnchenmast in Bodenhaltung mit Zwangsbelüftung angenommen.

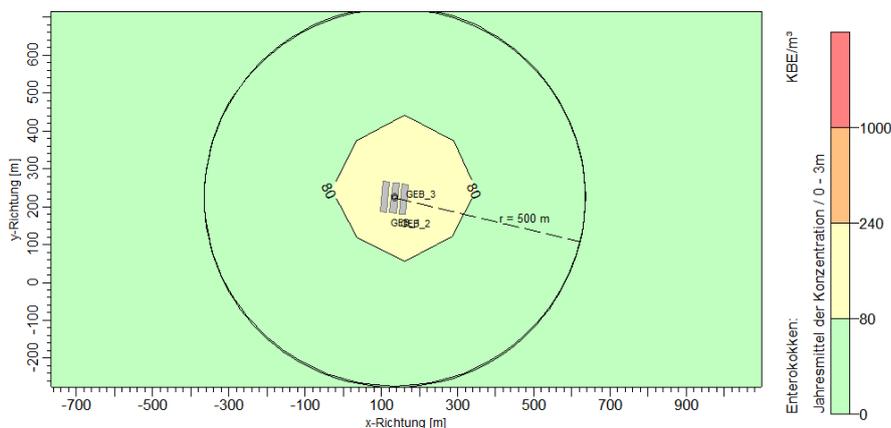
In Abbildung 8 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken dargestellt.



**Abbildung 8: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 4**

Die Lage der Emissionsquelle ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand für Geflügelhaltung nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Der gesamte 500-Meter-Ring liegt im roten Bereich, d. h. der Jahresmittelwert der Staphylokokkenkonzentrationen durchweg über 1.000 KBE/m<sup>3</sup>. In Hauptwindrichtung liegen die Konzentrationswerte erst bei einem Abstand von über 2.000 Metern unter 240 KBE/m<sup>3</sup>. Die Orientierungswerte würden bei diesem Anlagenbeispiel nicht eingehalten. Das 500-Meter-Abstandskriterium würde demzufolge zu einer falschen Beurteilung der Anlage führen.

In Abbildung 9 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Enterokokken dargestellt.



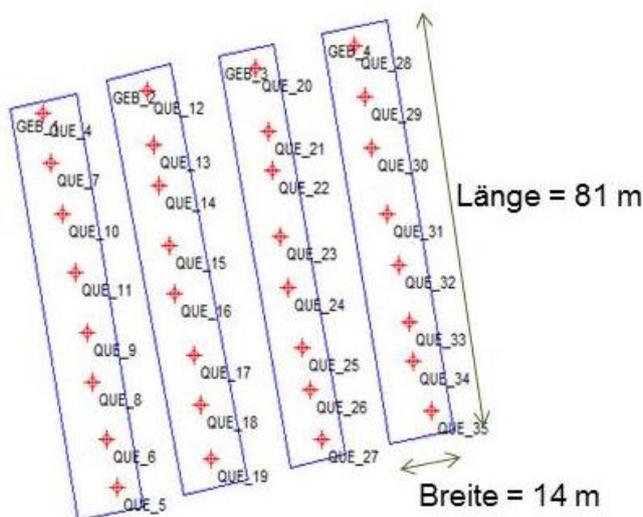
**Abbildung 9: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 4**

Die Kreismarkierung mit dem Radius  $r = 500$  m zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden (Kreismittelpunkt in Anlagenmitte). Die Lage der Emissionsquelle ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die Jahresmittelwerte der Enterokokkenkonzentrationen liegen in Anlagennähe zwischen 80 und 240 KBE/m<sup>3</sup>. Ab einem Anlagenabstand von 200 Metern liegen die Konzentrationswerte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 80 KBE/m<sup>3</sup>. Für den Leitparameter Enterokokken ist festzustellen, dass die Orientierungswerte innerhalb des Mindestabstandes eingehalten werden.

### 2.2.2 Anlage 5

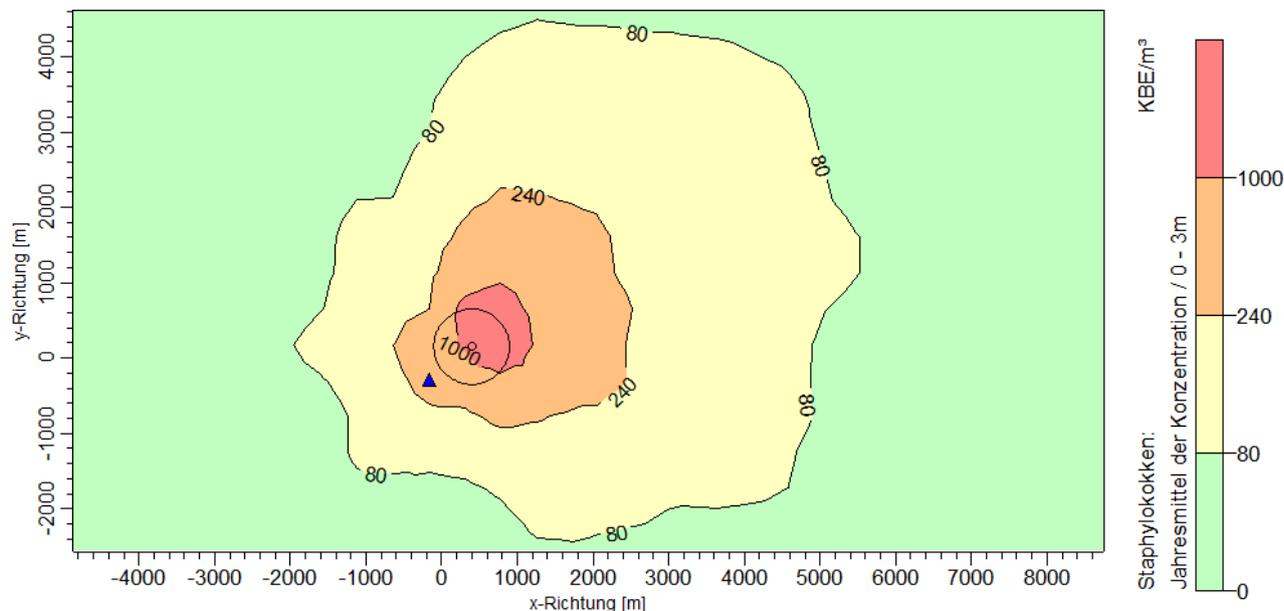
Insgesamt wurde die Anlage mit 83.000 Tieren angenommen und sie wäre nach 4. BImSchV zu genehmigen (IED-Anlage).

Die Anlage hat vier Ställe, die jeweils eine Grundfläche von etwa 14 \* 81 Metern und eine Firsthöhe von 4,5 Metern haben. Jeder Stall hat acht Abluftkamine (Punktquellen, siehe Abbildung 10) mit einem Durchmesser von 0,8 Metern, die regelmäßig über dem gesamten Dachfirst verteilt sind und eine Höhe von 1,5 Metern über First haben. Der Emissionsfaktor wurde für Hähnchenmast in Bodenhaltung angenommen. Die Abluftgeschwindigkeit beträgt 11,4 m/s.



**Abbildung 10: Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 5**

In Abbildung 11 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken dargestellt



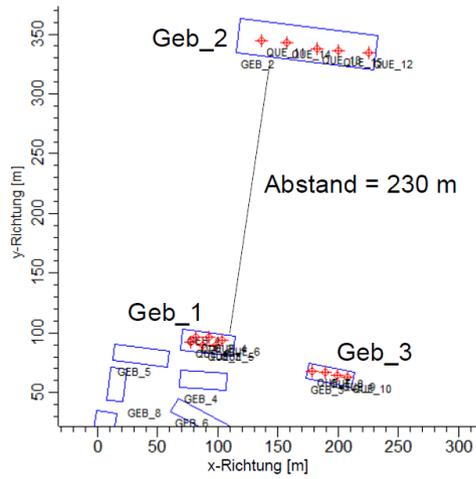
**Abbildung 11: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 5**

Die Lage der emissionsrelevanten Quellen ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. In Hauptwindrichtung liegt der Jahresmittelwert der Staphylokokkenkonzentrationen in einem Abstand von 500 Metern deutlich über 1.000 KBE/m<sup>3</sup>. Erst ab einer Entfernung von 2.000 Metern liegen die Konzentrationswerte unterhalb 240 KBE/m<sup>3</sup>. Der Orientierungswert würde in 500 Metern Entfernung nicht eingehalten. Erst in einer Entfernung von reichlich 5.000 Metern wären Staphylokokkenkonzentrationen unter der Bestimmungsgrenze von 80 KBE/m<sup>3</sup> zu erwarten.

## 2.3 Legehennenanlagen

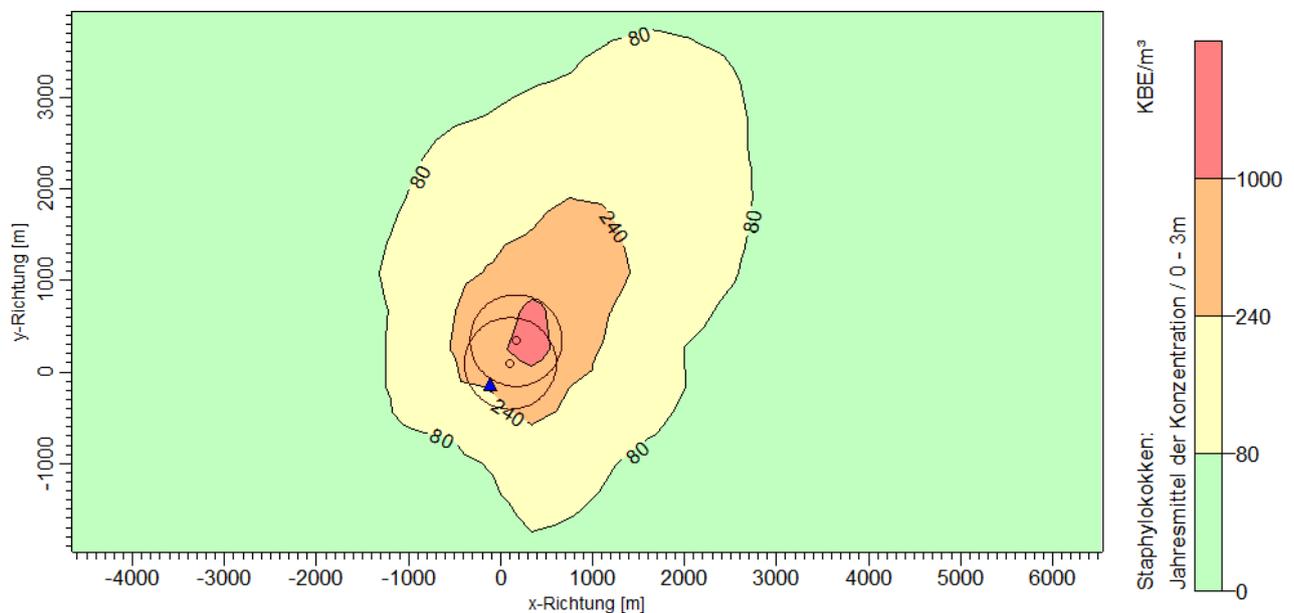
### 2.3.1 Anlage 6

Die Tierplatzzahl wurde mit 39.900 angenommen und wäre entsprechend 4. BImSchV nach Kap. 7.1.1.2 im vereinfachten Verfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung zu genehmigen. Die Anlage besteht aus drei Ställen. Stall 1 hat eine Fläche von 17 \* 44 Metern und besitzt sechs Abluftkamine (Punktquellen). Stall 3 hat eine Fläche von etwa 38 \* 13 Metern und besitzt vier Abluftkamine (Punktquellen), die auf dem Dachfirst gleichmäßig verteilt sind. Stall 2 befindet sich reichlich 200 Meter entfernt von Stall 1 und 3 und hat eine Fläche von etwa 115 \* 30 Metern. Die fünf Abluftkamine (Punktquellen) sind gleichmäßig über dem Dachfirst verteilt. Die Emissionshöhen betragen für alle Ställe 8,5 Meter über Grund. Die Abluftkamine haben einen Durchmesser von 0,4 Metern, die Abgasgeschwindigkeit beträgt 7 m/s. Die Anlagenumgebung ist flach.



**Abbildung 12: Stallmaße und Verteilung der Punktquellen für die Ausbreitungsrechnung für Anlage 6**

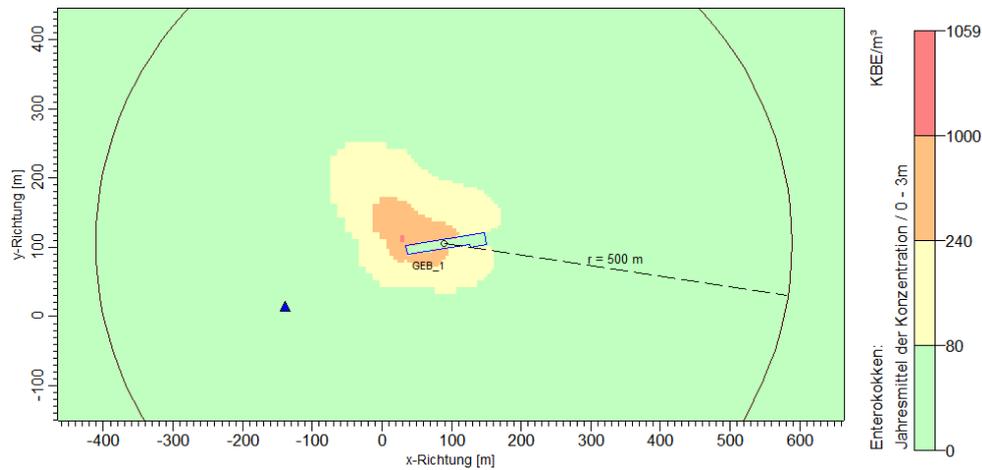
In Abbildung 13 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken dargestellt.



**Abbildung 13: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 6**

Die Lage der Emissionsquellen ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die untere Kreismarkierung kennzeichnet die Lage der Ställe 1 und 3, die obere Kreismarkierung kennzeichnet Stall 2. Die äußeren Kreismarkierungen haben einen Radius von 500 Metern und zeigen den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Wegen des größeren Abstandes des Stalles 2 zu den anderen beiden Ställen werden hier zwei Kreismarkierungen verwendet, diese wären im Sinne eines Hüllkurvenverfahrens zu betrachten. Die Jahresmittelwerte der Staphylokokkenkonzentration liegen erst ab einer Entfernung von 500 Metern zur Anlage unter 1.000 KBE/m<sup>3</sup>. Innerhalb des Mindestabstandes von 500 Metern werden die Orientierungswerte nicht eingehalten. Ein Jahresmittelwert unter 240 KBE/m<sup>3</sup> wird erst in Entfernungen von 2.000 Metern erreicht.





**Abbildung 16: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 7**

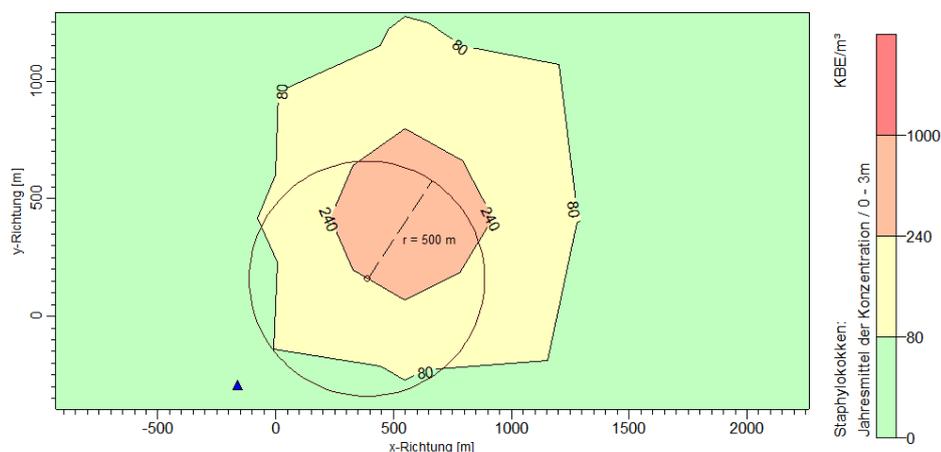
Die Lage der Emissionsquellen ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Schon nach reichlich 100 Metern in Hauptwindrichtung liegen die Konzentrationswerte unter 240 KBE/m<sup>3</sup>. Die Orientierungswerte werden innerhalb des Mindestabstandes eingehalten. Ab einem Anlagenabstand von etwa 200 Metern liegen die Enterokokkenkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze von 80 KBE/m<sup>3</sup>.

## 2.4 Putenmastanlagen

### 2.4.1 Anlage 8

Der Anlage wurde eine Tierplatzzahl von 15.000 Puten zugrundegelegt. Bei 15.000 bis weniger als 40.000 Puten handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage mit vereinfachtem Verfahren gemäß § 19 BImSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung).

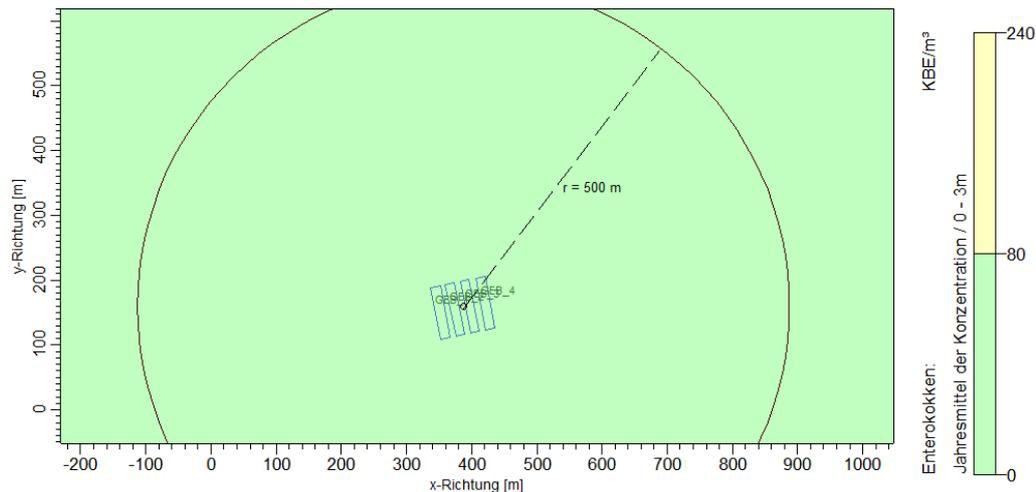
In Abbildung 17 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 8 (TP: 15.000) dargestellt.



**Abbildung 17: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 8**

Die Lage der Emissionsquellen ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. In Anlagenähe liegen die Jahresmittelwerte der Staphylokokkenkonzentration unter 1.000 KBE/m<sup>3</sup>. Ab einem Anlagenabstand von 650 Metern liegen die Konzentrationswerte unter 240 KBE/m<sup>3</sup>. In diesem Beispiel wäre die Annahme der sicheren Einhaltung des Orientierungswertes in einem Abstand von 500 Metern kritisch. Weil der Emissionsfaktor der Enterokokken eine Zehnerpotenz geringer ist als der Emissionsfaktor der Staphylokokken, wird für den Leitparameter Enterokokken der Orientierungswert innerhalb des Mindestabstandes von 500 Metern eingehalten.

In Abbildung 18 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 8 (TP: 15.000) dargestellt.



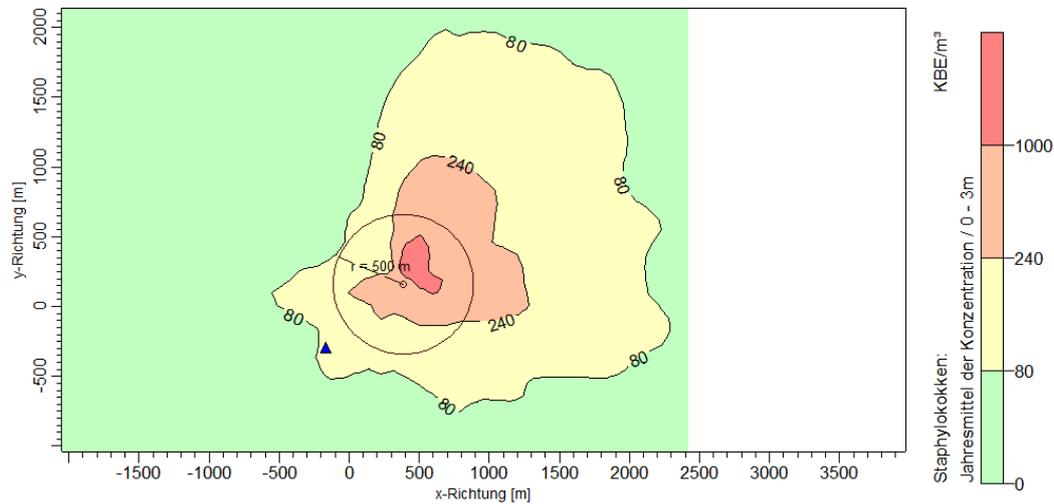
**Abbildung 18: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 8**

Die Lage der Emissionsquellen ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand. Der gesamte Bereich um die Anlage herum liegt „im grünen Bereich“, d. h. die Jahresmittelwerte der Enterokokkenkonzentration liegen durchweg unterhalb der Bestimmungsgrenze von 80 KBE/m<sup>3</sup>. Die Orientierungswerte werden innerhalb des Mindestabstandes von 500 Metern eingehalten.

#### 2.4.2 Anlage 9

Für die Anlage wurde bei gleichen Rahmenbedingungen eine Tierplatzzahl von 40.000 Puten angenommen. Mit 40.000 oder mehr Putenplätzen handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage mit Genehmigungsverfahren gemäß §10 BImSchG (mit Öffentlichkeitsbeteiligung).

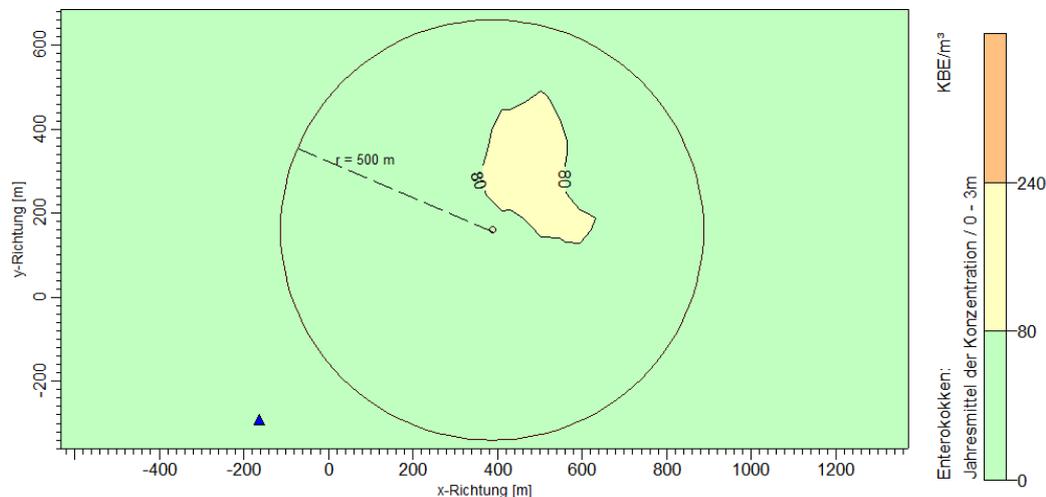
In Abbildung 19 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 8 (TP: 40.000) dargestellt.



**Abbildung 19: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 9**

Die Lage der Emissionsquelle ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Ab einem Anlagenabstand von 400 Metern sinken die Konzentrationswerte auf unter 1.000 KBE/m<sup>3</sup>. Jahresmittelwerte unter 240 KBE/m<sup>3</sup> liegen in einem Abstand von etwa 1.000 Metern vor. Die Orientierungswerte werden innerhalb des Mindestabstandes von 500 Metern nicht eingehalten.

In Abbildung 20 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 8 (TP: 40.000) dargestellt.



**Abbildung 20: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Enterokokken für Anlage 9**

Die Lage der Emissionsquelle ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Ab einem Anlagenabstand von 360 Metern liegen die Enterokokkenkonzentrationen unter 80 KBE/m<sup>3</sup>. Die Orientierungswerte werden innerhalb des Mindestabstandes eingehalten.

### 3 Ergebnisse

Im Folgenden sind die in den vorangehend beschriebenen Anlagen durch Ausbreitungsrechnung prognostizierten Abstände zur Einhaltung der Orientierungswerte für den Leitparameter Staphylokokken in Tabelle 3 und für den Leitparameter Enterokokken in Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 3: Prognostizierte Mindestabstände zur Einhaltung des Orientierungswertes für Staphylokokken**

Anlagenart	Nummer	Tierplatzzahl	Mindestabstand [m]	Abstand [m] < 240 KBE/m <sup>3</sup>	Einhaltung des Orientierungswertes
<b>Schweine</b>					
Schweinemast	1	11.500	350	320	ja
	2	750		100	ja
	3	5.500		300	ja
<b>Geflügel</b>					
Hähnchenmast	4	66.500	500	2.200	nein
	5	83.000		2.100	nein
Legehennen	6	40.000	500	2.000	nein
	7	20.000		4.400	nein
Putenmast	8	15.000	500	650	nein
	9	40.000		1.000	nein

**Tabelle 4: Prognostizierte Mindestabstände zur Einhaltung des Orientierungswertes für Enterokokken**

Anlagenart	Nummer	Tierplatzzahl	Mindestabstand [m]	Abstand [m] < 240 KBE/m <sup>3</sup>	Einhaltung des Orientierungswertes
<b>Schweine</b>					
Schweinemast	2	750	350	40	ja
	3	5.500		140	ja
<b>Geflügel</b>					
Hähnchenmast	4	66.500	500	0	ja
Legehennen	7	20.000	500	120	ja
Putenmast	8	15.000	500	0	ja
	9	40.000		0	ja

Für den Leitparameter Enterokokken wird der Orientierungswert sowohl bei den Schweine- als auch bei den Geflügelhaltungsanlagen eingehalten, d. h. innerhalb der Mindestabstände von 350 Metern (Schweine) bzw. 500 Metern (Geflügel) sinken die Jahresmittelwerte unter 240 KBE/m<sup>3</sup>. Bei allen Anlagen liegen die Konzentrationswerte außerhalb der Mindestabstände unter der Bestimmungsgrenze von 80 KBE/m<sup>3</sup>.

Für den Leitparameter Staphylokokken wird der Orientierungswert bei den Schweinehaltungsanlagen eingehalten, d. h. noch innerhalb des Mindestabstandes von 350 Metern sinken die Jahresmittelwerte unter  $240 \text{ KBE/m}^3$ . Ab einem Anlagenabstand zwischen 180 Metern (Anlage 2) und 600 Metern (Anlage 3) liegen die Konzentrationswerte unter der Bestimmungsgrenze von  $80 \text{ KBE/m}^3$ . Der im LAI-Bioaerosol-Leitfaden angesetzte Mindestabstand bei Schweinehaltungsanlagen stellt eine Einhaltung des Orientierungswertes sicher.

Für den Leitparameter Staphylokokken werden bei den Geflügelhaltungsanlagen bei allen Anlagen (Anlagen 4 bis 9) die Orientierungswerte nicht eingehalten, d. h. auch außerhalb des Mindestabstandes von 500 Metern liegen die Konzentrationswerte über  $240 \text{ KBE/m}^3$ . Damit die Staphylokokkenkonzentration unter dem Orientierungswert liegt, bedarf es Anlagenabstände zwischen 650 Metern (Anlage 8, Putenmast) und 4.400 Metern (Anlage 7, Legehennen). Ab einem Anlagenabstand zwischen 1.100 Metern (Anlage 8, Putenmast) und 9.000 Metern (Anlage 7, Legehennen) liegen die Jahresmittelwerte der Staphylokokkenkonzentration unter der Bestimmungsgrenze von  $80 \text{ KBE/m}^3$ . Der vom LAI vorgeschlagene Mindestabstand von 500 Metern reicht laut Ausbreitungsrechnung nicht aus, um ein Unterschreiten der Orientierungswerte sicherzustellen.

## 4 Zusammenfassung

Die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Ausbreitungsrechnungen legen nahe, dass bei Schweinehaltungsanlagen an der Schwelle zur Genehmigungsbedürftigkeit nach BImSchG die Orientierungswerte für Staphylokokken, Enterokokken, bzw. Staph. aureus des LAI-Leitfadens innerhalb der vorgegebenen 350 Meter Anlagenabstand eingehalten werden. Bei den untersuchten Schweinehaltungsanlagen (Anlagen 1 bis 3) liegt die prognostizierte Staphylokokkenkonzentration (Jahresmittel) außerhalb des 350-Meter-Radius immer unter dem Orientierungswert von  $240 \text{ KBE/m}^3$ .

Weil die Emissionsfaktoren für Enterokokken gegenüber den Emissionsfaktoren für Staphylokokken deutlich niedriger sind, ergeben sich auch Konzentrationen der Enterokokken, die niedriger und damit ebenso unter  $240 \text{ KBE/m}^3$  liegen.

Ab einer Entfernung von etwa 180 Metern (Anlage 2) bzw. 600 Metern (Anlage 3) sind Staphylokokken zudem, legt man eine Bestimmungsgrenze von  $80 \text{ KBE}$  zugrunde, messtechnisch nicht mehr quantitativ bestimmbar.

Bei den betrachteten Geflügelhaltungsanlagen werden die Orientierungswerte für nach BImSchG genehmigungsbedürftige Anlagen innerhalb eines Abstandes von 500 Metern durchweg nicht eingehalten. Bei allen Geflügelhaltungsanlagen (Anlagen 4 bis 9) sind innerhalb dieses Mindestabstandes Staphylokokkenkonzentrationen von über  $240 \text{ KBE/m}^3$  errechnet. Bei den Masthähnchenanlagen und Legehennenanlagen (Anlagen 4 bis 7) liegen in 500 Meter Entfernung (in Hauptwindrichtung) die Konzentrationen sogar über  $1.000 \text{ KBE/m}^3$ . Gemäß LAI-Bioaerosol-Leitfaden ist „eine Überschreitung des Orientierungswertes um den Faktor 2 bis 3, jedoch maximal  $1.000 \text{ KBE/m}^3$  als sehr kritisch zu bewerten: schädliche Umwelteinwirkungen können dann nicht mehr mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden“. Damit in den Beispielrechnungen der Orientierungswert von  $240 \text{ KBE/m}^3$  eingehalten würde, bedürfte es Abstände von 650 Metern (Anlage 8) bis 4.400 Metern (Anlage 7). Quantitativ messtechnisch zu bestimmen wären Staphylokokken demnach bis zu einer Entfernung von neun Kilometern (Anlage 7).

Durch den deutlich geringeren Emissionsfaktor für den Leitparameter Enterokokken sind für diesen, wie bei den Schweinehaltungsanlagen, Überschreitungen des Orientierungswertes innerhalb des Mindestabstandes nicht zu erwarten.

Damit ist festzustellen, dass die seitens des LAI-Bioaerosol-Leitfadens in der Stufe 1 vorgegebenen Mindestabstände als einfaches Prüfinstrument bei den nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Schweinehaltungsanlagen zielführend angesetzt sind. Für Geflügelhaltungsanlagen sind weitere Untersuchungen erforderlich (siehe Kapitel 5). Bei Geflügelhaltungsanlagen würde das Ansetzen eines Mindestabstandes von 500 Metern dazu führen, dass Anlagen nicht weiter zu betrachten wären, für die in einer entsprechenden Ausbreitungsrechnung in deutlich größerer Entfernung Überschreitungen des Orientierungswertes für Staphylokokken resultieren.

## 5 Weitere Fragestellungen

Es handelt sich bei den hier erhaltenen Ergebnissen um durch Ausbreitungsrechnung prognostizierte Konzentrationswerte, zu denen ein Gutachten im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens nach aktuellem Wissensstand kommen würde.

Es steht außer Frage, dass die Ausbreitungsrechnungen korrekt sind. In einem Projekt, bei dem kombinierte Emissions- und Immissionsmessungen für Bioaerosol-Leitparameter in Bayern bestimmt wurden, erfolgten zur Sicherstellung einer Wiederfindung Freisetzen von Tracergas. Für dieses Tracergas konnten die zu erwartenden Wiederfindungen in der Immission gezeigt werden. Dennoch steht im Raum, dass die prognostizierten Konzentrationen für Bioaerosol-Leitparameter im berechneten Umfang so in der Umwelt nicht wiedergefunden werden.

Als Gründe hierfür seien folgende Sachverhalte genannt, die im Folgenden kurz erläutert werden:

- 1) Differenzen Emissionsimpinger/Immissionsimpinger
- 2) Konservative Herangehensweise im Rahmen von BImSchG-Verfahren
- 3) Ausbreitungsklasse
- 4) Tenazität

Bezüglich dieser Fragestellungen ergibt sich weiterer Klärungsbedarf für den zukünftigen Umgang mit der Thematik der Bioaerosole.

- Zu 1) Die VDI-Verfahren schreiben für die Emissions- und Immissionsmessung unterschiedliche Probenahmeverfahren vor. Diese kommen in Folge zu unterschiedlichen Vorabscheidungen. Wird im Zuge der Emissionsmessung eine Gesamtheit von Bioaerosolen, die die Anlage verlassen, beschrieben, wird bei der Immissionsmessung eine Vorabscheidung in Anlehnung an Feinstaubmessungen (PM10) in Kauf genommen oder als günstig betrachtet.
- Zu 2) Bei Ausbreitungsberechnungen im Rahmen von Genehmigungsverfahren wird immer ein sogenannter „konservativer Ansatz“ verwendet, weil es in der Anwendung um die Einhaltung von Grenzwerten geht. Dies führt formal im Ergebnis immer zu einer Überschätzung des Planungsansatzes und soll zu einer sicheren Einhaltung von Grenzwerten beitragen.

Die durch Ausbreitungsrechnung erhaltenen Konzentrationsverteilungen hängen unmittelbar vom verwendeten Emissionsfaktor ab. Die in dieser Arbeit verwendeten Emissionsfaktoren (Tabelle 2) berücksichtigen zum Beispiel keine Tag/Nacht-Aktivitäten (siehe hierzu VDI 4255 Blatt 3). VDI 4255 Blatt 3 weist diesbezüglich darauf hin, dass sich die Bioaerosolkonzentrationen in der Geflügelhaltung bei Messungen im Stall zwischen Aktivitäts- und Ruhezeiten bis zu einer Zehnerpotenz unterscheiden können.

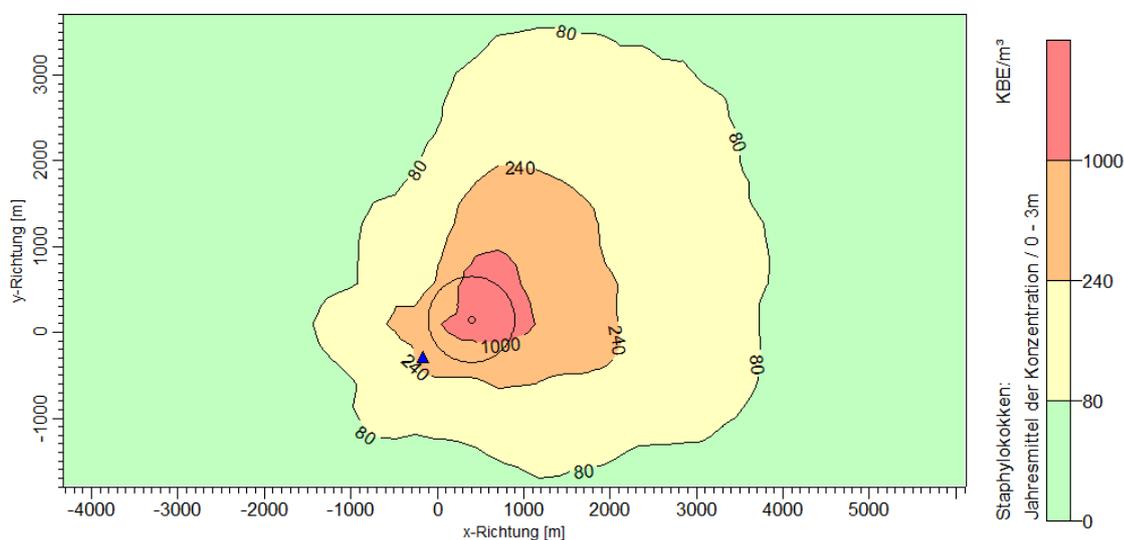
Zu 3) Bei Ausbreitungsberechnungen werden Ausbreitungsklassen verwendet. Damit wird einer Deposition, speziell von Partikeln, Rechnung getragen. Gebräuchlich sind die Ausbreitungsklassen pm-1 für Partikel mit einem aerodynamischen Partikeldurchmesser  $< 2,5 \mu\text{m}$  und pm-2 für Partikel mit einem aerodynamischen Partikeldurchmesser  $< 10 \mu\text{m}$ .

Wird bei der Ausbreitung von Bioaerosolen die Ausbreitungsklasse pm-1 verwendet, ist dies zunächst im Sinne eines konservativen Ansatzes zu sehen, weil dies zunächst zu einer weiteren Ausbreitung der Bioaerosole führt.

Im Folgenden wird exemplarisch für eine Anlage gezeigt, wie die Konzentrationsverteilungen für den Leitparameter Staphylokokken aussehen, wenn die Bioaerosole als pm-2 Partikel ausgebreitet werden (AUSTAL-Kornklassengröße 2: der aerodynamische Partikeldurchmesser ist  $< 10 \mu\text{m}$ , dies entspricht der Feinstaub-Fraktion  $\text{PM}_{10}$ ) und den Ergebnissen mittels pm-1 (AUSTAL-Kornklassengröße 1: der aerodynamische Partikeldurchmesser ist  $< 2,5 \mu\text{m}$ , dies entspricht der Feinstaub-Fraktion  $\text{PM}_{2,5}$ ) gegenübergestellt.

Weil größere Partikel während des Transportes einer stärkeren Deposition unterliegen, führt dies dazu, dass das Ausbreitungsgebiet für die Staphylokokken reduziert wird und die berechneten Konzentrationen den Orientierungswert in geringerem Anlagenabstand erreichen.

In Abbildung 21 ist die Ausbreitungssituation für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 5 dargestellt (Ausbreitung als pm-2 Partikel).



**Abbildung 21: Jahresmittel der Konzentrationsverteilung für den Leitparameter Staphylokokken für Anlage 5, Ausbreitung als pm-2 Partikel**

Die Lage der Emissionsquellen ist durch die kleine Kreismarkierung gekennzeichnet. Die äußere Kreismarkierung hat einen Radius von 500 Metern und zeigt den Mindestabstand nach LAI-Bioaerosol-Leitfaden. Der Orientierungswert für Staphylokokken wird nicht eingehalten, d. h., auch mit

einer höheren Deposition bei der Ausbreitung pm-2 reduzieren sich lediglich die Ausbreitungsentfernungen, was zudem im Nahbereich erwartungsgemäß zu höheren Immissionswerten führt. Erst nach einem Anlagenabstand von 900 Metern in Hauptwindrichtung sinken die Jahresmittelwerte der Staphylokokkenkonzentrationen auf 240 KBE/m<sup>3</sup>. Damit die Konzentrationen unter 240 KBE/m<sup>3</sup> liegen, bedarf es einen Anlagenabstand von 2.100 Metern (200 Meter weniger als bei pm-1). Nach etwa 3.900 Metern liegen die Staphylokokkenkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 80 KBE/m<sup>3</sup> (bei pm-1 sind es 5.400 Meter).

Die Ausbreitungsrechnung mit einer Ausbreitungsklasse pm-2 erbringt im Unterschied zu einer Ausbreitungsklasse pm-1 geringere Abstände, d. h. der Orientierungswert bzw. die Bestimmungsgrenze wird schon um 200 bzw. 1.500 Meter eher erreicht.

- Zu 4) Generell bietet die Luft keinen günstigen Lebensraum für Mikroorganismen. Die Mikroorganismen sind im Zuge ihrer Ausbreitung einem erhöhten Stress ausgesetzt. Zum einen werden sie im Rahmen des Emissionsvorganges in ein völlig neues Umgebungsmilieu verfrachtet, zum anderen durch die Probenahmeverfahren und nicht zuletzt durch das verwendete Kultivierungsverfahren selektiert. Aus einer Vielzahl unterschiedlichster Gründe kann es so zu nicht quantifizierbaren Absterbeprozessen (Tenazität) während der Ausbreitung kommen.

# Literaturverzeichnis

- VDI 4250 Blatt 1: Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen – Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH
- VDI 4250 Blatt 3 E: Bioaerosole und biologische Agenzien – Anlagenbezogene, umweltmedizinisch relevante Messparameter und grundlegende Beurteilungswerte, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH
- VDI 4251 Blatt 1: Planung von anlagenbezogenen Immissionsmessungen – Fahnenmessung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH
- VDI 4251 Blatt 2: Erfassung luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft – Ermittlung gebiets-typischer Hintergrundkonzentrationen, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH
- VDI 4255 Blatt 3: Bioaerosole und biologische Agenzien – Emissionsfaktoren für Geflügelhaltung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH
- VDI 4255 Blatt 4 E: Bioaerosole und biologische Agenzien – Emissionsfaktoren für Schweinehaltung, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH
- DIN EN 13098: Arbeitsplatzatmosphäre – Leitlinien für die Messung von Mikroorganismen und Endotoxin in der Luft; Deutsche Fassung EN13098:2000
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Ermittlung der Bioaerosolbelastung im Umfeld von Mastgeflügelanlagen – Enderbericht zum Forschungsvorhaben P2110, Oktober 2015

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-0  
Telefax: +49 351 2612-1099  
E-Mail: [lfulg@smul.sachsen.de](mailto:lfulg@smul.sachsen.de)  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

**Autoren:**

Michael Lohberger, Maria Mühlner  
Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen/Referat Anlagenbezogener Immissions-  
schutz, Lärm  
Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-5216  
Telefax: +49 351 2612-5099  
E-Mail: [michael.lohberger@smul.sachsen.de](mailto:michael.lohberger@smul.sachsen.de)

**Redaktion:**

siehe Autoren

**Redaktionsschluss:**

01.12.2016

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.