

Keim- und Luftschadstoffemissionen einer Sauenzuchtanlage

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
1 Zielstellung: Bestimmung der Keimemission und der Wirksamkeit der Luftionisation	6
2 Versuchsdurchführung.....	6
2.1 Messobjekt	6
2.2 Messgrößen	7
2.3 Abweichungen von der Aufgabenstellung.....	8
3 Ergebnisse	9
3.1 Einfluss der Luftionisation auf die Keimemissionen.....	9
3.1.1 Bakterien	9
3.1.2 Schimmelpilze	12
3.2 Einfluss der Luftionisation auf die Luftschadstoffemissionen	12
3.3 Einfluss der Luftionisation auf die Tiergesundheit.....	16
3.4 Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur.....	17
4 Literaturverzeichnis	19
5 Tabellenverzeichnis.....	19
6 Abbildungsverzeichnis	19
7 Abkürzungsverzeichnis.....	20
Anhang.....	21

Zusammenfassung

Für eine Sauenaufzuchtanlage mit einer Versuchsanlage zu Ionisierung der Stallluft wurden in zwei Messreihen (Sommer, Winter) die Keimbelastungen der Stallluft sowie der unbehandelten und behandelten Abluft an drei repräsentativ über den Zeitraum der Tierbelegung verteilten Tagen erhoben. Gleichzeitig erfolgte die Bestimmung der Geruchsstoffkonzentrationen in der Abluft. Die Staub-, NH_3 -, N_2O - sowie (nur in der Winterreihe) die CH_4 - und O_3 -Konzentrationen wurden kontinuierlich gemessen.

Als Ergebnisse daraus folgen:

- Die Staub- und Geruchsemissionen werden durch die Luftionisation nicht beeinflusst. Die Staubemissionsfracht nimmt, ebenso wie der Feinstaubanteil, über den Aufzuchtzeitraum leicht zu.
- Es gibt keine signifikanten Unterschiede in den Keimzahlen (Bakterien, Schimmelpilze) in der Abluft zwischen den beiden Ställen mit/ohne Luftionisation. Der Bakteriengehalt der Stallluft wird durch die Ionisation geringfügig gemindert.
- Die NH_3 - und N_2O -Emissionen werden durch die Luftionisation geringfügig gemindert.

Fazit: Die geringfügigen Minderungen der Bakterienzahl in der Stallluft sowie der NH_3 -, N_2O - und CH_4 -Emissionsfrachten in der Abluft rechtfertigen den Aufwand durch Einbau und Betrieb von Luftionisationsanlagen nicht.

1 Zielstellung: Bestimmung der Keimemission und der Wirksamkeit der Luftionisation

Für eine Sauenaufzuchtanlage mit einer Anlage zu Ionisierung der Stallluft sollten die Belastungen der Stallluft sowie der unbehandelten und behandelten Luft erhoben werden. Die Untersuchungen sollten jeweils an drei repräsentativ über den Zeitraum der Tierbelegung verteilten Tagen im Sommer und im Winter durchgeführt werden.

Untersuchungsparameter der Sommermessreihe zur Keimbestimmung waren aerobe Bakterien und Schimmelpilze (jeweils 22 °C, 37 °C). Die Wintermessreihe beschränkte sich auf Bakterien (22 °). Die Probenahme und –auswertung war in Anlehnung an die einschlägigen Vorschriften der TRBA und BIA durchzuführen (Ziel: gute biologische Sammeleffizienz). Als Probenahmegeräte

waren Filter nach VDI 2066 einzusetzen (Ziel: gute physikalische Sammeleffizienz). Die Proben sollten –soweit möglich – unter isokinetischen Bedingungen entnommen werden. Die Aufbereitung sollte nach der indirekten Methode erfolgen.

Gleichzeitig zu den o. g. Messungen sollten Geruchs- und Schadstoffmessungen stattfinden.

2 Versuchsdurchführung

2.1 Messobjekt

2 baugleiche, nebeneinander liegende Schweineställe (Vollspaltenboden, Abluftabsaugung unter Flur über dem Güllekanal; vgl. Abb. 1) über zwei Aufzuchtzyklen (16.08.-26.09.01; 14.02.-03.04.02), in einem Stall war eine Anlage zur Luftionisation installiert (vgl. Abb. 2; 2 Module mit je 8 Ionisationsröhren; Anschlussleistung je Modul: 80 W), Lage der Messorte: vgl. Abb. 3.



Abb. 1: Stall zur Sauenaufzucht (Foto: R. Kretschmann)

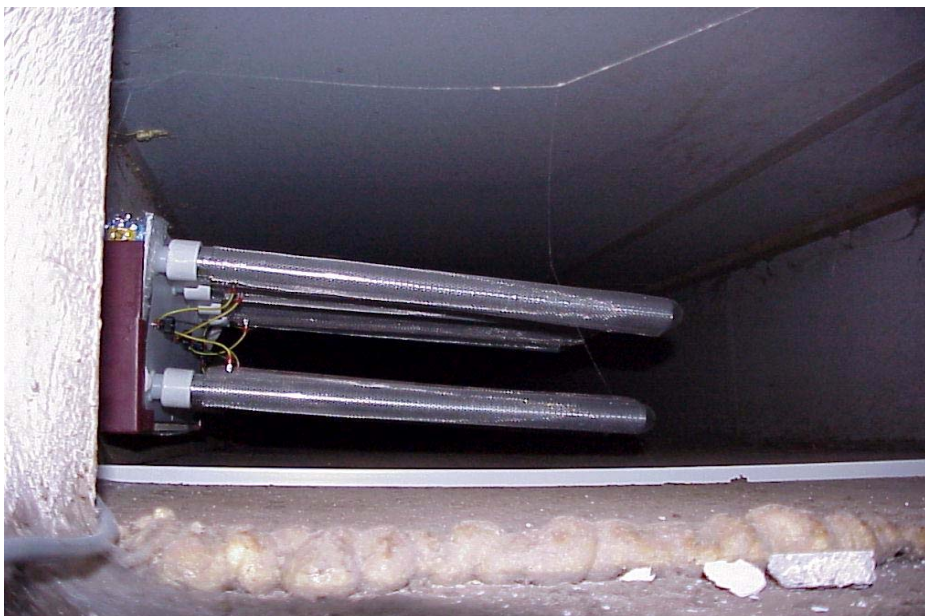


Abb. 2: Luftionisationsanlage im Zuluftkanal (Foto: R. Kretschmann)

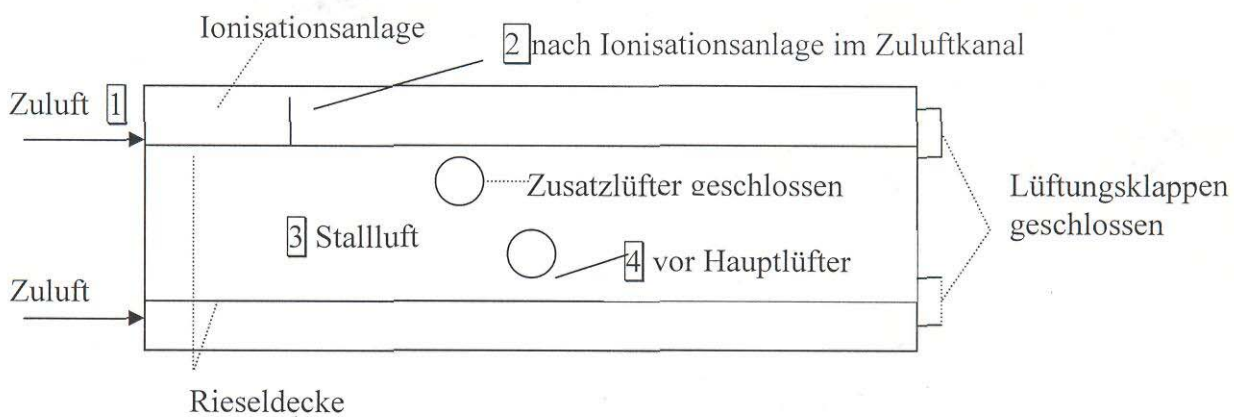


Abb. 3: Lage der Messorte

2.2 Messgrößen

Die Messgrößen wurden in beiden Ställen jeweils am gleichen Ort bestimmt:

- kontinuierlich über den gesamten Aufzuchtzyklus: NH_3 , N_2O , CO_2 , Volumenstrom/Temperatur/Feuchte (sowie CH_4 und O_3 bei der Messreihe im Winter) bei 4
- diskontinuierlich am 27.08., 10.09., 24.09.01: Keime bei 1, 2, 3, 4 als Dreifachmessung;
diskontinuierlich am 27.02, 13.03. 26.03.02: Bakterien (bebrütet bei 22 °C, 48 h) als Fünffachmessung bei 3 und 4
diskontinuierlich jeweils Geruch bei 4 als Dreifachmessung

- diskontinuierliche Erfassung mit kontinuierlich messendem Analysator am 27.08., 10.09., 24.09.01 sowie am 27.02, 13.03. 26.03.02: Gesamtstaub (inkl. Anteile von PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ und PM_1) bei 4 abwechselnd in beiden Ställen

Tab. 1: Eingesetzte Messgeräte

Messgröße	Messgerät
Strömungsgeschwindigkeit der Abluft	Staurohr nach Prandtl; Vergleichsmessungen mit Flügelradanemometer
Statischer Druck	ALEMO Druckmessmodul FD A602-M1K
Ablufttemperatur	Thermoelement NiCr-Ni Typ K
Abluftfeuchte	Multigasmonitor 1302, Innova AirTech Instruments
Luftdruck	Dosenbarometer Gerätebau Fischer im Vergleich mit einem Stationsbarometer Typ B1
CO ₂ , N ₂ O, NH ₃ , H ₂ O, CH ₄	Multigasmonitor 1302, Innova AirTech Instruments
Geruch	Unterdruckprobenehmer ECOMA, Beutel ca. 8 l, Olfaktometer Modell 1158 (Institut für Prüftechnik)
O ₃	NDUV-Photometer ML 9811 (Monitor Labs)
Staub	Laseroptische Partikelzählung mit isokinetischer Absaugung Typ 1.108 (Grimm-Aerosoltechnik GmbH & Co. KG, Ainring)
Keime	unterschiedlich, vgl. Tab. 4

2.3 Abweichungen von der Aufgabenstellung

- Die Luftionisation konnte nicht reproduzierbar variiert werden. Über die notwendige Einwirkungszeit und -dosierung der ionisierten Luft liegen keine Erkenntnisse vor¹. So wurden sog. Intensitätsstufen der Ionisation von 60 bzw. 90 % gewählt. Die in der Wintermessreihe kontinuierlich gemessene Ozonkonzentration in der Abluft war deutlich erhöht (vgl. Abb. 4), obwohl die Ionisationsanlage nach Herstellerangaben kein Ozon produziert. Die Intensität 90 % wurde deshalb hier erst am Ende der Messreihe eingestellt.
- Die Anforderungen an Keimemissionsmessungen unter dem Gesichtspunkt der physikalischen Sammeleffizienz konnten nicht erfüllt werden (vgl. Tab. 2).
- Probenahme durch Filtration: Bei der Bestimmung der Bakterien erwies sich diese Probenahme (sowohl mit GSP- als auch mit MD 8-Probenahmekopf) als nicht geeignet (Austrocknung → Keimzahlen unter

¹ Es gibt jedoch den Hinweis, dass sich die Abbauraten bei zunehmender Verweilzeit (und abnehmendem Schadstoffgehalt im Rohgas) verbessern können (CHAPUIS ET AL. (2002).

der Nachweisgrenze). Deshalb wurde ab dem 3. Untersuchungstag der Sommermessreihe und während der gesamten Wintermessreihe ein Impinger eingesetzt (vgl. Tab. 4).

- Durch den Stromausfall am Messwertspeicher zu Beginn der Wintermessreihe gingen Daten verloren.²
- Infolge der üblichen Einstellung der Solltemperatur im Stall mit Hilfe des Luftdurchsatzes können keine stationären Verhältnisse bzgl. Luftdurchsatz/Verweilzeit/Behandlungszeit mit ionisierter Luft über mehrere Stunden erreicht werden. Unterschiedliche Einflüsse auf die untersuchten durch die benachbarten Ställe können nicht ausgeschlossen werden.

² Die in der Sommermessreihe eingesetzte Datenfernübertragung wurde für eine andere Aufgabe benötigt.

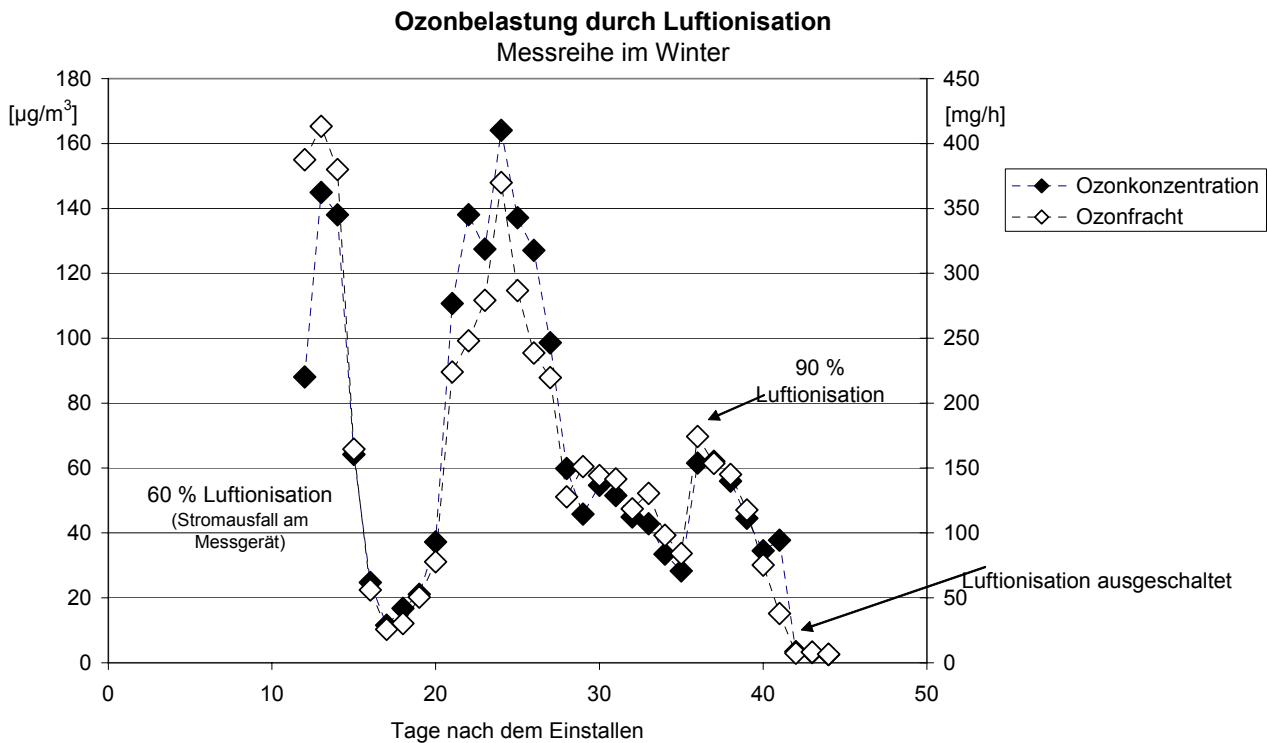


Abb. 4: Ozonbelastung durch Luftionisation

Tab. 2: Physikalische Sammeleffizienz bei Keimmessungen: Anforderungen und tatsächliche Verhältnisse

Kriterium	Soll	Ist bzgl. Keimmessungen
Anzahl Messpunkte	4 pro m ²	1 pro m ²
isokinetische Absaugung	3,3-3,8 m/s (Sommer) 1,1-2,7 m/s (Winter) ungestörte Ein- und Auslaufstrecke gem. VDI 2066/Bl. 1	GSP: 1,5 m/s MD 8: 0,3 m/s AGI 30: 3,3 m/s nicht gegeben
Probenahmedauer pro Messpunkt	>2 min	> 10 min
Probenahmekopf	VDI 2066 Bl. 7	nein; Probleme durch Keimablagerungen in der Entnahmesonde befürchtet; Erfahrungen mit GSP sollten genutzt werden
Störung der Strömung	möglichst gering	deutlich; keine

mungsverhältnisse in der Abluftleitung	ring	Probennameöffnungen, keine Ein- und Auslaufstrecke
--	------	--

3 Ergebnisse

3.1 Einfluss der Luftionisation auf die Keimemissionen

3.1.1 Bakterien

- Alle Versuchsergebnisse sind in den Tab. 5 und Tab. 6 enthalten.
- Für Bakterien erwies sich die Probenahme mit dem Impinger am geeignetsten.
- Messungen am Eingang der Ionisationsanlage wiesen im Sommer mit Werten zwischen 1×10^3 - 1×10^4 KBE/m³ ein leicht erhöhtes Umgebungsniveau auf.
- Im Stall wurden im Sommer durchschnittliche Konzentrationen von 6×10^6 - 1×10^7 KBE/m³, im Winter von 2 - 5×10^4 KBE/m³ nachgewiesen. Eine Ursache für die Unterschiede kann die geringere Verweilzeit und damit Behandlungszeit der Luft im Sommer sein (vgl. Abb. 5). Ein Volumenstrom von 3.000 m³/h entspricht einer Verweilzeit von ca. 4 Minuten.
- Im Winter wurden im Stall mit der Ionisationsanlage mit durchschnittlich $2,8 \times 10^4$ KBE/m³ gegenüber

4,5x10⁴ KBE/m³ im Vergleichsstall geringfügig niedrigere Werte nachgewiesen (vgl. Abb. 6). Obwohl diese Differenzen innerhalb des Messfehlers liegen, kann wegen der geringen Schwankungsbreiten innerhalb der Messungen und der größeren Versuchszahl (jeweils Fünffachbestimmung für jeden Versuchspunkt) doch von einem gesicherten Ergebnis

- ausgegangen werden.
- Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bakterienzahlen in der Abluft nachgewiesen werden (vgl. Abb. 7). Die in der Stallluft vorhandenen Unterschiede werden durch die Unterflurabsaugung über der Gülle wieder egalisiert.

Abluftvolumenströme einer Sauenzuchtanlage

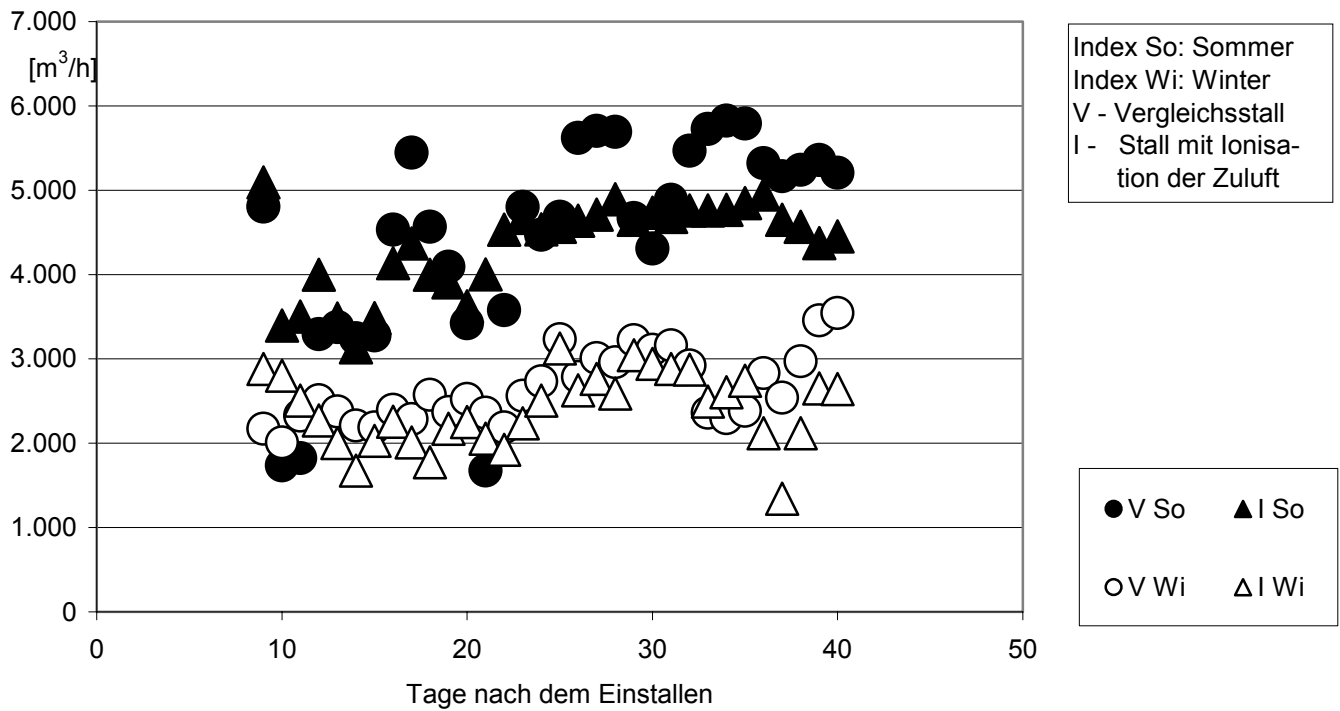


Abb. 5: Abluftvolumenströme der Sommer- und Wintermessreihe



Abb. 6: Bakterienkonzentrationen im Stall und in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

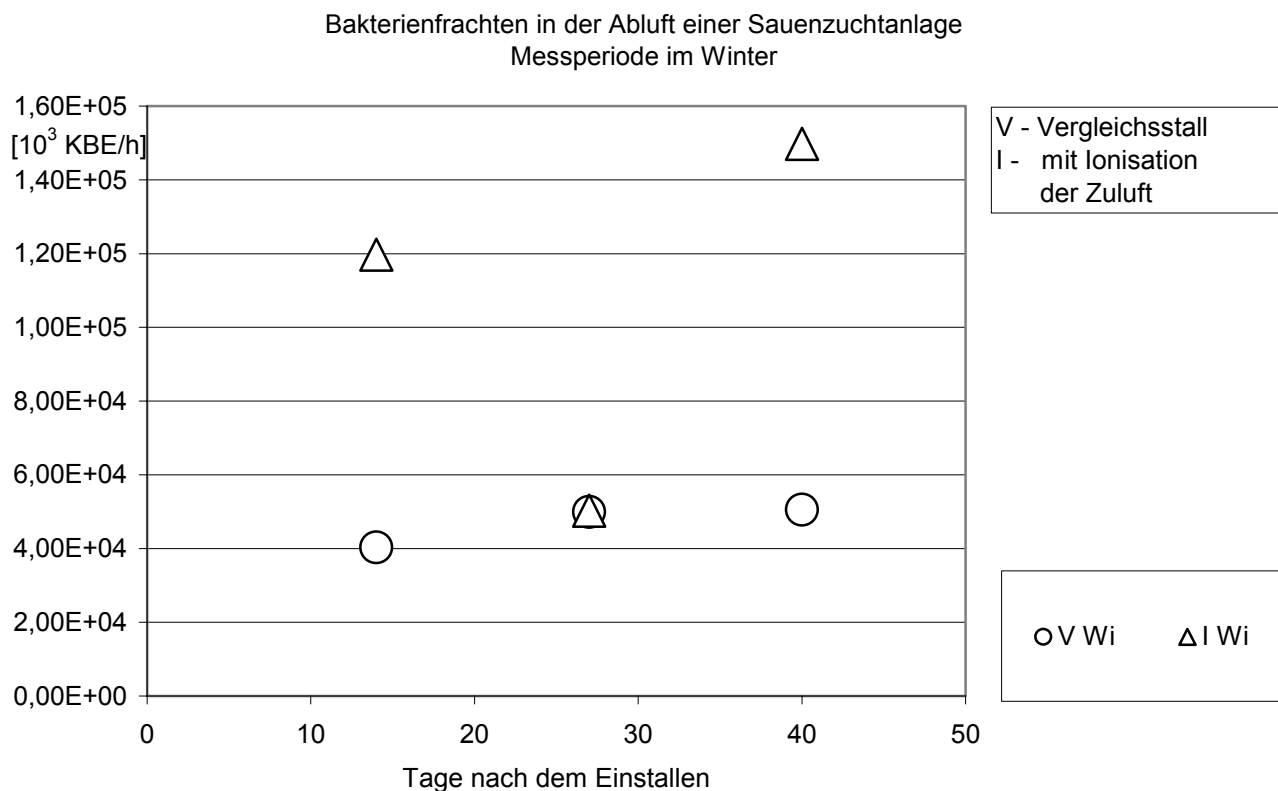


Abb. 7: Bakterienfrachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

3.1.2 Schimmelpilze

- Alle Versuchsergebnisse sind in den Tab. 5 und Tab. 6 enthalten.
- Es treten große speziesspezifisch und bebrütungsspezifisch bedingte Unterschiede zwischen den bei 22 °C und 37 °C kultivierten Mikroorganismen auf. Die höheren Werte konnten bei 22 °C ermittelt werden, während bei 37 °C fast alle Werte (deutlich) unterhalb der Nachweisgrenze lagen.
- Messungen am Eingang der Ionisationsanlage wiesen in der Sommermessreihe mit 6×10^2 - 1×10^3 KBE/m³ ein leicht erhöhtes Umgebungsniveau auf.
- Die Maximalwerte (1×10^4 KBE/m³) wurden unterhalb der Porendecke ermittelt, was auf eine Mobilisierung von Verunreinigungen/Ablagerungen hinweist. Diese Werte sind deshalb nicht repräsentativ für die Gesamtstallbelastung.
- Im Stall wurden durchschnittliche Konzentrationen von 2×10^2 - 5×10^3 KBE/m³ nachgewiesen, was in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen (Tieralter, Fütterungsart, Güllemenge) vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen ist.
- Es konnten keine signifikanten Unterschiede der Gesamtschimmelpilzzahl beider Ställe, die durch den Einsatz der Ionisationsanlage begründbar wären, nachgewiesen werden.

3.2 Einfluss der Luftionisation auf die Luftschadstoffemissionen

- Die Geruchsemissionen werden durch die Ionisation nicht beeinflusst. Auch zwischen Sommer- und Wintermessreihe gibt es keine Unterschiede. Die Frachten liegen bei durchschnittlich 400-600 kGE/GV*h (vgl. Abb. 8).
- Staubemissionen werden durch die Luftionisation nicht beeinflusst. Die Frachten waren im Sommer höher als im Winter (vgl. Abb. 9). Das könnte auf die größere Staubaufwirbelung durch den höheren Luftdurchsatz (vgl. Abb. 5) zurückgeführt werden. Die Frachten und der Feinstaubanteil (vgl. Abb. 10 für PM₁₀, Abb. 11 für PM_{2,5}) nahmen auch jeweils über den Aufzuchtzeitraum geringfügig zu.
- Bei den NH₃- und N₂O-Emissionen (vgl. Abb. 12 bis Abb. 14) waren in der Sommermessreihe Minderungen in der Abluft nach der Ionisation erkennbar, die aber in der Wintermessreihe nicht bestätigt werden konnten. Die Emissionsfrachten waren im Sommer deutlich größer als im Winter. Beim nur im Winter gemessenen CH₄ (vgl. Abb. 14) trat eine deutliche Minderung auf.

Geruchsfrachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

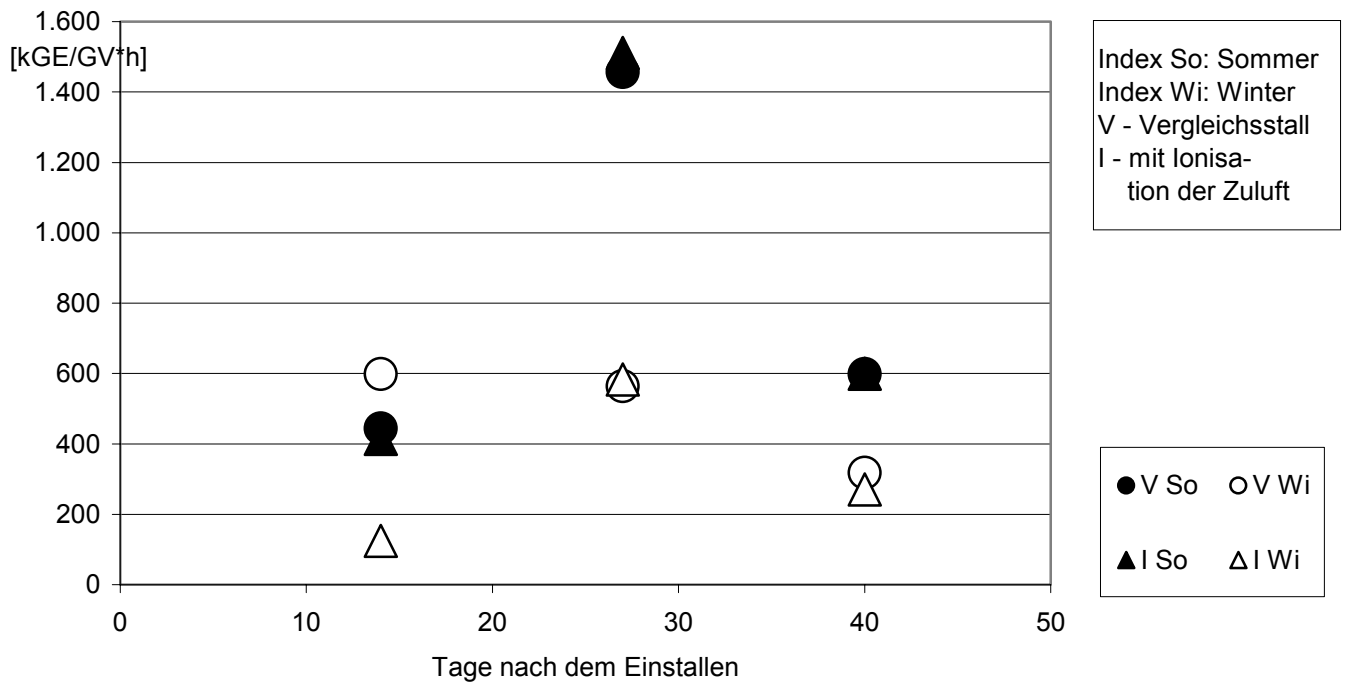


Abb. 8: Geruchsfrachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

Gesamtstaub-Fracht in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

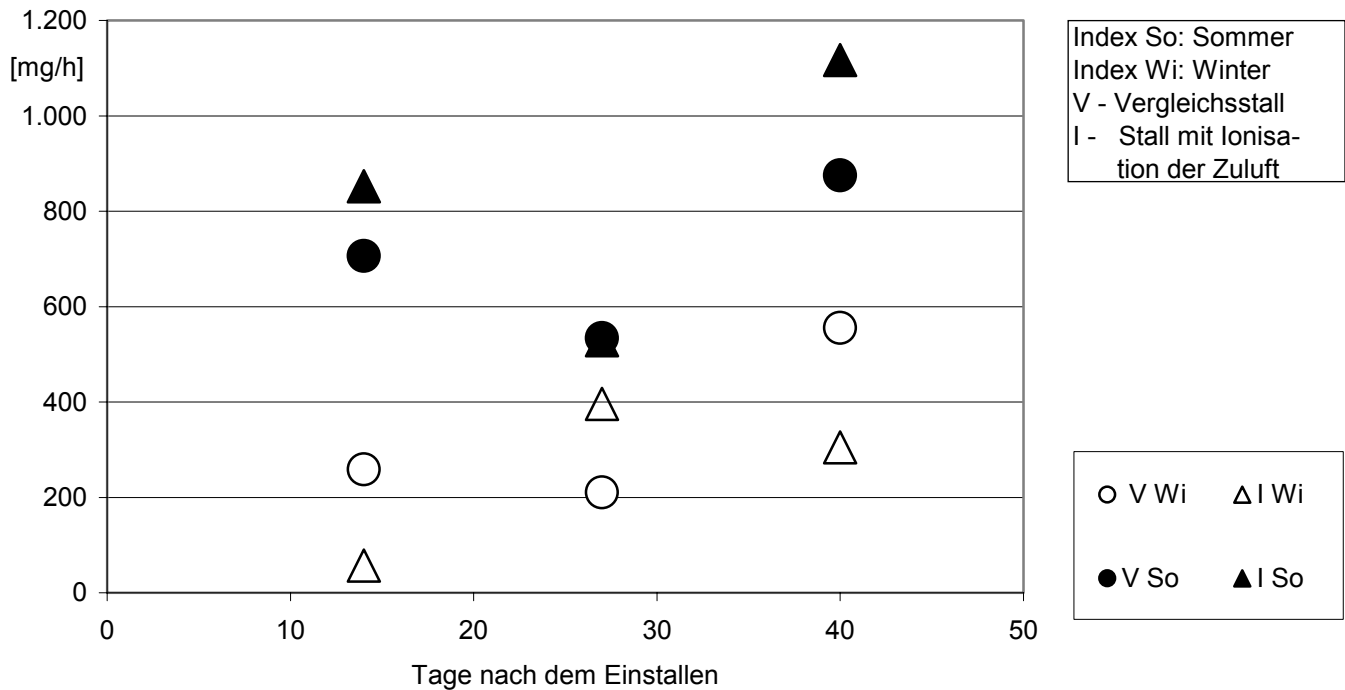


Abb. 9: Gesamtstaub-Fracht in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

PM₁₀-Anteil in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

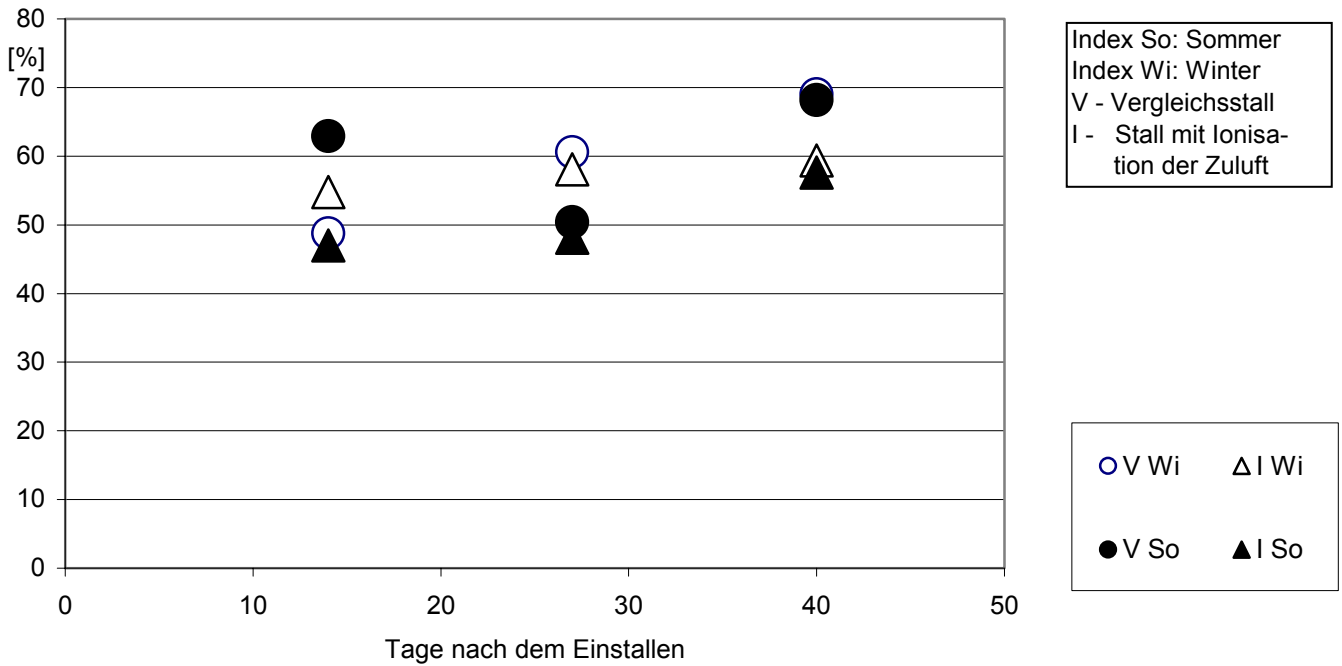


Abb. 10: PM₁₀-Anteil in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

PM_{2,5}-Anteil in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

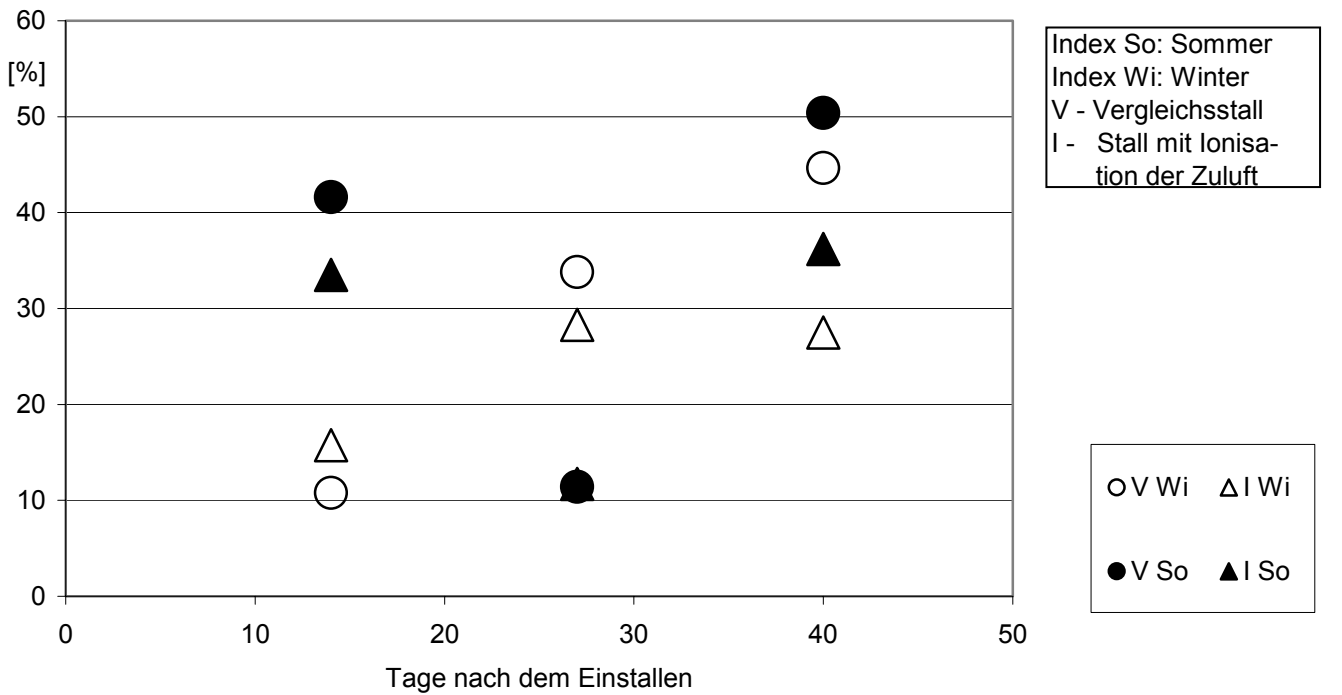


Abb. 11: PM_{2,5}-Anteil in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

NH₃-Frachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

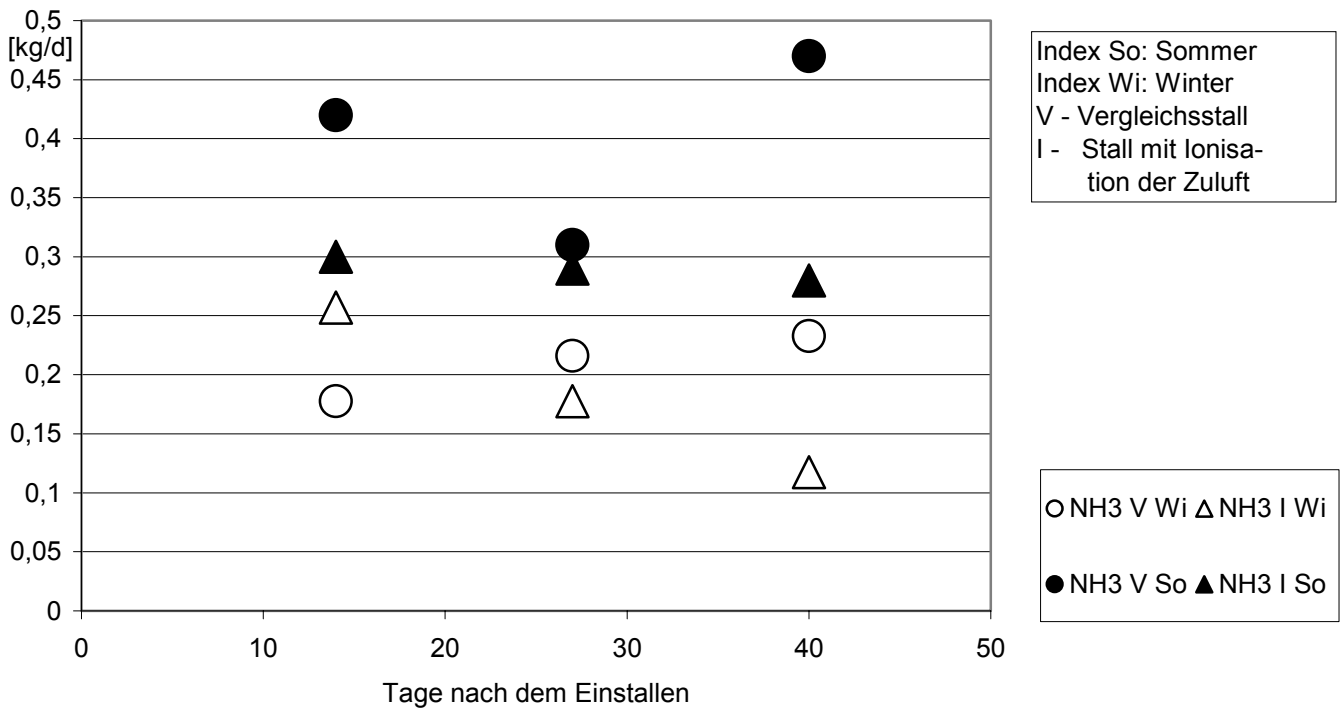


Abb. 12: NH₃-Frachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

N₂O-Frachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

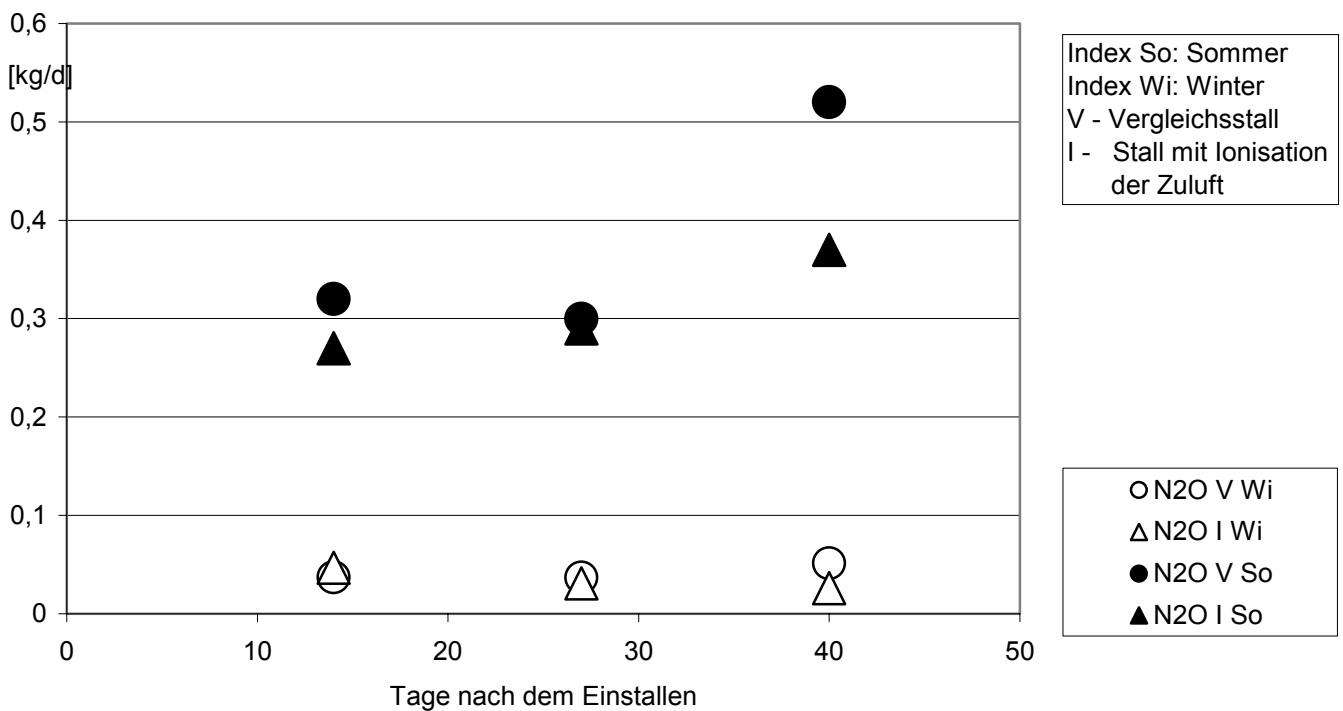


Abb. 13: N₂O-Frachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage

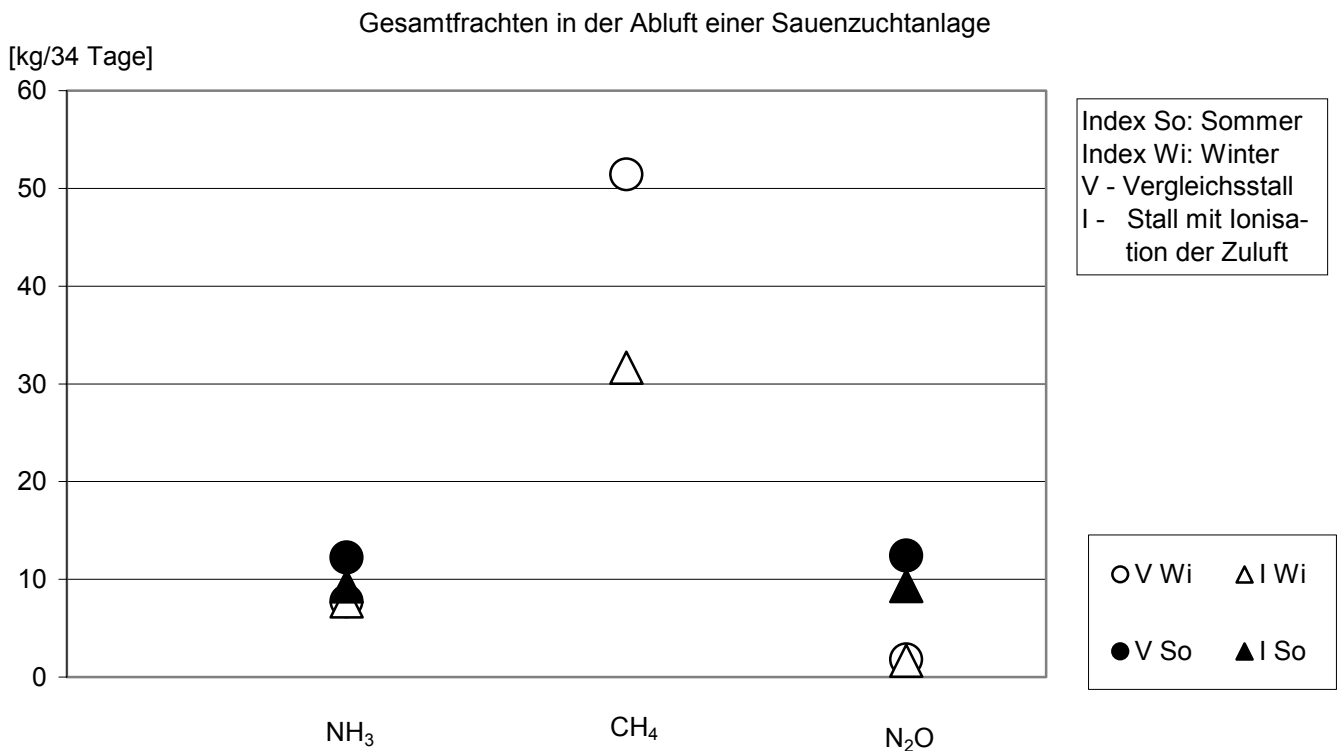


Abb. 14: Gesamtfrachten von NH₃, CH₄ und N₂O in der Abluft einer Sauenzuchtanlage über einen Zeitraum von 34 Tagen

3.3 Einfluss der Luftionisation auf die Tiergesundheit

ein geringfügig gleichmäßigeres Wachstum als die Tiere aus dem Vergleichsstall auf (vgl. Angaben des Betreibers der Sauenzuchtanlage in Tab. 3).

Die Tiere im Stall mit der Luftionisation wiesen in der Sommermessreihe ein deutlich, in der Wintermessreihe

Tab. 3: Vergleich von Tierwachstum und -verlusten

Merkmal	Einheit	Sommermessreihe		Wintermessreihe	
		Vergleichsstall	Stall mit Ionisationsanlage	Vergleichsstall	Stall mit Ionisationsanlage
Einstallgewicht	kg/Tier	7,6	8,7	8,8	8,3
eingestellte Tiere	Stück	324	324	283	283
ausgestallte Tiere	Stück	313	320	277	274
- davon normale	Stück	259	291	243	247
- davon kleine	kg/Tier	26,9	27,5	26,2	26,0
- davon unverkäufliche	Stück	40	19	k. A.	k. A.
	kg/Tier	17,8	18,4		
	Stück	14	10	34	27
	kg/Tier	26,4	25,0	20,6	18,5
Verluste	Stück	11	4	6	9

3.4 Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur

- Die Staubemissionen liegen deutlich unter den Literaturwerten, die NH₃- und Geruchsemissionen im unteren Bereich (vgl. Abb. 15 bis Abb. 17, Tab. 7).
- Die Keimzahlen in der Stallluft liegen im unteren Bereich der Literaturwerte bzw. noch um eine Zehnerpotenz darunter. Ursachen hierfür können der sehr

gute Reinigungszustand der Ställe (und die geringere Luftfeuchte sowie die Wirkung der Luftionisation bei der längeren Verweilzeit in der Wintermessreihe) sein.

Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur - Staub

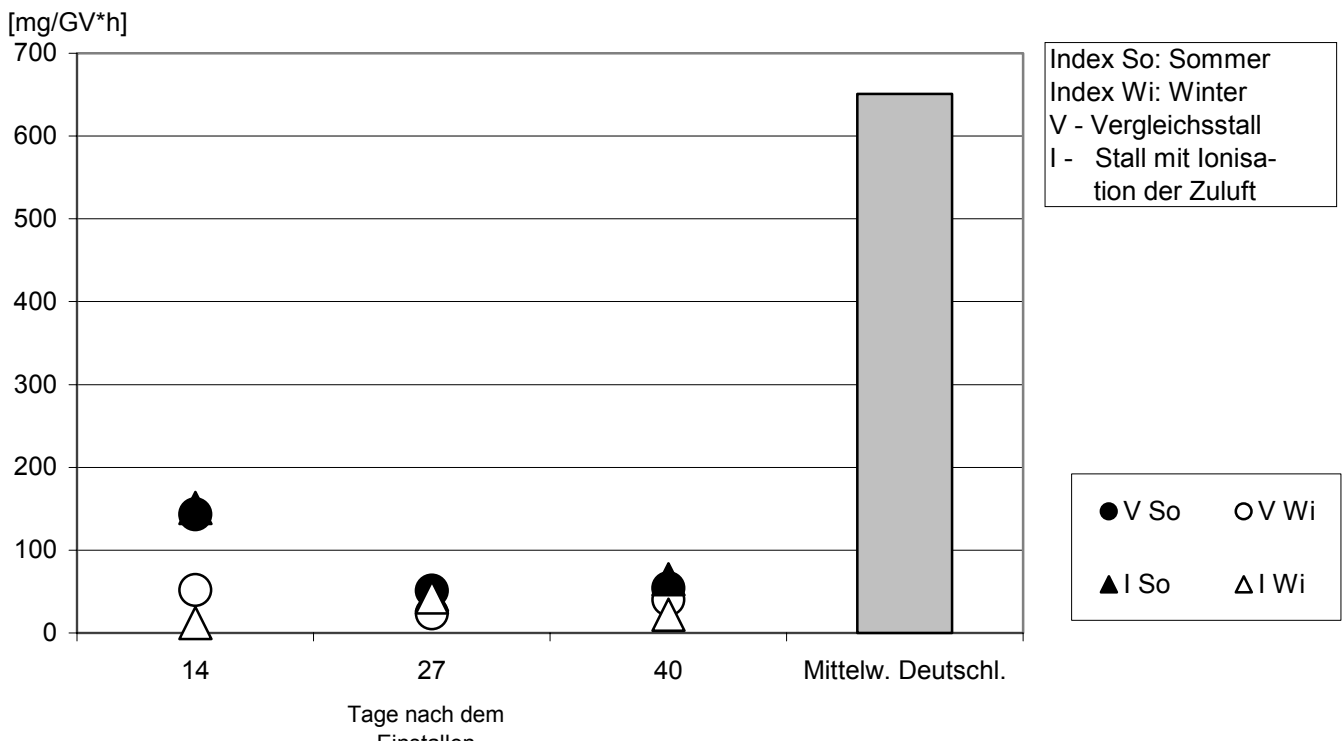


Abb. 15: Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur – Staub

Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur - NH₃

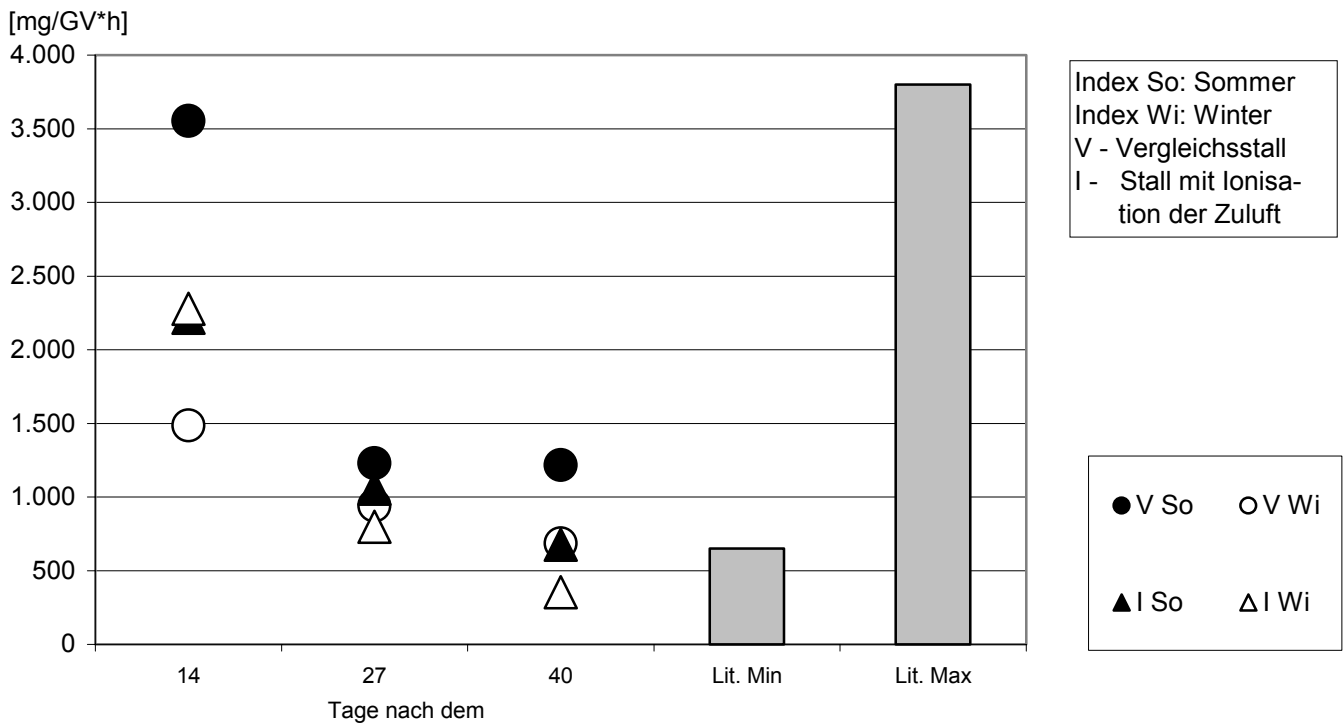


Abb. 16: Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur – NH₃

Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur - Geruch

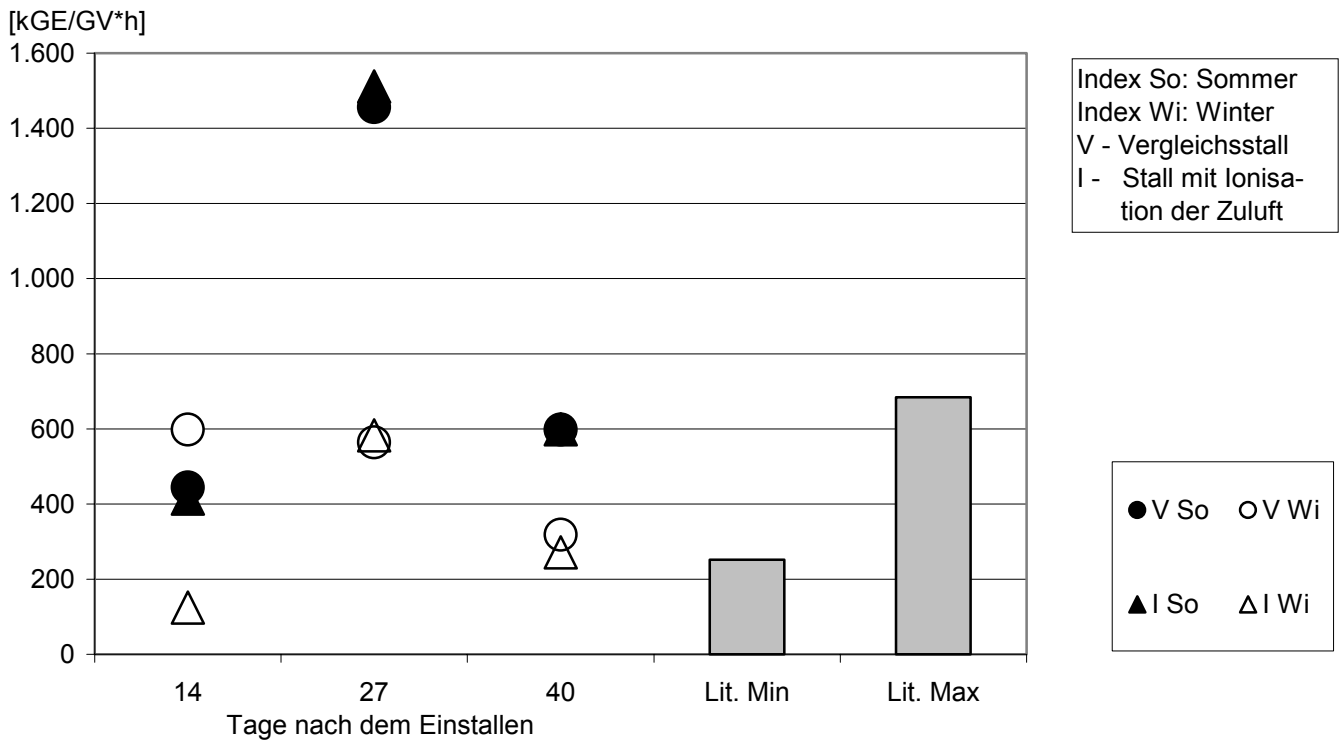


Abb. 17: Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur - Geruch

4 Literaturverzeichnis

AUTORENKOLLEKTIV (1998a): Tagung „Anwohnerschutz bei Intensivtierhaltung“ im Institut für Tierhygiene und Tierschutz der Tierärztlichen Hochschule Hannover, 16. Oktober 1996, Sonderheft, Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, S. 209-252, Heft 6, Schaper Verlag, Alfeld.

AUTORENKOLLEKTIV (1998b): Concentration an Emission of Airborne Dust in Livestock Buildings in Northern Europe.- J.agric. Engng. Res. (1998) 70, S. 59-77.

CHAPUIS, Y.; KLVANA, D.; GUY, C. & KIRCHNEROVA, J. (2002): Photocatalytic Oxidation of Volatile Organic Compounds using Flourescent Visible Light. – J. Air & Waste Mangem. Assoc. 52; S. 845-854.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989): AGRICULTURE – Aerosol sampling in animal houses. – Proceedings of a workshop held at the University of Bristol, Department of Animal Husbandry, 26 to 28 July 1988, Hrsg.: Wathes, C. M. & Randall, J. M.

GUSTAFSSON, G. (1992): Technische Maßnahmen zur Minderung von Geruchs- und Schadstoffemissionen aus Tierproduktionsanlagen. – KTBL-Arbeitspapier 174 „Geruchs- und Schadstoffemissionen aus der Tierhaltung“, S. 80-91, KTBL Schriften Verlag GmbH, Münster-Hiltrup.

HARTUNG, J. (1998): Art und Umfang der von Nutztierställen ausgehenden Luftverunreinigungen. - Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, S. 213-216.

HILLIGER, H. G. (1991) Emission von Staub und Keimen aus Ställen. – Dtsch. Tierärztl. Wschr. 98, S. 245-292, Heft 7.

IFU GMBH (1999): Ermittlung der aktuellen Emissionsfaktoren für in Sachsen relevante Tierhaltungsanlagen. – Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des LfUG, Flöha.

MARTENS, W.; MARTINEC, M.; ZAPIRAIN, R.; STARK, M. ; HARTUNG, E. & PALMGREN, U. (2001): Reduction potential of microbial, odour and ammonia emissions from a pig facility by biofilters. – Int. J. Hyg. Environ. Health 203, S. 335-345.

PALMGREN, U.; STRÖM, G.; BLOMQUIST, G. & MALMBERG, P. (1986): Collection of airborne microorganisms on Nuclepore filters, estimation and analysis – CAMNEA method. – J. Appl. Bact.61, S. 401-406.

PLATZ, S.; SCHERER, M. & UNSHELM, J. (1995): Untersuchungen zur Belastung von Mastschweinen sowie der

Umgebung von Mastschweinställen durch atembaren Feinstaub, stallspezifische Bakterien und Ammoniak. – Zbl. Hyg. 196, S. 399-415, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.

PREDICALA, B. Z.; URBAN, J. E.; MAGHIRANG, R. G.; JEREZ, S. B.& GOODBAND, R. D. (2002): Assessment of Bioaerosols in Swine Barns by Filtration and Impaction.- Current Microbiology 44, S. 136-140.

SEEDORF, J. & HARTUNG, J. (1999): Untersuchungen zum Rückhaltevermögen eines Biofilters und eines Biowäschers für Bioaerosole an zwei Schweineställen. – BMTW 112, S. 444-447, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.

5 Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Eingesetzte Messgeräte.....	8
Tab. 2: Physikalische Sammeleffizienz bei Keimmessungen: Anforderungen und tatsächliche Verhältnisse.....	9
Tab. 3: Vergleich von Tierwachstum und -verlusten.....	16
Tab. 4: Probenahmebedingungen.....	22
Tab. 5: Ergebnisse der Vorversuche mittels RCS	25
Tab. 6: Ergebnisse der Keimmessungen in [KBE/m ³]; indirekte Aufbereitung der Proben (einzelne direkt aufbereitete Proben sind mit „d“ gekennzeichnet).....	25
Tab. 7: Vergleichswerte aus der Literatur	28

6 Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Stall zur Sauenaufzucht (Foto: R. Kretzschmann).....	6
Abb. 2: Luftionisationsanlage im Zuluftkanal (Foto: R. Kretzschmann).....	7
Abb. 3: Lage der Messorte.....	7
Abb. 4: Ozonbelastung durch Luftionisation.....	8
Abb. 5: Abluftvolumenströme der Sommer- und Wintermessreihe.....	10

Abb. 6: Bakterienkonzentrationen im Stall und in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	11		
Abb. 7: Bakterienfrachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	11		
Abb. 8: Geruchsfrachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	13		
Abb. 9: Gesamtstaub-Fracht in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	13		
Abb. 10: PM ₁₀ -Anteil in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	14		
Abb. 11: PM _{2,5} -Anteil in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	14		
Abb. 12: NH ₃ -Frachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	15		
Abb. 13: N ₂ O-Frachten in der Abluft einer Sauenzuchtanlage.....	15		
Abb. 14: Gesamtfrachten von NH ₃ , CH ₄ und N ₂ O in der Abluft einer Sauenzuchtanlage über einen Zeitraum von 34 Tagen.....	16		
Abb. 15: Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur – Staub.....	17		
Abb. 16: Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur – NH ₃	18		
Abb. 17: Vergleich der Messergebnisse mit der Literatur – Geruch.....	18		

	Firma Sartorius
NH ₃	Ammoniak
NG	Nachweisgrenze (bei Keimmessungen)
N ₂ O	Lachgas
PM ₁₀	Feinstaub <10 µm
PM ₅	Feinstaub <5 µm
PM _{2,5}	Feinstaub <2,5 µm
PM ₁	Feinstaub <1 µm
TRBA	Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe
V	Vergleichsstall
VDI	Verein Deutscher Ingenieure

7 Abkürzungsverzeichnis

AGI 30	All Glas Impinger AGI 30 der Firma Millipore
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
GE	Geruchseinheit
GKZ	Gesamtkeimzahl
GSP	Gesamtstaubsammelkopf
GV	Großvieheinheit (500 kg)
I	Stall mit Ionisationsanlage
KBE	Koloniebildende Einheiten
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
MD 8	Sammler und Sammelkopf MD 8 (80 mm) der

Anhang

Tab. 4: Probenahmebedingungen

Datum	Messort	Uhrzeit	Probenahmемenge in [l]	Angaben zur Probenahme, Bemerkungen
27.08.01	V 2	11.00-11.30	92,3	Probenahme mit GSP
		11.00-11.30	96,7	
		14.00-14.30	93,0	
	V 3	11.40-12.10	92,4	Probenahme mit GSP
		11.40-12.10	97,0	
		13.30-14.00	92,7	
	V 4	12.10-12.40	90,7	Probenahme mit GSP
		12.10-12.40	97,1	
		13.30-14.00	97,0	
	I 1	8.45-9.15	95,6	Probenahme mit GSP Filter defekt → Ergebnisse verworfen
		8.45-9.15	93,5	
		8.45-9.15	110,2	
	I 2, 60 %	11.00-11.30	96,5	Probenahme mit GSP Umstellung der Taktfrequenz während der Probenahme
		11.00-11.30	98,3	
		11.00-11.30	104,3	
	I 3, 60 %	11.40-12.10	98,2	Probenahme mit GSP
11.40-12.10		91,3		
11.40-12.10		114,1		
I 4, 60 %	12.15-12.45	98,9	Probenahme mit GSP	
	12.15-12.45	89,5		
	12.15-12.45	113,9		
I 1	14.15-14.45	96,6	Probenahme mit GSP	
	14.15-14.45	92,5		
	15.00-15.30	96,9		
I 2, 90 %	15.00-15.30	113,5	Probenahme mit GSP	
	15.00-15.30	91,2		
	15.00-15.30	98,9		
I 3, 90 %	14.20-14.50	113,0	Probenahme mit GSP	
	14.20-14.50	91,2		
	14.20-14.50	99,1		
I 4, 90 %	13.45-14.15	113,7	Probenahme mit GSP	
	13.45-14.15	89,5		
	13.45-14.15	99,4		
10.09.01	I 1	8.45	300	Probenahme mit MD 8; 3 m ³ /h bei 6 min
		8.45	300	
	I 2, 90 %	9.40	200	Probenahme mit MD 8; 3 m ³ /h bei 4 min
		9.45	200	
		9.50	200	

Fortsetzung Tab. 4: Probenahmebedingungen

Datum	Messort	Probenahme- menge in [l]	Angaben zur Probenahme, Be- merkungen
10.09.01	I 3, 90 %	200 200 200	Probenahme mit MD 8; 3 m ³ /h bei 4 min
	I 4, 90 %	200 200 200	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 4 min
	I 2, 90 %	200 200 200	3 m ³ /h bei 4 min
			3 m ³ /h bei 8 min
	I 3, 90 %	200 200 200	3 m ³ /h bei 4 min
			3 m ³ /h bei 8 min
	I 4, 90 %	200 200 200	3 m ³ /h bei 4 min
			3 m ³ /h bei 8 min
	V 1	300 300	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 6 min
	V 2	200 200 200	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 4 min
	V 3	200 200 200	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 4 min
	V 4	200 200 200	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 4 min
	V 1	500 500	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 10 min
	V 2	300 300	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 6 min
	V 3	300 300	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 6 min
	V 4	300 300	Probenahme mit MD 8 3 m ³ /h bei 6 min
	V1	35 35	Probenahme mit GSP 3,5 l/min über 10 min
	V 3	35 35	Probenahme mit GSP 3,5 l/min über 10 min
	I 1	35 35	Probenahme mit GSP 3,5 l/min über 10 min
	I 3, 60 %	35 35	Probenahme mit GSP 3,5 l/min über 10 min

Fortsetzung Tab. 4: Probenahmebedingungen

Datum	Messort	Uhrzeit	Probenahme- menge in [l]	Angaben zur Probenahme, Be- merkungen
10.09.01	I 3, 60 %	13.30 13.30	35 35	Probenahme mit GSP 3,5 l/min über 10 min; 2. Probe teilweise vereist
24.09.01	I 1	8.10-8.30 8.10-8.30	375 375	Probenahme mit AGI 30 (30 min)
	I 3, 90 %	8.40-9.10 9.15-9.45 9.50-10.20	375 375 375	Probenahme mit AGI 30
	I 4, 90 %	10.25-10.55 11.00-11.30 11.35-12.05	375 375 375	Probenahme mit AGI 30
	I 1	14.00-14.30 14.35-15.05	375 375	Probenahme mit AGI 30
	I 3, 60 %	14.00-14.30 14.35-15.05 15.10-15.40	375 375 375	Probenahme mit AGI 30
	I 4, 60 %	12.10-12.40 12.45-13.15 13.20-13.50	375 375 375	Probenahme mit AGI 30
	V 3	8.50-9.20 9.30-10.00	375 375	Probenahme mit AGI 30
	V 4	11.20-11.50 12.00-12.30	375 375	Probenahme mit AGI 30
	V 3	10.10-10.40 10.45-11.15	375 375	Probenahme mit AGI 30
	V 4	12.45-13.15 13.20-13.50	375 375	Probenahme mit AGI 30
	I 1	8.15-8.25 8.25-8.35	1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	I 3, 90 %	8.20-8.30 8.30-8.40 8.45-8.55	1000 1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	I 4, 90 %	9.00-9.10 9.10-9.20 9.25-9.35	1000 1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	I 1	11.15-11.25 11.20-11.30	1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	I 3, 60 %	12.35-12.45 12.45-12.55 13.00-13.10	1000 1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	I 4, 60 %	13.15-13.25 13.30-13.40 13.45-13.55	1000 1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min

Fortsetzung Tab. 4: Probenahmebedingungen

Datum	Messort	Uhrzeit	Probenahme- menge in [l]	Angaben zur Probenahme, Be- merkungen
24.09.01	V 3	8.55-9.05 9.10-9.20	1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	V 4	10.05-10.15 10.15-10.25	833,3 833,3	Probenahme mit MD 8 5 m ³ /h über 10 min (Geräte- probleme)
	V 3	9.20-9.30 9.30-9.40	1000 1000	Probenahme mit MD 8 6 m ³ /h über 10 min
	V 4	10.30-10.40 10.45-10.55	833,3 833,3	Probenahme mit MD 8 5 m ³ /h über 10 min (Geräte- probleme)
27.02., 13.03., 26.03.02	V 3, V 4, I 3, I 4 60 % V 3, V 4, I 3, I 4 90 %	jeweils 9.00-12.00	125	Probenahme mit AGI 30 (10 min); Fünffachmessung

Tab. 5: Ergebnisse der Vorversuche mittels RCS

Probenahmemenge in [l]	Messort	Schimmelpilze 37 °C auf YM- Teststreifen (Biotest) in [KBE/m ³]	Bakterien 37 °C auf TC- Teststreifen (Biotest) in [KBE/m ³]
10	1	14	30
	3		650
	4		700
20	1		45
50	1	1	105
	3	35	
100	4	62	
Mittelwerte	1	1.400	3.000
	3	700	65.000
	4	620	70.000

Tab. 6: Ergebnisse der Keimmessungen in [KBE/m³]; indirekte Aufbereitung der Proben (einzelne direkt aufbereitete Proben sind mit „d“ gekennzeichnet)

Datum	Messort	Bakterien (auf CASO-Agar) 22 °C	Bakterien (auf CASO-Agar) 37 °C	Schimmelpilze (auf DG 18- Agar) 22 °C	Schimmelpilze (auf DG 18- Agar) 37 °C
NG: 2,6E+3 KBE/m ³ bei minimal 5 Keimen/Platte; geringere Werte gehen von geringeren Plattenbelegungen aus					
27.08.01	I 1	<NG	<NG	2,2E+4	<NG
	I 2, 60 %	6,8E+3	2,7E+3	<NG	<NG
	V 2	<NG	2,0E+3	1,3E+3	<NG
	I 3, 60 %	<NG	<NG	<NG	<NG
	V 3	<NG	<NG	1,2E+3	<NG
	I 4, 60 %	<NG	<NG	<NG	<NG
	V 4	<NG	<NG	2,5E+3	<NG
	I 1	<NG	<NG	2,2E+4	<NG
	I 2, 90 %	<NG	<NG	1,1E+4	<NG

Fortsetzung Tab. 6: Ergebnisse der Keimmessungen in [KBE/m³]; indirekte Aufbereitung der Proben (einzelne direkt aufbereitete Proben sind mit „d“ gekennzeichnet)

Datum	Messort	Bakterien (auf CASO-Agar) 22 °C	Bakterien (auf CASO-Agar) 37 °C	Schimmelpilze (auf DG 18-Agar) 22 °C	Schimmelpilze (auf DG 18-Agar) 37 °C
27.08.01	I 3, 90 %	2,3E+3	<NG	6,4E+3	<NG
	I 4, 90 %	<NG	<NG	<NG	<NG
NG: 2,6E+3 KBE/m ³ bei minimal 5 Keimen/Platte; geringere Werte gehen von geringeren Plattenbelegungen aus					
10.09.01	I 1	3,2E+3	3,2E+3; 4,3E+3	1,2E+3	1,2E+3; 2,2E+2 d
	V 1	1,0E+3	2,6E+3 4,3E+3	<NG	<NG; 2,2E+2 d
	I 2, 90 %	4,9E+3	2,8E+3	1,0E+4	2,6E+3
	V 2	1,0E+4	1,0E+4	4,3E+3	1,6E+3
	I 3, 90 %	1,5E+3	2,4E+3 2,1E+4 d	3,3E+3	<NG; 5,1E+2
	V 3	3,3E+3	3,7E+3 1,1E+4 d	5,5E+3	1,1E+3; 6,0E+2 d
	I 4, 90 %	4,0E+3	2,3E+3	4,6E+3	1,3E+3
	V 4	<NG	<NG	1,3E+3	<NG
	I 1, V1	-	<NG	<NG	<NG
	I 2, 60 %	1,3E+3	<NG 1,1E+4	<NG	<NG
	V 2		1,1E+4 d	1,3E+3	1,3E+3
	I 3, 60 %	<NG	2,0E+3	<NG	<NG; 9,8E+2 d
	V 3			1,0E+3	1,0E+3
	I 4, 60 %			1,7E+3	<NG
V 4			2,1E+3	2,1E+3	
Schimmelpilze: NG= 9E+1 KBE/m ³ (direkte Aufbereitung) bzw. 3E+2 KBE/m ³ (indirekte Aufbereitung) bei minimal 3 Keimen/Platte; Probenahme mit MD 8 Bakterien: NG= 3,6E+2 KBE/m ³ (direkte Aufbereitung) bzw. 2,4E+3 KBE/m ³ (indirekte Aufbereitung) bei minimal 3 Keimen/Platte; Probenahme mit AGI 30					
24.09.01	I 1, V 1	1,5E+4; 1,6E+3 d	1,3E+4; 2,1E+3	6,1E+2; 3,3E+2 d	4,4E+2; 4,5E+1 d
	I 3, 90 %	8,0E+6; >1,0E+5 d	9,3E+6; 5,3E+4 d	2,7E+2; 3,8E+2	<NG; <NG d
	V 3	6,2E+6; >1,0E+5 d	7,7E+6; >1,0E+5 d	4,7E+2; 2,3E+2 d	<NG; <NG d
	I 4, 90 %	2,3E+5; 9,8E+3 d	2,5E+5; 2,5E+4 d	1,1E+3; 4,7E+2	<NG; <NG d
	V 4	5,4E+6	6,7E+6	6,9E+2	<NG
	I 1, V 1	1,5E+4; 1,6E+3 d	1,3E+4; 2,1E+3	6,1E+2; 3,3E+2	<NG; <NG d
	I 3, 60 %	1,4E+7; 4,1E+3 d	1,0E+7; 2,3E+4 d	<NG; 4,7E+2 d	<NG; <NG d
	V 3			2,3E+2 d	
	I 4, 60 %	1,1E+6; >1,0E+5 d	1,2E+6; 4,0E+4 d	6,4E+2	1,3E+2; <NG d
	V 4			2,0E+2 d	

Fortsetzung Tab. 6: Ergebnisse der Keimmessungen in [KBE/m³]; indirekte Aufbereitung der Proben (einzelne direkt aufbereitete Proben sind mit „d“ gekennzeichnet)

Datum	Messort	Bakterien (auf Blutagar) 37 °C	Enterobacteriaceae (Laktose positiv) auf Endo-Agar 37 °C
NG= 2,4E+3 KBE/m ³ bei minimal 3 Keimen/Platte; Probenahme mit AGI 30			
24.09.01	I 1	1,4E+4	5,8E+3
	I 3, 90 %	6,0E+6	6,0E+6
	V 3	5,1E+6	1,1E+6
	I 4, 90 %	2,5E+5	2,5E+5
	V 4	6,4E+6	1,1E+6
	I 3, 60 %	1,0E+7	6,1E+6
	I 4, 60 %	1,1E+6	9,6E+5

Fortsetzung Tab. 6: Ergebnisse der Keimmessungen in [KBE/m³]; indirekte Aufbereitung der Proben (einzelne direkt aufbereitete Proben sind mit „d“ gekennzeichnet)

Datum	Messort	Median	Minimum	Maximum
27.02.03	V 3	5,4E+4	3,4E+4	8,0E+4
	V 4	1,2E+4	1,0E+4	3,5E+4
	I 3 60 %	3,1E+4	1,9E+4	3,9E+4
	I 4 60 %	6,4E+3	4,0E+3	3,8E+4
13.03.03	V 3	3,7E+4	2,1E+4	4,7E+4
	V 4	2,0E+4	1,4E+4	2,5E+4
	I 3 60 %	2,7E+4	2,1E+4	4,4E+4
	I 4 60 %	4,4E+4	1,7E+4	6,4E+4
26.03.03	V 3	4,3E+4	4,1E+4	5,4E+4
	V 4	1,9E+4	1,3E+4	3,5E+4
	I 3 90 %	2,7E+4	9,6E+3	5,6E+4
	I 4 90 %	6,4E+4	3,4E+4	2,1E+5

Tab. 7: Vergleichswerte aus der Literatur

Parameter	Maßzahl (Mittelwerte)	Maßeinheit	Quelle
<i>NH₃-Emission</i> Jungsauen Ferkel (0,02 GV/TP)	ca. 3.700 650-3.800	mg/(h*GV)	zit. in IFU (1999)
<i>NH₃-Konzentration in der Abluft</i> Mastschweine Winter Mastschweine Sommer Mastschweine	27 11 13,8	ppm	PLATZ ET AL. (1995) MARTENS ET AL. (2001)
<i>Geruchsemission</i> Jungsauen	70-190	GE/(s*GV)	zit. in IFU (1999)
<i>Geruchskonzentration</i> Mastschweine	1714	GE/m ³	MARTENS ET AL. (2001)
<i>MVOC-Konzentration</i> Mastschweine	13,4 (Einfachmessung)	µg/m ³	MARTENS ET AL. (2001)
<i>Staubemission</i> Schwein (25 kg) Schwein (Mittelwert für Deutschland, einatembare Staub)	1.600-2.700 651	mg/(h*GV)	GUSTAFSSON (1992) zit. in AUTORENKOLLEKTIV (1998b)
<i>Staubkonzentration</i> Mastschweine	3,3-16,4	mg/m ³	COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989)
<i>PM₅-Emission</i> Mastschweine	60	mg/h*GV	zit. in AUTORENKOLLEKTIV (1998a)
<i>PM₅-Konzentration in der Abluft</i> Mastschweine Winter Mastschweine Sommer Mastschweine	0,26 0,075 0,49 0,1-0,3	mg/m ³	PLATZ ET AL. (1995) zit. in HILLIGER (1991) zit. in AUTORENKOLLEKTIV (1998a)
<i>Keim-Konzentration in der Abluft³</i> Mastschweine Winter Mastschweine Sommer Mastschweine	1,1*10 ⁶ (GKZ) 5,7*10 ⁵ (GKZ) 2*10 ⁷ (GKZ) 3,5*10 ⁵ -2*10 ⁶ (GKZ) 6*10 ⁵ -4*10 ⁷ (Bakterien 25 °C) 7*10 ⁵ -3*10 ⁷ (Bakterien 37 °C) 7,5*10 ⁴ (Bakterien 25±5 °C) 1,3*10 ⁵ -2,2*10 ⁵ (mesoph. Bakt.) 3*10 ³ -8*10 ⁵ (thermophile Bakterien, Actinomyceten 55 °C) 3*10 ⁴ (Pilze) 6*10 ³ -6*10 ⁵ (Pilze 25 °C)	KBE/m ³	PLATZ ET AL. (1995) zit. in HILLIGER (1991) zit. in AUTORENKOLLEKTIV (1998a) COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989) COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989) PREDICALA ET AL. (2002) SEEDORF ET AL. (1999) COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989) zit. in HILLIGER (1991) COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989)

³ Umrechnung in Emission über mittlere Luftwechselrate von 200 m³/h*GV nach AUTORENKOLLEKTIV (1998a) möglich

Parameter	Maßzahl (Mittelwerte)	Maßeinheit	Quelle
<i>Keim-Konzentration in der Abluft</i> ⁴ Mastschweine		KBE/m ³	
	1,1*10 ⁵ (Bakterien 25 °C) 2,2*10 ² (Pilze 25 °C)		MARTENS ET AL. (2001)
	1*10 ³ -8*10 ⁴ (Pilze 37 °C)		COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1989)
	2,9*10 ² -8,4*10 ³ (mesoph. Pilze)		SEEDORF et al. (1999)
<i>Endotoxine</i> Mastschweine	3*10 ³ 3,5*10 ²	ng/m ³	zit. in HILLIGER (1991) SEEDORF ET AL. (1999)
<i>Gesamtzellzahl</i> Mastschweine	4,1*10 ⁶ (Bakterien) 5,4*10 ⁵ (Pilze)	Zahl/m ³	MARTENS ET AL. (2001); Methode CAMNEA nach PALMGREN ET AL. (1986)

⁴ Umrechnung in Emission über mittlere Luftwechselrate von 200 m³/h*GV nach AUTORENKOLLEKTIV (1998) möglich

Impressum

Keim- und Luftschadstoffemissionen einer Sauenzuchtanlage

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Zur Wetterwarte 11, D-01109 Dresden
E-Mail: Abteilung2@lfug.smul.sachsen.de

Bearbeitung:

Keimmessungen: Universität Leipzig, Institut für Tierhygiene
und Öffentliches Veterinärwesen
An den Tierkliniken 17
04103 Leipzig

Analyse der Geruchsproben: ERGO Umweltinstitut GmbH
Lauensteiner Str. 42
01277 Dresden

Emissionsmessungen: Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft,
GB Messnetzbetrieb Luft
Dresdner Str. 78 c
01445 Radebeul

Koordinierung, Redaktion: LfUG, Ref. Anlagenbezogener Immissionschutz,
Klimaschutz

Redaktionsschluss: August 2003

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte,
auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen
Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.

Das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie ist im
Internet (www.umwelt.sachsen.de/lfug).