



**Beurteilung der Lungengesundheit von Schweinen
aus verschiedenen ökologischen Haltungssystemen
mittels BAL und Lungenhistologie**

Erstellt von:

Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich Sicherheitstechnik
Gaußstr. 20, 42097 Wuppertal
Tel.: +49 2302 926-712
E-Mail: monika.rieger@uni-wh.de
Internet: <http://www.uni-wuppertal.de>

Gefördert vom Bundesministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Bundesprogramm Ökologischer Landbau

Schlussbericht: Projekt 03OE370

Beurteilung der Lungengesundheit von Schweinen aus verschiedenen ökologischen Haltungssystemen mittels BAL und Lungenhistologie

Priv.-Doz. Dr. med. Monika A. Rieger

FG Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz

FB D / Abteilung Sicherheitstechnik

Bergische Universität Wuppertal

Gaußstr. 20, 42097 Wuppertal;

rieger@uni-wuppertal.de bzw. neu : monika.rieger@uni-wh.de

in Zusammenarbeit mit

Prof. Dr. med.vet. A. Sundrum

FG Tierernährung und Tiergesundheit

FB Ökologische Agrarwissenschaft

Universität Kassel

Nordbahnhofstraße 1a

37213 Witzenhausen

Prof. Dr. T. Jungbluth

Priv.-Doz. Dr. sc.agr. habil. E. Hartung

Institut für Agrartechnik

Universität Hohenheim

Garbenstr. 9

70599 Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	6
2.1	Gewählte Betriebe	6
3.1.1	Untersuchung im konventionellen Haltungssystem (Strang 2).....	12
3.1.1.1	Haltungssystem und Tiere	12
3.1.1.2	Versuchsdurchführung.....	13
3.1.1.3	Messung der Gaskonzentrationen	14
2.2	Messung von biologischen Luftbelastungen und von Staub	15
2.3	Erfassung der Tiergesundheit.....	17
3.3.1	Schlachtkörperuntersuchung und Kotuntersuchung	18
3.3.2	Histologische Untersuchung	19
3.3.3	Bronchoalveoläre Lavage	19
3.3.3.1	Strang 1	20
3.3.3.2	Strang 2	21
4	Ergebnisse	22
4.1	Strang 1: Lungengesundheit bei Mastschweinen	22
4.1.1	Vergleich der Luftqualität im Schweinehaltungsbereich.....	22
4.1.2	Schlachtkörperuntersuchung	25
4.1.2.1	Vergleich der Bestandsbewertung in den Haltungssystemen	28
4.1.3	Histologische Untersuchung von Proben aus dem Spitzenlappen.....	28
4.1.3.1	Darstellung typischer histologischer Befunde	29
4.1.3.2	Art und Häufigkeit des Vorkommens einzelner Zellen	37
4.1.3.3	Zusammenfassung der Einzelbefunde zu einem Befundmuster	39
4.1.3.4	Abschließende Beurteilung der histologischen Befunde	42
4.1.4	Untersuchung der bronchoalveolären Lavage	42
4.1.4.1	Befunde der BAL in Abhängigkeit von der Jahreszeit.....	46
4.1.4.2	Zusammenfassende Beurteilung der BAL-Befunde in Strang 1.....	49
4.2	Strang 2: Lungengesundheit im Verlauf der Mast.....	52
4.2.1	Vergleich der Luftqualität im Schweinehaltungsbereich.....	52
4.2.1.1	Haltungssystem A: Konventionelles Haltungssystem	52
4.2.1.2	Haltungssystem B: Stall nach EU-Öko-VO mit Ferkelerzeuger	55
4.2.1.3	Haltungssystem C: Tiefstreustall mit Auslauf.....	57
4.2.1.4	Vergleich der Luftqualität in den drei Haltungssystemen	58
4.2.2	Schlachtkörperuntersuchungen	59
4.2.2.1	Vergleich der Organbefunde in den Schlachtkörpern aus den	
	ökologischen Haltungssystemen	64
4.2.2.2	Vergleich der Bestandsbewertung in den Haltungssystemen	66
4.2.2.3	Parasitologische Untersuchung der Kotproben.....	67
4.2.3	Histologische Untersuchung von Proben aus dem Spitzenlappen.....	68
4.2.3.1	Haltungssystem A: Konventionelle Schweinehaltung	69
4.2.3.2	Haltungssystem B: Stall nach EU-Öko-VO	73
4.2.3.3	Haltungssystem C: Tiefstreustall mit Auslauf.....	77

4.2.3.4	Abschließende Beurteilung der histologischen Befunde	81
4.2.4	Untersuchung der bronchoalveolären Lavage	82
4.2.4.1	Tiere aus dem konventionellen Haltungssystem (System A)	82
4.2.4.2	Tiere aus dem Bestand „EU-Öko-VO“ (System B)	84
4.2.4.3	Tiere aus dem Bestand „Tiefstreu mit Auslauf“ (System C)	86
4.2.4.4	Vergleich der BAL-Befunde in den verschiedenen Altersgruppen	89
5	Zusammenschau und Diskussion	95
5.1	Diskussion der eingesetzten Methoden	95
5.1.1	Luftqualität in den betrachteten Haltungssystemen	95
5.1.2	Management der beiden ökologischen Betriebe	99
4.1.3	Angewandte Messverfahren und Untersuchungstechniken	101
5.2	Diskussion der Ergebnisse	101
5.2.1	Schlachtkörperuntersuchung	101
5.2.2	Histologie	102
5.2.2.1	Strang 1	102
5.2.2.2	Strang 2	102
5.2.3	Bronchoalveoläre Lavage	104
5.3	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	107
6	Schlussfolgerungen	108
7	Dank	109
8	Anhang	i
8.1	Anhang zu Material und Methoden	i
8.1.1	Anhang zur Schlachtkörperuntersuchung	i
8.2	Anhang zu Ergebnisse	iii
8.2.1	Anhang zu Ergebnisse Strang 1	iii
8.2.1.1	Anhang zu Luftqualität Strang 1	iii
8.2.1.2	Anhang zu histologischen Untersuchung Strang 1	vii
8.2.2	Anhang zu Ergebnissen in Strang 2	xiii
8.2.2.1	Anhang zu Luftqualität Strang 2	xiii
9	Literatur	xx

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 1: Grundriss des Versuchstalls für Mastschweine der Universität Hohenheim, verwendet wurde nur Abteil 2 (Breifütterung) = Haltungssystem A-C
- Abb. 2: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen in den verschiedenen Haltungssystemen, stationäre Messwerte aus allen Jahreszeiten
- Abb. 3: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen in den verschiedenen Haltungssystemen, stationäre Messwerte; Freiland 1: Herbst, Freiland 2: Sommer
- Abb. 4: Veränderungen mit Betonung des Interstitium, histologische Beurteilung 1
- Abb. 5: Veränderungen mit Betonung der Alveolen, histologische Beurteilung 1
- Abb. 6: Befundung 1: Peribronchiolitis und Lymphknötchenhyperplasie bei den Mastschweinen aus unterschiedlichen Beständen
- Abb. 7: Befundung 1: Alveolarwandinfiltration, Synzitialzellen und Atelektasen bei den Mastschweinen aus unterschiedlichen Beständen
- Abb. 8: BAL – gewonnene Spülflüssigkeit (Recovery: % vom Spülvolumen 100ml)
- Abb. 9 : BAL – Gesamtzellzahl bei Mastschweinen aus verschiedenen Beständen, Sommer und Winter
- Abb. 10: BAL-Parameter mit deutlichen oder signifikanten Unterschieden bei den Tieren verschiedener Bestände, Sommer und Winter
- Abb. 11: BAL-Befunde: basophile Granulozyten bei Mastschweinen aus den verschiedenen Beständen, Sommer und Winter
- Abb. 12: BAL-Befunde: Epithelzellen bei Mastschweinen aus verschiedenen Beständen, Sommer und Winter
- Abb. 13: BAL-Befunde für Makrophagen, Lymphozyten und Nitrat/Nitrit, nur Sommer
- Abb. 14: BAL-Befunde – Gesamtzellzahl, in Abhängigkeit vom Bestand, nur Sommer
- Abb. 15: BAL-Befunde für Makrophagen, Lymphozyten, Gesamtzellzahl und Nitrat/Nitrit (nur Winter)
- Abb. 16: Luftkonzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten im konventionellen Haltungssystem
- Abb. 17: Luftkonzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten in Haltungssystem B
- Abb. 18: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentration in der Stallluft in Abhängigkeit von der Jahreszeit, Haltungssystem B
- Abb. 19: Luftkonzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten im Haltungssystem C
- Abb. 20: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen in der Stallluft in Abhängigkeit von der Jahreszeit, Haltungssystem C
- Abb. 21: Endotoxinkonzentration im Ferkelhaltungsbereich der drei verglichenen Haltungssysteme, explorative Messungen
- Abb. 22: Endotoxinkonzentration im Mastschweinehaltungsbereich der drei verglichenen Haltungssysteme, explorative Messungen
- Abb. 23: Befunde aller in Strang 2 untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich

- Abb. 24: Befunde der aus System B (Mastschweinestall nach EU-Öko-VO) untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich
- Abb. 25: Befunde der aus System C (Tiefstreustall mit Auslauf) untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich
- Abb. 26: Befunde der aus System A (konventionelle Haltung) untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen
- Abb. 27: Vermehrung von Zellen im Bereich des Interstitiums, Tiere aus dem konventionellen Haltungssystem
- Abb. 28: Vermehrung von Zellen im Bereich der Alveolen, Tiere aus dem konventionellen Haltungssystem
- Abb. 29: Unterschiede in den Hauptbefunden (Befundung 1) bei Tieren der verschiedenen Altersstufen aus dem konventionellen Haltungssystem
- Abb. 30: Vermehrung von Zellen im Bereich des Interstitiums, Tiere aus Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO)
- Abb. 31: Vermehrung von Zellen im Bereich der Alveolen, Tiere aus dem Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO)
- Abb. 32: Unterschiede in den Hauptbefunden (Befundung 1) bei Tieren der verschiedenen Altersstufen aus dem konventionellen Haltungssystem
- Abb. 33: Vermehrung von Zellen im Bereich des Interstitiums, Tiere aus Haltungssystem C (Tiefstreustall mit Auslauf)
- Abb. 34: Vermehrung von Zellen im Bereich der Alveolen, Tiere aus Haltungssystem C (Tiefstreustall mit Auslauf)
- Abb. 35: Unterschiede in den Hauptbefunden (Befundung 1) bei Tieren der verschiedenen Altersstufen aus dem konventionellen Haltungssystem
- Abb. 36: Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie Gesamtzellzahl bei Tieren verschiedener Altersstufen, konventionelles Haltungssystem
- Abb. 37: BAL bei Tieren aus dem konventionellen Haltungssystem – in den einzelnen Altersstufen unterschiedliche Befunde
- Abb. 38: Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie Gesamtzellzahl bei Tieren verschiedener Altersstufen, Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO)
- Abb. 39: BAL bei Tieren aus dem Haltungssystem B – Makrophagen, Lymphozyten und eosinophile Granulozyten sowie Nitrat/Nitrit-Konzentration
- Abb. 40: Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie Gesamtzellzahl bei Tieren verschiedener Altersstufen, Haltungssystem C (Tiefstreustall mit Auslauf)
- Abb. 41: BAL bei Tieren aus dem Haltungssystem C – Makrophagen, Lymphozyten, neutrophile Granulozyten, eosinophile Granulozyten und Epithelzellen sowie Nitrat/Nitrit-Konzentration
- Abb. 42: Recovery der BAL-Flüssigkeit und Gesamtzellzahl bei Läufern aus verschiedenen Haltungssystemen
- Abb. 43: BAL bei Läufern aus den verschiedenen Haltungssysteme – Makrophagen, Lymphozyten, neutrophile Granulozyten sowie Nitrat/Nitrit-Konzentration
- Abb. 44: Recovery der BAL-Flüssigkeit und Gesamtzellzahl bei Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen

- Abb. 45: BAL-Befunde bei Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen
- Abb. 46: Recovery der BAL-Flüssigkeit und Gesamtzellzahl bei XXL-Schweinen aus verschiedenen Haltungssystemen
- Abb. 47: BAL – Konzentration von Makrophagen, Lymphozyten und Nitrat/Nitrit bei XXL-Schweinen aus verschiedenen Haltungssystemen
- Abb. 48: Endotoxin- und Gesamtpilzkonzentration im Bereich der Mastschweinehaltung (Strang 1)
- Abb. 49: Vergleich der Endotoxin- und Gesamtpilzkonzentrationen im Bereich der Ferkelhaltung – Haltungssysteme A-C in Strang 2
- Abb. 50: Vergleich der Endotoxin- und Gesamtpilzkonzentrationen im Bereich der Haltung von Mast- bzw. XXL-Schweinen– Haltungssysteme A-C in Strang 2
- Abb. 51: Vergleich der Luftkonzentration biologischer Parameter im konventionellen Haltungssystem A (nur Mastschweinestall)
- Abb. 52: Vergleich der Luftkonzentration biologischer Parameter im Haltungssystem B (nur Mastschweinestall nach EU-Öko-VO)
- Abb. 53: Hauptbefunde bei Tieren aus verschiedenen Beständen (jeweils verschiedene Altersstufen in den drei Haltungssystemen)
- Abb. 54: Vergleichende Darstellung der BAL-Befunde über die verschiedenen Altersstufen in den Haltungssystemen A-C, Strang 2
- Abb. 55 Vergleich der Staubkonzentrationen (Hütte) in den beiden Freilandhaltungssystemen, Messwerte aus kalter und warmer Jahreszeit
- Abb. 56: Staubkonzentrationen in den verschiedenen Haltungssystemen, kalte Jahreszeit, Freiland zusammengefasst
- Abb. 57: Staubkonzentrationen in den verschiedenen Haltungssystemen, warme Jahreszeit, Freiland zusammengefasst

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Charakteristika der in Strang 1 und Strang 2 untersuchten Betriebe
- Tabelle 2: Betriebsbeschreibung und zeitliche Aufteilung der Messtermine auf den untersuchten Betrieben
- Tabelle 3: Differenzierung der Luftproben aus dem PGP-System
- Tabelle 4: Mikrobiologische Luftmessungen in den Freilandhaltungssystemen (Strang 1)
- Tabelle 5: Mikrobiologische Luftmessungen in Strang 2
- Tabelle 6: Durchführung der bronchoalveolären Lavage
- Tabelle 7: BAL – Zahl der untersuchten Tiere und Spülvolumina in den verschiedenen Beständen, Sommer und Winter
- Tabelle 8: BAL – Spülvolumina bei den Tieren in Strang 2
- Tabelle 9: Gewählte Stallsysteme, untersuchte Tiere
- Tabelle 10: Häufigkeit geringgradiger Lungenbefunde
- Tabelle 11: Häufigkeit mittelgradiger Lungenbefunde
- Tabelle 12: Häufigkeit hochgradiger Lungenbefunde
- Tabelle 13: Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde
- Tabelle 14: Häufigkeit geringgradiger Milkspots (Leber ausgeputzt)
- Tabelle 15: Häufigkeit hochgradiger Milkspots (Leber verworfen)
- Tabelle 16: Häufigkeit positiver Parasitenbefunde in der Leber
- Tabelle 17: Häufigkeit einer abgelaufenen Pericarditis
- Tabelle 18: Bestandsbewertung nach Blaha & Neubrand sowie nach PIQ, Bestände aus Strang 1
- Tabelle 19: Anzahl der untersuchten Felder mit einheitlichem Befundmuster
- Tabelle 20: Mittelwerte (Ausprägung) verschiedener histopathologischer Befunde, Mastschweine aus verschiedenen Beständen
- Tabelle 21: Deskriptive Statistik zur Stallluftqualität im Abferkelstall bzw. Haltungssystem A-A (Messperiode 21.-23.10.2004)
- Tabelle 22: Deskriptive Statistik zur Stallluftqualität im Ferkelaufzuchtstall bzw. Haltungssystem A-B (Messperiode 23.-25.10.2004)
- Tabelle 23: Deskriptive Statistik zur Stallluftqualität im Mastschweineinstall bzw. Haltungssystem A-C (Messperiode 21.-24.01.2005)
- Tabelle 24: Anzahl der untersuchten Schlachtkörperuntersuchung in den verschiedenen Haltungssystemen in Abhängigkeit vom Tialter
- Tabelle 25: Anzahl makroskopisch auffälliger Befunde im Bereich von Lunge, Leber, Brust –und Bauchfell bei Schweinen aus dem konventionellen Haltungssystem (System A), dem Stall nach EU-Öko-VO (System B) und dem Tiefstreustall mit Auslauf (System C)
- Tabelle 26: Verteilung unterschiedlich schwerer Lungenbefunde bei Tieren in den beiden ökologischen Haltungssystemen
- Tabelle 27: Verteilung unterschiedlich starker Leberbefunde bei Tieren in den beiden ökologischen Haltungssystemen

- Tabelle 28: Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde bei Tieren unterschiedlicher Altersstufen aus System B und System C
- Tabelle 29: Bestandsbewertung nach Blaha & Neubrand (1994) – Systeme A-C in Strang 2
- Tabelle 30: Bestandsbewertung nach PIQ (1995) – Systeme A-C in Strang 2
- Tabelle 31: Ergebnisse der parasitologischen Kotuntersuchung.
- Tabelle 32: Anzahl der untersuchten Felder mit einheitlichem Befundmuster
- Tabelle 33: Ergebnis der vorbereitenden Schlachtkörperuntersuchungen der beiden ökologischen Haltungssysteme (April-Oktober 2004)

1 Einleitung

Das Vorhaben schließt an das Projekt 02 OE 615 an, dessen Abschlussbericht bereits vorgelegt wurde. In diesem wurden einerseits Daten zur Belastung der Stallluft mit Mikroorganismen und deren Abbau- und Stoffwechselprodukten sowie der Konzentration von Schadgasen gewonnen. Andererseits wurde der Gesundheitszustand von Mastschweinen aus ökologischer und konventioneller Haltung über Schlachtkörperuntersuchungen erfasst. Die Dokumentation in standardisierten Befundschlüsseln erlaubte die vergleichende Darstellung. In dieser wurde deutlich, dass pathologische Veränderungen vor allem im Bereich der Leber und der Lunge auftraten. Der Anteil von Schweinen mit auffälligen Lungenbefunden lag mit 45% im Bereich der aus der Literatur bekannten Zwischen den anatomisch-pathologischen Befunden in den betrachteten Haltungssystemen (zwei konventionelle Haltungssysteme, ein Tiefstreu-stall, ein Stall nach EG-Öko-VO) bzw. Häufigkeit von Infektionskrankheiten und Parasitenbefall und den ermittelten Belastungen der Stallluft ließ sich kein Zusammenhang ableiten. Mit dem vorliegenden Forschungsvorhaben sollte ein Beitrag zur weiteren Differenzierung der Krankheitsprozesse in der Lunge geleistet werden. Hierzu wurden Untersuchungsverfahren eingesetzt, die nicht nur eine Betrachtung auf Ebene des Organs (z.B. Befundschlüssel), sondern auch auf Ebene des Organgewebes ermöglichen. Es handelte sich hierbei um die Verfahren Lungenhistologie und Bronchoalveoläre Lavage. Die Möglichkeit der Gewinnung geeigneter Proben im Rahmen der Schlachtkörperuntersuchung wurde bereits im Projekt 02OE615 eingeführt, ihre generelle Geeignetheit konnte gezeigt werden.

Zielsetzung des vorliegend beschriebenen Forschungsvorhabens

Die Ziele des Vorhabens lassen sich wie folgt darstellen:

→ Einführung der beiden Verfahren zur Beschreibung der Lungengesundheit

Ziel des vorliegend skizzierten Forschungsvorhabens war es, mit Hilfe der beiden Verfahren die Wirkung der chronischen Exposition gegenüber mikrobiellen Bestandteilen der Luft auf die Atemwege der Schweine zu erfassen. Zur Differenzierung möglicher Einflussfaktoren sollten Tiere aus verschiedenen Ställen in die Studie einbezogen werden, wobei zunächst auf die im Projekt 02OE615 untersuchten Stall-systeme (konventioneller Stall mit Vollspaltenboden, Tiefstreu-stall, Stall nach EG-Ökoverordnung) zurückgegriffen wurde. Ergänzend wurden Mastschweine aus Freilandhaltung untersucht. Unter der Annahme, dass diese Tiere am wenigsten gegenüber luftgetragenen Endotoxinen exponiert sind, sollten sie als Referenz betrachtet werden. Die Untersuchungen wurden an Schlachtkörpern durchgeführt.

→ Erfassung möglicher Adaptationsvorgänge in der Schweinelunge

Über die Untersuchung von Zeitreihen (Schweine unterschiedlichen Alters aus demselben Bestand) sollte ein Beitrag zum Verständnis der Entstehung der krankhaften Lungenbefunde geleistet werden.

→ Beschreibung protektiver Faktoren in der Ökologischen Mastschweinehaltung

Zusätzlich sollten über die Betrachtung zweier ökologischer Betriebe, bei denen in der langfristigen Beobachtung Unterschiede im Anteil auffälliger Lungenbefunde bei der Schlachtkörperuntersuchung deutlich wurden, mögliche belastende aber auch protektive Charakteristika der Schweinehaltung beschrieben werden.

Das Forschungsvorhaben sollte einen Beitrag zum Verständnis der hohen Zahl krankhafter Lungenbefunde bei Mastschweinen leisten und Ansätze zur Verbesserung der Situation aufzeigen. In der Zusammenschau von mit den neuen Methoden gewonnenen Lungenbefunden und den Charakteristika der untersuchten Ställe (baulich-technische Gegebenheiten, Managementfaktoren) sollen mögliche belastende aber auch protektive Faktoren in der Schweinehaltung erfasst werden.

Mit Blick auf die förderpolitischen Ziele (Förderprogramm) sind vor allem die folgenden Punkte zu nennen:

- Entwicklung und Verbesserung präventiver Tiergesundheitskonzepte;
- Optimierung der Fütterungs- und Haltungsverfahren;
- Entwicklung von Strategien zur Lösung von Hygieneproblemen;
- Vergleich der Entwicklung der Tiergesundheit und der Leistungsstabilität in unterschiedlichen Produktionssystemen

Ein weiteres Ziel war die Erweiterung des Methodenspektrums zur Beschreibung der Lungengesundheit der Schweine. Die histologische Untersuchung erlaubte über die Beschreibung von Veränderungen im Gewebe Aussagen z.B. über das Ausmaß und die Dauer (akut / chronisch) von Entzündungsprozessen sowie z.T. auch deren Ursache (Viren, Bakterien, Schadgase). Zusätzlich ließen sich die im Bereich der Lungenschleimhaut stattfindenden Abwehrreaktionen mit Hilfe der bronchoalveolären Lavage erfassen. Hierbei wurden Funktion und Reaktionsbereitschaft des lokalen Immunsystems abgebildet.

Die Anwendung der Untersuchungsmethoden bei Tieren aus unterschiedlichen Ställen und Haltungssystemen und die Zusammenschau mit messtechnisch gewonnenen Daten zu Belastung der Stallluft mit Schadgasen, Mikroorganismen und Endotoxinen sowie mit bei Begehungen dokumentierten Haltungscharakteristika erlaubte die Beschreibung möglicher Zusammenhänge von Belastungen und Beanspruchungsreaktionen.

Neben der Untersuchung möglicher Unterschiede in den betrachteten Faktoren zwischen Schweinen aus konventionellen und ökologischen Haltungssystemen sollte in Zeitreihen auch die Entwicklung krankhafter Lungenveränderungen abgebildet werden.

Stand des Wissens

Grundsätzlich sind gesundheitsschädliche Folgen der (Intensiv-)Tierhaltung auf Mensch und Tier bereits seit längerem bekannt. So konnte in Schlachtkörperuntersuchungen von Schweinen eine Häufigkeit von Lungenveränderungen von 0,7% bis zu 80% beschrieben werden.^{1 2} Das Gesamtergebnis der eigenen Untersuchungen im Projekt 02 OE 615 liegt im entsprechenden Bereich. Beim Menschen, d.h. den Beschäftigten in der Landwirtschaft, wird die epidemiologische Bedeutung der Atemwegserkrankungen unter anderem in den Daten zum Berufskrankheitengeschehen deutlich. Hierbei zeigt sich, dass die Berufskrankheiten aufgrund inhalativer Belastungen unter den zehn häufigsten Erkrankungen zu finden sind.

Die herausragende Bedeutung der Endotoxine innerhalb der inhalativen Gesamtbelastung im Schweinestall für die Entwicklung von Atemwegsbeschwerden beim Menschen wurde in mehreren Untersuchungen deutlich^{3 4 5} Allerdings ließen sich in einigen Untersuchungen die Einschränkungen der Lungenfunktion bei Schweinehaltern nicht in jedem Fall auf die Endotoxinexposition zurückführen^{6 7}

Zur Untersuchung der Wirkung von Endotoxinen und anderen Stallluftbestandteilen auf die Atemwege werden beim Menschen die bronchoalveoläre Lavage (BAL) und die (weniger invasive) Nasallavage (NAL) oder das induzierte Sputum eingesetzt. Die beiden letzteren Verfahren haben den Vorteil, dass sie ohne Narkose angewendet werden können. In den gewonnenen Proben werden immunologische Parameter (Verteilungsmuster der einzelnen Zellarten, Konzentration von Botenstoffen in der Flüssigkeit) bestimmt, wodurch Rückschlüsse auf das Ausmaß von Entzündungsprozessen und die Reaktionsbereitschaft des Gewebes möglich werden. Bei Menschen lassen sich mit den genannten Verfahren in Studien Unterschiede zwischen exponierten und nicht-exponierten Personen im Bereich der Landwirtschaft aufzeigen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Beispiele zur Anwendung der BAL oder NAL zur Untersuchung von in der Landwirtschaft exponierten Personen

Autor	Fragestellung – wichtigste Befunde
Nowak, 1994 ^{8 9}	Entzündungsreaktion nach Exposition mit Schweinestallstaub in der Nasenschleimhaut nachweisbar (NAL), auslösende Endotoxinkonzentration: $\geq 2\mu\text{g/g}$ Staub; bei pyrogenfreiem Staub keine Reaktion
Wang 1997 ¹⁰	Exposition gesunder nicht-landwirtschaftlich tätiger Probanden (Schweden) Schweinestallstaub: FEV ₁ -, FVC-Verminderung Erhöhung von Zytokinen in Serum, in Plasma, BAL und NAL, Erhöhung der mononukleären Zellen (peripheres Blut), Veränderungen korrelieren v.a. mit Endotoxinen, weniger mit Gesamtstaub
von Essen et al. 1998 ¹¹	24 Beschäftigte Schweinehaltung - 14 gesunde Kontrollen (USA) Landwirte: signifikant häufiger Giemen, Husten, Sinusitis bei exponierten Landwirten Landwirte: Hinweis auf Erkrankung der tiefen Atemwege: Anstieg von Makrophagen (induziertes Sputum) und Stickoxidkonzentration (Ausatemluft) Befunde nicht typisch für reines Asthma bronchiale oder chronische Bronchitis.
Sjögren et al. 1999 ¹²	Exposition gesunder Probanden gegenüber Schweinestallstaub (Schweden) Anstieg IL-6 (Blut), Fibrinogen (Blut) (2 Probanden erhöhte Körpertemperatur)
Cormier et al. 2000 ¹³	Exposition gesunder Probanden im Schweinestall (Kanada): FEV ₁ und FVC: signifikante Verminderung, Anstieg IL-8 (NAL), IL-6 (Blut)

FEV₁: „forciertes expiratorisches Volumen“ = Volumen, das in einer Sekunde forcierter Expiration ausgeatmet werden kann

FVC: „forcierte Vitalkapazität“ = das gesamte nach maximaler Inspiration in einem forcierten und maximalen Expirationsmanöver entleerbare Volumen

IL: Interleukin

Während die BAL fester Bestandteil der humanmedizinischen Diagnostik ist, z.B. bei Untersuchung von Beschäftigten mit Asthma bronchiale im Rahmen von Berufskrankheitenverfahren, wurde das Verfahren bisher nur in wenigen Studien zur Untersuchung der Lungengesundheit von Schweinen eingesetzt. Als Beispiel für die untersuchten Fragestellungen sei genannt:

- Beschreibung des Entzündungsprozesses bei Infektion mit Krankheitserregern, die eine Lungenentzündung auslösen können (*Actinobacillus pleuropneumoniae*)¹⁴
- Beschreibung des Zusammenspiels von Infektion (PRRS-Virus) und Endotoxin-Exposition (Alter der Tiere: 4 Wochen)¹⁵
- Untersuchung des Effekts von Staub- und Endotoxinexposition auf die Atemwege des Schweines (Alter der Tiere: 6 Wochen, Exposition über 6 Tage)¹⁶
- Untersuchung der Lungengesundheit bei Tieren aus Beständen mit unterschiedlicher Krankheitshäufigkeit zu einem Zeitpunkt (Alter der Tiere: 8-10 Wochen)¹⁷ bzw. an mehreren Zeitpunkten (Alter der Tiere: 5, 7,5 und 10 Wochen)¹⁸

Deutlich wird, dass das Verfahren der BAL im wissenschaftlichen Kontext gut eingeführt ist. Den dargestellten Studien ist gemein, dass in erster Linie akute bzw. perakute Reaktionen erfasst wurden. Die Betrachtung chronischer Effekte unter Einschluss von Mast Schweinen am Ende der Mast und älterer Tiere (XXL-Schweine und/oder Sauen) und vor allem über die Erfassung von Zeitreihen ist bislang kaum erfolgt. Untersuchungen für den Bereich der ökologischen Landwirtschaft fanden sich nicht. An dieser Stelle setzt das vorliegend skizzierte Forschungsvorhaben an.

Die Autoren bearbeiteten bereits das Projekt 02 OE 615 gemeinsam. In dieser Untersuchung konnte unter anderem die z.T. ausgesprochen hohen Endotoxinkonzentrationen in der Stallluft dokumentiert werden. Hierbei wurde bei vergleichender Betrachtung der gemittelten Endotoxinkonzentrationen deutlich, dass die Belastung der Stallluft im Stall nach EG-Öko-VO geringer war als in den beiden anderen Haltungssystemen (Abb. 1).

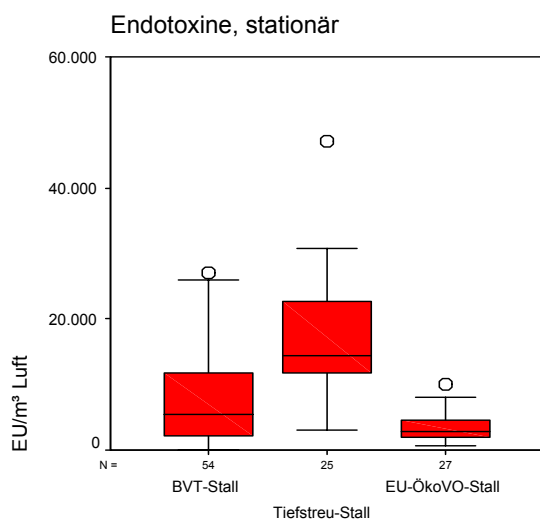


Abb. 1: stationär gemessene Endotoxinkonzentrationen (alle Messzeitpunkte), Projekt 02 OE 615

Dennoch war die Zahl der auffälligen Lungenbefunde in diesem Stall höher als in den anderen betrachteten Ställen. Dies war vermutlich teilweise auf infektiöse bzw. parasitäre Belastungen zurückzuführen: so ließen sich beispielsweise Antikörper gegen PRRS- und Circo-Viren in diesem Stall besonders häufig nachweisen. Auffällig war jedoch, dass auch in den BVT-Ställen (mit im Vergleich höheren Endotoxinkon-

zentrationen bei geringerer Antikörperprävalenz) makroskopisch auffällige Lungenbefunde dokumentiert werden konnten. In der Zusammenschau deuteten die Befunde aus Projekt 02 OE 615 auf ein multifaktorielles Geschehen. Dieses soll im vorliegend skizzierten Projekt weiter analysiert werden, indem über BAL und Lungenhistologie mögliche Entzündungs- bzw. Anpassungsprozesse auf Ebene des Lungengewebes bzw. der Lungenschleimhaut beschrieben werden.

2 Material und Methoden

Die Untersuchung wurde in zwei Strängen durchgeführt und schloss an die Erkenntnisse aus dem Projekt 02OE615 unmittelbar an. In Strang 1 wurde die Lungengesundheit von Mastschweinen verglichen, in Strang 2 sollte erfasst werden, in welchem Umfang sich die immunologische Situation im Bereich der Atemwege der Tiere im Zeitverlauf ändert. Hierzu sollten Tiere aus Betrieben mit unterschiedlichem Management untersucht werden.

2.1 Gewählte Betriebe

In Strang 1 des Forschungsvorhabens wurde die Lungengesundheit von Mastschweinen verglichen. Hierzu wurde auf die Befunde der Tiere zurückgegriffen, bei denen die Schlachtkörperuntersuchung im Rahmen des Vorläufer-Projektes 02OE615 durchgeführt worden war. Ergänzend wurden nun noch zwei Freilandhaltungssysteme in die Untersuchung eingeschlossen. In diesen wurden den Mastschweinen Hütten angeboten, die die Tiere regelmäßig aufsuchen.

Die wichtigsten Charakteristika aller im Rahmen des Forschungsvorhabens untersuchten Bestände sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

In Strang 2 wurden – neben dem konventionellen Betrieb – zwei Betriebe untersucht, die sich im Hinblick auf ihr Management unterschieden. Zugleich war es von Bedeutung, dass möglichst Tiere unterschiedlichen Alters zusammen in einem Stall gehalten wurden. Hierdurch sollte die Wirkung der Stallluft auf die Lungengesundheit der Tiere erfasst werden. Vor dem Hintergrund der genannten Bedingungen fiel die Wahl auf den Betrieb B, in dem die Mastschweine und XXL-Schweine in einem Stall gehalten wurden, der den Kriterien nach EU-Öko-VO entsprach. Die Läufer stammten von einem Ferkelerzeuger, bei dem die Tiere in einem Warmstall gehalten wurden. Im Vergleich mit diesem „System B“ wurden Tiere aus „System C“ untersucht, in dem Läufer und Mastschweine gemeinsam in einem Tiefstreu Stall mit Auslauf gehalten wurden. Die XXL-Schweine wurden in einem anderen Stall – ebenfalls ein Tiefstreu Stall mit Auslauf – gehalten. Einzelheiten sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Bei der Untersuchung von Tieren unterschiedlichen Alters galt besondere Aufmerksamkeit der Beschreibung möglicher Veränderungen im Bereich der Lunge mit zunehmendem Alter der Tiere. Um diese Veränderungen engmaschig abzubilden, wurden im gut standardisierten konventionellen Haltungssystem (System A in Strang 2) Ferkel, Läufer und Mastschweine untersucht.

Tabelle 2: Charakteristika der in Strang 1 und Strang 2 untersuchten Betriebe

Betrieb Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Charakteristika	Konventionelle Schweinehaltung	Tiefstreu (Altbau-Umnutzung)	Stall nach EU-Öko-VO	Freiland 1	Freiland 2	Ferkelerzeuger für Betrieb 3	Tiefstreu mit Auslauf
Strang	1 & 2	Strang 1	Strang 1 & 2	Strang 1	Strang 2	Strang 2	Strang 2
Bezeichnung im Strang	A – Strang 1 A – Strang 2	B – Strang 1	C – Strang 1 B – Strang 2			B – Strang 2	C – Strang 2
Betriebsform	Zucht und Mast Geschlossenes System	Mast Verschiedene Herkunft	Mast 2 Ferkelerzeuger (vgl. Betrieb N. 6)	Mast Verschiedene Herkünfte	Mast 1 Ferkelzulieferer, der die Tiere jedoch vom Ferkelmarkt bezieht	Zucht	Zucht und Mast Geschlossenes System
Organisation	Versuchsgut der Universität Hohenheim	Bioland	Gäa Mast Ertragsanteil Schweinehaltung 25-50%, Arbeitsaufwand gering 65 ha, konzipierter Schweinestall nach 99 (seit 3 Jahren)	Bioland Freiland	Naturland Freiland	Naturland seit 2000, Vor 3 Jahren umgebaut Stall liegt direkt im Ort	Gäa, seit 2002 Ertragsanteil Schweinehaltung 75% Arbeitsaufwand 75% 136 ha Pacht Nutzung bereits bestehender Gebäude
Tierzahl	2x54 Mast-schweine	60 Mastschweine	480 Mastschweineplätze, davon 120 XXL-Schwiene, insgesamt pro Jahr: 1120 Mastschweine, Mastdurchgänge / Jahr: 2,8; SSL: 1,2	20 Mastschweine	60 Mastschweine	70 Sauen	500 Mast-schweineplätze (Pro Jahr: 1003 Mastschweine) 75 Sauen 1500 Aufzuchtferkel/ Jahr
Rassen	DL x Pit	Ha/Du x DL/DE	Ha/Du x DL/DE	Herkünfte: Eberseite: Ha x Pietrain und Pietrain Mutterseite: Duroc x DE; DE x DL und Duroc x DL	Ha/Du x DL/DE		DL x DU, Hampshire seit September 2004

Betrieb Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Tierhaltung							
Stallbereich	50% Vollspalten (14% Schlitzanteil), 50% red. Schlitzanteil (6%), Porky-Play-Beschäftigungsautomat	Tiefstreu stall Einraumbucht	Moderner Maststall Einstreu bodendeckend Aussenklimastall	Freilandhaltung mit Hütten	Freilandhaltung mit Hütten	Warmstall, Einstreu bodendeckend, z.T. Tiefstreu (Absetzer)	Aussenklimastall, Tieflaufstall, überdachter, eingestreuter Auslauf
Aufteilung	kein Auslauf	Kein Auslauf	mit Auslauf (nicht eingestreut)		Rein- Raus Abteil	Aufzuchtbucht 40 m ² ohne Auslauf, 15m ² mit Auslauf (10 m ² Auslauf) Fresstelle erhöht	1 Abferkel- und Läuferstall, 1 Maststall (10 Buchten), Fressstelle erhöht Firstlüftung XXL Schweine in getrennter Anlage (Tiefstreu mit Auslauf) (ca 3 km entfernt)
Gruppengröße	2 Mastställe à 2 Buchten jeweils 27 Tiere pro Bucht	1 Maststall 3 Buchten jeweils 20 Tiere pro Bucht	1 Maststall Gruppengröße pro Bucht: 21 bis 40 Tiere	1 Gruppe à 20 Tiere auf 3452 m ²	jeweils 40 Tiere werden in einer Gruppe gehalten		Gruppengröße: 40-50 Einraumbuchten
Rhythmus Aufstallung / Abferkeln	je nach Versuchsplanung: 2-3 Durchgänge / Jahr	2 Durchgänge/ Jahr	Aufstallung alle 2 Wochen	1 Mastdurchgang	2 Durchgänge/ Jahr	3 Wochen Abferkelrhythmus Remontierung 35%, abgesetzte Ferkel 8,5, 18 / Sau/ Jahr, 17 verkauft	3 Wochen Abferkelrhythmus Ferkel/ Wurf: 10.9, Würfe/ Jahr: 2.07, Säugeperiode: 42 Tage
Fütterung	4-phasige Brei- bzw. Flüssigfütterung	1 Phasig, trocken	2 Phasen plus XXL Automatische Fütterung (teils trocken teils Brei),	2 Phasen	2 Phasen Trockenfütterung von Hand und Futterautomat Trogtränke; End-	<u>Aufzucht</u> Breifütterautomat, ab ca 16 kg, 8-15 kg rationiert (2-3 Automaten/	<u>Mast</u> : 2 Phasen, Stroh und Silo automat. Breifütterung <u>XXL</u> : restriktiv am

Betrieb Nr.	1	2	3	4	5	6	7
			Stroh		mast mit Din- kelspälz	Bucht), 4 Fress- plätze / Automat	Langtrog , brei- förmig)
Impfungen							
	<u>Mastschweine:</u> Mykoplasmen	<u>Mastschweine:</u> beim Ferkeler- zeuger, Art der Impfungen unbe- kannt	<u>Mastschweine:</u> beim Ferkeler- zeuger (Betrieb 6)	nicht bekannt	<u>Mastschweine:</u> beim Ferkeler- zeuger Information über Lieferschein; i.d.R. Mykoplas- men	<u>Sauen:</u> pRA, PRRS seit 8.6. 2005 (Probleme mit zurückgeblie- benen Läufern: Fressunlust, Pum- pen Fieber, blaue Ohren, Herz- schwäche); Par- vo, Rotlauf Ferkel: 1 shot Mykoplas- men nach 1 Wo- che bis 14 Tagen	<u>Sauen:</u> PRA, Rotlauf, Parvo <u>Ferkel:</u> 1 shot Mykoplas- men nach 4 Wo. pRA <u>Mastschweine / XXL-Schweine:</u> keine Impfung
Entwurmung	Keine Entwur- mungsmaßnah- men notwendig	kommen entwurmt auf den Betrieb, bei nicht entwurmt Gruppen werden Tiere nach Ankunft entwurmt	beim Ferkeler- zeuger (Betrieb 6)	nicht bekannt	werden i.d.R.beim Ferkelerzeuger entwurmt, 2. Entwurmung 6 Wochen nach Ankunft mit Flu- bendazol p.o	<u>Sauen:</u> Decomax inj. <u>Ferkel:</u> Flubendazol bis- her 14 d nach Absetzen, seit Juni 2005 10 Tage vor Verkauf	<u>Sauen und Ab- setzer</u> (vor Ein- ställen in Mast- stall): Ivermectin inj.
Dokumentation	Zu- und Abgän- ge, Zunahmen, Fut- teraufnahme, Medikation Mastdauer	Zu- und Abgänge, Futtermverbrauch	Register über tägl. Zunahmen etc., HVL alle 3 Mona- te Futtermverbrauch, Zu- und Abgänge	Zunahmen, Fut- teraufnahme, Schlachtdaten, Mastdauer	Zukauf Ferkel (da die Ferkel nicht aus einer Geburtswoche sind), Erzeuger, Abgänge, Mastdauer, Einkauf Futter		Zu- und Abgänge: Datum, Anzahl, Grund, Gewicht tägl. Zunahmen, Futtermverbrauch, Mastdauer

Betrieb Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Hygiene							
Einrichtungen	Umzäunung, Umkleideraum, Overalls für fremde Personen, Waschgelegenheit		Umzäunung, Umkleideraum, Stallkleidung für fremde Personen Waschgelegenheit Kadavertonne	doppelte Umzäunung	Umzäunung, Schutzkleidung, keine Hygieneschleuse	Keine Umzäunung, Hygieneschleuse, Umkleideraum, Waschgelegenheit	Umzäunung, Stallkleidung für fremde Personen, Waschgelegenheit, Kadavertonne
Reinigung / Desinfektion	nach jedem Mastdurchgang: umfassende Reinigung der Abteile: Boden, Decken, Wände, Fütterungstechnik Vor- und Haupt-Reinigung mit Hochdruckreiniger (heiß), flächendeckende Desinfektion (Breitbanddesinfektionsmittel)	Nach jedem Mastdurchgang werden alle 3 Buchten gereinigt mit Hochdruckreiniger kalt. Jüngere Gruppen rücken eine Bucht weiter, die neu zu belegende Bucht wird mit Branntkalk desinfiziert.	Buchten Entmistung nach Mastdurchgang von Hand, mehrmaliges Einstreuen. Reinigung mit Hochdruckreiniger (heiß) nach jedem Mastdurchgang (nur Buchten, keine Auslaufreinigung) keine Desinfektion Auslauf Entmistung mit Schieber. Keine Desinfektion	nur ein Mastdurchgang auf dem Gelände	60 Tiere /ha pro Mastdurchgang Nach jedem Durchgang bleiben Felder für mind. 5 Jahre schweinefrei und werden anderweitig bewirtschaftet während Mast: Kleegrasaufwuchs	<u>Abferkelbereich:</u> Reinigung / Desinfektion einmal täglich <u>Wartebereich</u> <u>Sauen:</u> mit Schlepper täglich <u>Auslauf Tiefstreu:</u> alle 4-6 Wochen Hochdruckreiniger im Abferkelbereich (kalt), Branntkalk	<u>Misten:</u> Sauen 2 x wöchentlich, Mast Auslauf 1 x wöchentlich, Buchten nach jedem Mastdurchgang, mobile Einrichtung, Festmist Reinigung mit Hochdruckreiniger: <u>Abferkelbereich</u> – heiß, <u>Maststall</u> - kalt, Desinfektion mit EM (effektive Mikroorganismen), Propangasbrenner
Krankerbucht	keine	ja, aber kein separater Luftraum	Kein Quarantänestall, keine Krankerbuchten mit separatem Luftraum	keine	keine	Resterbucht, aber keine Krankerbuchten	keine Krankerbucht

Betrieb Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Probleme in Bezug auf Atemwegs-Erkrankungen?	keine	keine (Gute Durchlüftung im Stall, Südwestseite)	Hohe Staubbelastung im Stall in Strang 1: Rhinitis Atrophicans in Strang 2: Öffnungen zum Auslauf: Plastikvorhang abgefressen, → im Moment kein Schutz vor der Öffnung, d.h. Zugluft?		Husten nur in seltenen Fällen (Umstellung von Stall- auf Freilandhaltung?)	Stallklima bes. im Winter problematisch (Lüftung?): Konjunktivitis, Atemwegsprobleme	bis vor kurzem Problem mit Rhinitis Athrophicans- jetzt wird geimpft

3.1.1 Untersuchung im konventionellen Haltungssystem (Strang 2)

3.1.1.1 Haltungssystem und Tiere

Da das konventionelle Haltungssystem in Strang 2 als „Haltungssystem A“ bezeichnet wurde, werden für die nachfolgende Beschreibung die Bereiche Abferkelstall, Aufzucht und Mastschweinestall als Haltungssystem A-A, A-B bzw. A-C bezeichnet.

Die Untersuchungen wurden zu drei zeitlich aufeinander folgenden Haltungsstufen für Mastschweine bzw. drei unterschiedlichen Schweinehaltungssystemen A-A, A-B und A-C durchgeführt:

- Abferkelbereich (Haltungssystem A-A);
- Ferkelaufzuchtbereich (Haltungssystem A-B);
- Mastbereich (Haltungssystem A-C).

Alle Tiere entstammten der Versuchsstation für Tierhaltung, Tierzüchtung und Kleintierzucht „Unterer Lindenhof“ der Universität Hohenheim in Eningen u. Achalm, Landkreis Reutlingen.

Die Herkunft aller Tiere war der „Untere Lindenhof“ der seine Schweinehaltung in einem geschlossenen System durchführt. Für den untersuchten Mastdurchgang wurde auf der Versuchsstation eine definierte Gruppe von Sauen mit Vatertieren belegt mit dem Ziel, ca. 80 Ferkel für die Untersuchung zu erhalten. Hierbei wurde auf eine in der Gruppe der Sauen terminlich eng liegende Geburtsfolge geachtet, um die Variation des Alters und somit des Gewichtes der Ferkel ebenso möglichst gering zu halten wie die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt des Abferkelns. Die hochträchtigen Sauen wurden etwa 14 Tage vor den Abferkeltermin in den Abferkelstall verbracht.

Der **Abferkelstall (Haltungssystem A-A)** war ein wärmegeämmter, zwangsgelüfteter Kammstall mit acht Abferkelkammern (Tabelle 2). Die Ferkel hatten vom ersten Lebenstag an Zugang zu einem separaten Tränkebecken. Am dritten Lebenstag erhielten die Tiere eine Eisengabe sowie eine Schutzimpfung gegen Mykoplasmen. Ab dem zehnten Lebenstag wurden sie mit Ferkelfutter angefüttert. Die Säugezeit dauerte vier Wochen. Nach dem Absetzen blieben die Ferkel weitere acht Tage ohne die Sau im Abferkelstall. Eine Beschäftigungsmöglichkeit war in der Abferkelbucht nicht installiert. Die Schutzimpfung gegen Mykoplasmen wurde nach dem Absetzen wiederholt. Ebenso erhielten die Tiere nach dem Absetzen die obligatorische Ohrmarke des Betriebes.

Die nachfolgenden sechs Wochen wurde von den Aufzuchtferkeln in dem **Aufzuchtstall (Haltungssystem A-B)** verbracht. Mit dem Umstallen wurden die Würfe zu Gruppen von ungefähr 35 Tieren zusammengestellt. Der Aufzuchtstall ist ein wärmegeämmter, zwangsgelüfteter Großraumstall (Tabelle 2). Die Ferkel wurden in Großbuchten aufgestellt, die mit je zwei Ferkelkisten versehen waren. Die Ferkelkisten bieten zusätzlich eine Liegefläche von 0,06 m² pro Tier an. Der Buchtenboden ist teilperforiert. Der perforierte Bereich ist gegenüber dem planbefestigten Bereich um 90 mm erhöht. Der planbefestigte Bereich war aus Beton gefertigt und wurde täglich mit Sägemehl und Strohmehl eingestreut. Die Lüftung wurde durch Zuluftventilatoren in den Seitenwänden geregelt, die Abluft entwich über in der Decke platzierte Abluftöffnungen. Bei Bedarf konnten Abluftventilatoren zugeschaltet werden. Zur Wasserversorgung standen den Tieren je Bucht drei Tränkenippel und ein Tränkebecken zur Verfügung. Das Futter wurde den Aufzuchtferkeln als Trockenfutter in Futterautoma-

ten mit insgesamt sieben Fressplätzen mit einem Tier-zu-Fressplatz-Verhältnis von 5:1 ad libitum angeboten. Die Entmistung des planbefestigten Bereiches erfolgte einmal täglich von Hand. Das Gemisch von Kot und Harn wurde von Klappschiebern unter dem perforierten Bereich in den außerhalb des Stalles befindlichen Entmistungskanal befördert.

Hatten die Ferkel ein durchschnittliches Gewicht von ca. 25 bis 28 kg erreicht, erfolgte das Umstallen in den Versuchsstall. Der ca. 250 m lange Transport erfolgte mit speziellen Ferkeltransportkisten zu 4 - 5 Tieren und einem Radlader.

Der Versuchsstall für **Mastschweine (Haltungssystem A-C)** war ein wärmegeprägter Kammstall mit zwei Abteilen (Tabelle 2). Die beiden Abteile des Stalls verfügten über Spaltenboden, bei dem 50 % des Spaltenbodens mit einem reduziertem Schlitzanteil von 6 % ausgestattet war (Abb. 2). Die Lüftung erfolgte über eine Unterflurabsaugung (Zwangsbelüftung). Pro Abteil befanden sich zwei Buchten mit jeweils 27 Mastplätzen (0,9 m²/Tier), jede Bucht war mit einem Porcky-Play-Beschäftigungsautomaten ausgestattet (Tabelle 3). Die Tiere wurden vierphasig gefüttert und das Futter stand ad libitum zur Verfügung. Die Abteile waren aufgrund von Konzeption, Umgebungsbedingungen, Tierbetreuung, Tiergenetik und Routinearbeiten als gleich anzusehen und unterschieden sich lediglich in der Art der Fütterungsanlage. Für die geplanten Untersuchungen wurde ausschließlich Abteil 2, welches über eine Breifütterung verfügt, eingesetzt (Abb. 2).

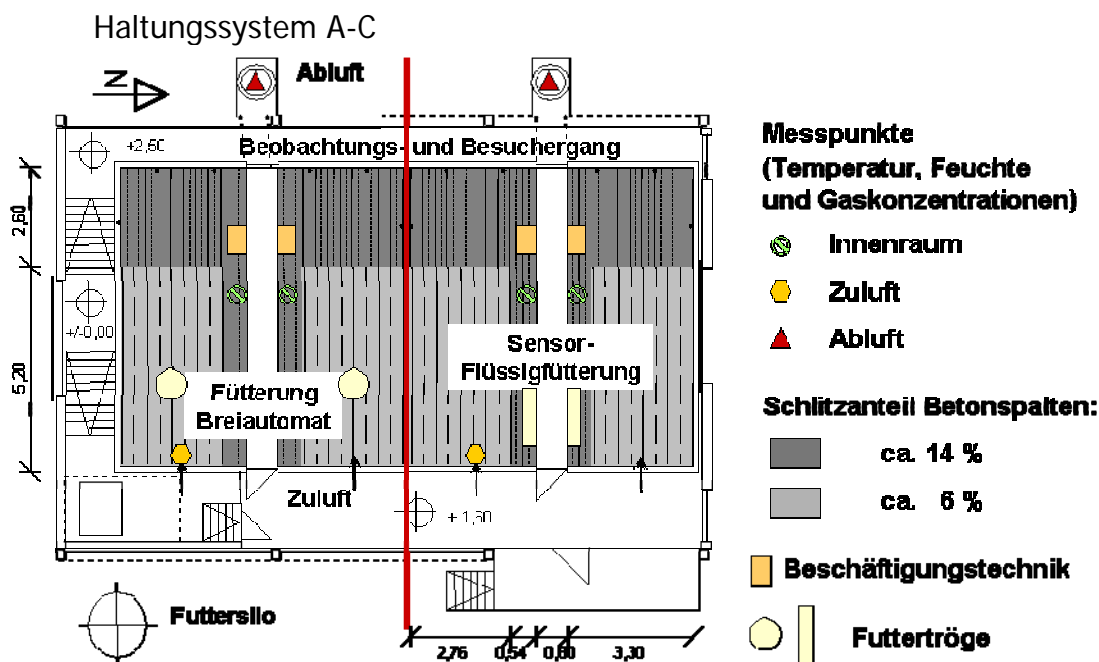


Abb. 2: Grundriss des Versuchstalls für Mastschweine der Universität Hohenheim, verwendet wurde nur Abteil 2 (Breifütterung) = Haltungssystem A-C

3.1.1.2 Versuchsdurchführung

Die Haltungssysteme A-A, A-B und A-C wurden punktuell über einen gesamten Produktionsrhythmus betrachtet d.h. vom Belegen der Sauen mit den Vätertieren bis zum Ausstallen der Tiere beim Erreichen des Mastendgewichts (Tabelle 3). Hierbei sollte je Handlungsabschnitt ein Messtermin durchgeführt werden.

Tabelle 3: Betriebsbeschreibung und zeitliche Aufteilung der Messtermine auf den untersuchten Betrieben

Bezeichnung	Messtage	Beschreibung
Haltungssystem A-A	16./17.08.2004* 21.-23.10.2004**	Abferkelstall, wärmegeämmter Kammstall mit 8 Abteilen a`5 Abferkelbuchten, Einzelabferkelbuchten (212 x 180 cm) mit Kastenstand (190 x 61 cm); Buchtenboden: vollperforiert, Stahlrost; Ferkelnest (100 x 60 cm) neben dem Kopf der Sau, planbefestigt, weiche Liegematte; Heizung Ferkelnest: Infrarotlampe; zwangsbelüftet; Rein-Raus-Verfahren;
Haltungssystem A-B	18./19.10.2004* 23.-25.10.2004**	Aufzuchtstall, wärmegeämmter Großraumstall mit Ruheboxen; Bodengestaltung: Teilspaltenboden; Großgruppen mit ca. 35 Tieren; 0,38 m ² /Tier; ad libitum Fütterung mit Trockenfutter; kontinuierlich
Haltungssystem A-C	19./20.01.2005* 21.-24.01.2005**	Mastschweinestall, wärmegeämmter Kammstall mit zwei Abteilen, Bodengestaltung: 50 % Vollspalten (14 % Schlitzanteil), 50 % reduzierter Schlitzanteil (6 %), „Porkey-Play“-Beschäftigungsautomat, 54 Mastplätze, zwei Buchten mit je 27 Tieren, 0,9 m ² /Tier, Rein-Raus-Verfahren, vierphasige ad libitum Fütterung mit Rohrbreiautomaten, zwangsbelüftet

*Messung der biologischen Belastungen; ** Messung der Luftfeuchte/-temperatur und Gaskonzentrationen

3.1.1.3 Messung der Gaskonzentrationen

Zur kontinuierlichen *Konzentrationsbestimmung von NH₃, CO₂, H₂S und CH₄* wurde ein Dräger Multiwarn II Gasanalysegerät eingesetzt. Das Gasanalysegerät verfügte über vier unterschiedliche und gasspezifische Sensoren, die mit Hilfe einer integrierten Hochleistungspumpe zeitgleich und kontinuierlich beprobt und analysiert werden konnten. Die Pumpe ermöglichte ein Ansaugen von Proben von bis zu 45 m. Die Pumpe wurde elektronisch überwacht, so dass bei ungenügendem Durchfluss ein Alarm ausgelöst wurde. Darüber hinaus verfügte das Gerät über einen internen Datenlogger, der bis zu 50 Stunden alle Gerätefunktionen sowie Messdaten aufzeichnete und diese über eine geeignete Schnittstelle auf einen PC übertragen konnte. Die zwei elektrochemischen Sensoren dienen zur Bestimmung der Konzentrationen von NH₃ und H₂S, der Infrarotsensor zur Bestimmung der Konzentration von CO₂, der katalytische Sensor diente zur Bestimmung der Konzentration von CH₄.

Die *Anordnung der Messstellen* in den beprobten Haltungssystemen unterschied sich je nach Haltungssystem und eingesetzter Technik. Im Abferkelstall (Haltungssystem A-A) wurde etwa in Abteilmitte und einer Höhe von ca. 1,4 m, im Ferkelaufzuchtstall (Haltungssystem A-B) wurde in Buchtenmitte auf einer Höhe von ca. 1,2 m und im Mastschweinestall (Haltungssystem A-C) wurde in der Abteilmitte auf ca. 1,0 m Höhe gemessen.

Die *Lufttemperatur und Luftfeuchte* wurden in den jeweiligen Ställen bzw. Abteilinnenräumen mit Hilfe von Sensoren der Firma ROTRONIC, Modell Hygroclip D kontinuierlich und zeitgleich zur Bestimmung der Gaskonzentrationen erfasst. Die Geräte

verfügten über einen frei programmierbaren Datenlogger, der mittels einer RS 232 Schnittstelle auf einen PC ausgelesen werden konnte.

Im Rahmen des punktuellen Gebrauchs der Messgeräte erfolgte die Kalibrierung, Kontrolle und evtl. Wartung der Geräte vor dem jeweiligen Messtermin. Mit dem Ziel, nur zuverlässige Daten für die Auswertung zu selektieren, umfasste die *Datenaufbereitung* die Berücksichtigung technischer Defekte und besonderer Ereignisse, um die Plausibilität der Datensätze zu überprüfen. Unplausible Datensätze wurden nicht weiter aufbereitet.

Die *Datenauswertung* erfolgte durch die Berechnung von Mittelwert, Minimum, Maximum, Standardabweichung und Median (deskriptive Statistik).

2.2 Messung von biologischen Luftbelastungen und von Staub

Für die Beurteilung der Haltungssysteme im Hinblick auf die mikrobiologischen Belastungen wurde wie in Projekt 02OE615 das PGP-System eingesetzt. Zusätzlich wurde Staub in den arbeitsmedizinischen Staubfraktionen erfasst. Messmethodik und Analytik werden nachfolgend beschrieben.

Luftgetragene biologische Arbeitsstoffe – PGP-System

Die luftgetragenen biologischen Arbeitsstoffe, kurz Bioaerosole, wurden mit dem vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz (BGIA) empfohlenen personengetragenen Gefahrstoffprobenahme-System (PGP-System) erfasst. Hierbei handelt es sich um ein Pumpensystem, das auf 3,5 l/min geeicht und mit einem Filterkopf betrieben wird. Es wurde ein GSP-Filterkopf (Gesamtstaub Probenahme) ausgewählt, in dem die einatembare Staubfraktion auf Polycarbonat-Membranfiltern (Schimmelpilze, Bakterien) bzw. Borosilikat-Glasfaserfilter (Endotoxine) abgeschieden wird.

Dieses System wurde parallel dreifach betrieben, somit konnten gleichzeitig Proben zur Erfassung der luftgetragenen Konzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen und Bakterien genommen werden. Das PGP-System wurde stationär benutzt. Die stationären Messungen gaben die Grundbelastung durch luftgetragene biologische Arbeitsstoffe des Stalles wieder.

Aufgrund der hohen Mikroorganismenkonzentrationen wurde für die Analyse der Schimmelpilz- und Bakterienkonzentrationen das indirekte Analyseverfahren ausgewählt. Im Rahmen der Analyse der Schimmelpilz- und Bakterienproben erfolgte eine Differenzierung der Mikroorganismen laut Tabelle 4.

Tabelle 4: Differenzierung der Luftproben aus dem PGP-System

Probe	Differenzierungen
Endotoxine	Gesamtendotoxine
Schimmelpilze	Gesamtpilze A. fumigatus Schimmelpilz-Spezies
Bakterien	Gesamtkeimzahl Thermophile Actinomyceten

Die Analyse der Endotoxin-Proben erfolgte mit dem chromogen-kinetischen Limulustest. Probenahme, Proben transport und Analyse der Luftproben erfolgte entsprechend deutscher für den Arbeitsschutz standardisierten Messvorschriften:

- Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 405, 430
- Merkblätter des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz (BIA-Merkblätter) 9410, 9411, 9417, 9420, 9430, 9450

Die mikrobiologischen Analysen wurden im Mikrobiologischen Labor Dr. Balfanz – Dr. Lohmeyer GbR in Münster durchgeführt.

Parallel zu den PGP-Messungen erfolgte die Erfassung der Partikelmassenkonzentrationen nach den arbeitsmedizinischen Staubklassen entsprechend DIN EN 481 (einatembar, thorakal, alveolengängig) als Ein-Minuten-Wert. Das genutzte Messgerät war das Aerosolspektrometer 1.108 der Firma GRIMM[®], welches mit 90° Laser-Streulicht arbeitet.

Durchführung der Messungen

Grundsätzlich wurde darauf geachtet, dass die Stallluft jeweils kurz vor Entnahme der Schweine aus dem jeweiligen Stall beprobt wurde. In Strang 1 erfolgten die Luftmessungen in den Hütten der Freilandschweine, so dass die maximale Belastung abgebildet werden konnte. Eine Erfassung der durchschnittlichen täglichen Aufenthaltsdauer der Schweine in den Hütten war allerdings nicht möglich.

In Strang 2 hatten die Messungen einen eher explorativen Charakter. Zusätzlich zu den Messungen im Aufzucht- und Mastbereich, sollte auch in den Systemen B und C durch Messungen die Luftqualität im Bereich des Abferkelstalls abgebildet werden, obwohl in diesen Systemen die Lungengesundheit der Ferkel nicht erfasst wurde. Die Repräsentativität der Messwerte konnte für System A und System B vor dem Hintergrund der Befunde aus dem Projekt 02OE615 überprüft werden.

Statistik

Die Statistische Auswertung erfolgte unter der Verwendung von SPSS Version 11.0.1. Aufgrund der teilweise geringen Fallzahlen erfolgte die Grundauswertung deskriptiv über Boxplots. Zusätzlich wurden Mittelwertvergleiche durchgeführt. Diese waren jedoch nur bedingt bewertbar, da die ermittelten Werte teilweise weit streuten, so dass Mittelwert und Median stark voneinander abwichen. Spezielle Zusammenhänge wurden über bi- und multivariate Analysen betrachtet.

Die bivariate Analyse der Einflussfaktoren auf die Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentration in der Stallluft erfolgte unter Verwendung einer logarithmisierten Messwertdarstellung, da hiermit die größte Annäherung an die Normalverteilung erreicht werden konnte. In die multivariate Analyse wurden Prädiktoren aufgenommen, die in der bivariaten Analyse mit einem $p < 0,2$ als modifizierende Faktoren differenziert werden konnten. Die Signifikanzgrenze der multivariaten Analyse selbst lag bei $p < 0,05$.

Für die Zuordnung der Messungen zur kalten oder warmen Jahreszeit, wurden die Messungen zwischen April und September (jeweils einschließlich) der wärmeren Jahreszeit, die übrigen Messtermine der kälteren Jahreszeit zugeordnet (Tabelle 5 und Tabelle 6).

Tabelle 5: Mikrobiologische Luftmessungen in den Freilandhaltungssystemen (Strang 1)

	Freiland 1		Freiland 2	
	Zahl der Messung	Jahreszeit	Zahl der Messung	Jahreszeit
Endotoxine	3	kalt	3	warm
Schimmelpilze	3		3	
therm. Action.	3		3	
A. fumigatus	3		3	
Bakterien	6		4	
Bacilli	6			
Staph. Aureus	6			
Staphylokokken	6			

Tabelle 6: Mikrobiologische Luftmessungen in Strang 2

	System A		System B: Stall nach EU- Öko-VO		System: Ferkel- zulieferer		System C: Tiefstreustall mit Auslauf	
	Art der Mes- sung	Jah- reszeit	Art der Mes- sung	Jah- reszeit	Art der Mes- sung	Jah- reszeit	Art der Messung	Jahres- zeit
Ferkel	3 E 3 SP	warm			6 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt + 3 E warm	6 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt + 3 E warm
Läufer	6 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt						
Mast- schwei- ne	3 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt					6 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt + 3 E warm
XXL- Schwei- ne							6 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt + 3 E warm
Läufer / Mast- schwei- ne / XXL- Schwei- ne			6 E 3 SP 3 A.fum. 3 Act.	kalt + 3 E warm				

2.3 Erfassung der Tiergesundheit

Im Vordergrund der Untersuchung stand die Erfassung der Lungengesundheit. Hierzu wurden Schlachtkörperuntersuchungen, histologische Untersuchungen von Lungengewebe und bronchoalveoläre Lavage eingesetzt.

Neben dem Vergleich der Befunde von Mastschweinen aus Projekt 02OE615 ergänzt um Freilandsschweine (Projektstrang 1) wurden Zeitreihen von Tieren unterschiedlichen Alters durchgeführt, um mögliche Adaptationseffekte zu erfassen (Projektstrang 2).

A. Konventionelle Schweinehaltung

Zur Erfassung der nativen Situation begann die Zeitreihe bei gesunden Ferkeln im Alter von ca. 7 Tagen (fieberfrei, keine manifesten Symptome wie z.B. Husten oder Durchfall), gefolgt von Tieren zu Beginn der Mast und Mastschweinen am Ende der Mast. Über den Einschluss sehr junger Tiere in die Zeitreihe sollte gewährleistet werden, dass die Situation der nativen Lunge bzw. Lungenschleimhaut als Referenz für die postulierten Adaptationseffekte im weiteren Verlauf dienen konnte.

B. Ökologische Schweinehaltung

Im Vergleich von zwei ökologischen Schweinehaltungssystemen wurde die Lungengesundheit bei Läufern, Mastschweinen und XXL-Schweinen (> 180kg LM) erhoben.

3.3.1 Schlachtkörperuntersuchung und Kotuntersuchung

Die makroskopische Bewertung der Befunde an Schlachtkörper und Organen war in den Schlachtablauf integriert und wurde anhand eines ausgearbeiteten Befunderfassungsbogens standardisiert (vgl. Anhang, Tabelle 44 und Tabelle 45, S. i und ii).

Kotprobennahme

Vor der Schlachtung wurden von jeweils 5 Tieren eines Stalles Kotproben gesammelt. Die Proben wurden entweder direkt rektal entnommen oder direkt nach beobachtetem Absetzen in die dafür vorgesehenen Behältnisse verbracht. Die Proben wurden bei Raumtemperatur gelagert und innerhalb der nächsten 24 h im Labor des FG Tierernährung und Tiergesundheit der Universität Kassel untersucht.

Laborarbeiten - Kotprobenanalyse

Untersucht wurden die Proben im Labor der Universität Kassel, FG Tierernährung und Tiergesundheit. Die Prüfmethode ist angelehnt an die SOP (Standard Operation Procedure) für das kombinierte Sedimentations- und Flotationsverfahren des Staatlichen Veterinäruntersuchungsamtes Hessen. Die Auswertung erfolgte mikroskopisch gemäß der Methodenbeschreibung von BOCH & SUPPERER (1992) durch koproskopische Untersuchung. Ausgewertet wurden Parasiteneier bzw. Oozysten der Gattungen bzw. Arten: *Ascaris suum*, *Trichuris suis* und Magen-Darm-Strongyliden sowie Kokzidien.

Die Einteilung der Ausscheidungsintensität von Parasiteneiern in die Klassen vereinzelte (+), mäßig (++) oder zahlreich (+++) erfolgte unter Berücksichtigung der jeweiligen nachgewiesenen Parasitenart oder -gattung. Sie wird grob mit vereinzelte (< 10 Eier (*Ascaris suum*, MDS) < 50 Oozysten (Kokzidien), mäßige (10-50 Eier (*Ascaris suum*, MDS); 50-100 Oozysten (Kokzidien) oder zahlreiche (>50 Eier (*Ascaris suum*, MDS) > 100 Oozysten (Kokzidien) Ausscheidung beschrieben. Zum Auszählen wurde jede Probe meanderförmig in 9 Zügen ausgezählt.

Ergebnis - Auswertung

Die erhobenen Daten werden deskriptiv dargestellt. Aufgrund der geringen Anzahl der untersuchten Betriebe und Tierzahlen wurde darauf verzichtet, Zusammenhänge

zwischen einzelnen Fragestellungen statistisch auszuwerten. Prozentuale Darstellungen wurden vor allem dann gewählt, wenn diese zum Zweck eines Vergleiches mit anderen Untersuchungen zweckmäßig erschienen.

3.3.2 Histologische Untersuchung

Für die histologische Untersuchung wurde ein Bereich (1x1cm) aus dem Lungenspitzenlappen beprobt, der makroskopische Auffälligkeiten zeigte. Die Untersuchung diente in erster Linie dazu zu differenzieren, ob es sich bei den auffälligen Befunden um ein eher infektiöses oder eher irritativ-toxisches Geschehen handelt. Nach der Probennahme wurde das Gewebe bis zur Aufarbeitung in Formalin aufbewahrt. Die Aufarbeitung, Färbung (Hämatoxylin-Eosin (HE)-Färbung, teilweise ergänzt durch die von Gieson (vG)-Färbung) und histopathologische Beurteilung und Befundung erfolgte im Hessischen Landeslabor in Gießen durch Herrn Dr. Eskens und Frau Nessler. Für die Befundung wurden 10 Feldern im mikroskopischen Bild ausgewertet, wobei zunächst der histopathologische Befund in der Mehrzahl der Felder (Beurteilung 1) und anschließend das Bild in den übrigen Feldern (Beurteilung 2) dokumentiert wurde.

Für die Darstellung der Häufigkeit einzelner Zellen und Strukturen wurde durch Wichtung berücksichtigt, wieviele der untersuchten Felder das entsprechende histopathologische Bild zeigten. Zugleich wurden die Stärke / Häufigkeit des Auftretens einzelner Zellen auf eine Skala 0-100 umgerechnet. War eine Zellart in allen 10 Feldern sehr stark vertreten (in der Befundung +++), wurde ihr der Wert 100 zugewiesen. Die übrigen Werte ergaben sich als Abstufung.

3.3.3 Bronchoalveoläre Lavage

Im Rahmen der Schlachtkörperuntersuchung wurden die Lungen entnommen und separat in beschriftete Plastiktüten eingesammelt. Nach Abschluss der Schlachtkörperuntersuchung aller Schweine (pro Schlachttermin 10 Tiere) wurden die Lungenhälften voneinander getrennt und die Spülung durchgeführt. Hierzu wurde der Bronchus mit einem Stopfen abgedichtet, durch den eine Venenverweilkanüle (Braunüle®) geführt wurde. Über die Venenverweilkanüle erfolgte die Spülung mit steriler 0,9% NaCl-Lösung.

Das Volumen der Spülflüssigkeit betrug für die Endmastschweine zunächst 100ml und wurde nach ersten Erfahrungen (Proben aus dem Projekt 02OE615) auf 75ml reduziert. Die weiteren Angaben zur Probennahme sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Unmittelbar nach der Probennahme wurde das aspirierte Flüssigkeitsvolumen notiert und bei 300xg über 15 min. zentrifugiert, d.h. mit einer Umdrehungszahl zwischen 1100 und 1300 rpm. Der zellfreie Überstand wurde in 50ml-Falcon-Röhrchen gesammelt und gekühlt verschickt. Das Zellpellet wurde gut resuspendiert, in RPMI-Medium übernommen und ungekühlt verschickt. Die Analyse erfolgte im Berufsgenossenschaftlichen Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA) in Bochum, Bereich Allergologie/Immunologie (Leitung: Frau PD Dr. Raulf-Heimsoth).

Tabelle 7: Durchführung der bronchoalveolären Lavage

	Strang 1		Strang 2			
	Mast-schwein (Sommer)	Mast-schwein (Winter + Freiland)	Ferkel	Läufer	Mast-schwein	XXL-Schwein
Volumen	100 ml	75 ml	10 ml/kg KG pro Lungenflügel	60ml pro Lungenflügel	75 ml für 1 Lobus	100 ml für 1 Lobus
untersuchter Bereich	rechter cranialer Lobus	rechter cranialer Lobus	beide Lungenflügel	beide Lungenflügel	rechter cranialer Lobus	rechter cranialer Lobus

Aufarbeitung der Proben

Die Weiterverarbeitung erfolgte unmittelbar nach Eintreffen im Labor, d.h. maximal 24 Stunden nach Abnahme der bronchoalveolären Lavage. Zur weiteren Verarbeitung wurden die Zellen zentrifugiert (400xg, 10 Minuten lang).

Das verbleibende Pellet wurde in 500 bzw. 1000 µl PBS resuspendiert und anschließend erfolgte die Zellzählung der Zellen mit Hilfe der Türks-Lösung in einer Neubauer-Zählkammer. Der zellfreie Überstand wurde portioniert (10 Portionen à 1 ml) und unter Argon-Schutz bei -80°C eingefroren.

Die mikroskopischen Zellpräparate, die mit Hilfe einer Zytozentrifuge (Shandon, Frankfurt) und/oder der Ausstrichtechnik angefertigt wurden, wurden anschließend mit May-Grünwald-Giemsa angefärbt und einer lichtmikroskopischen Differentialzytologie unterzogen. Die Auswertung der Zellpräparate erfolgte durch drei technische Mitarbeiterinnen, die jeweils 300 Zellen zählten. Der prozentuale Anteil der entsprechenden Zellpopulation wurde angegeben.

Zum Nachweis der NO-Derivate im Überstand wurde ein photometrischer Assay von Cayman (Vertrieb Alexis Chemicals, Grünberg) eingesetzt. Diese Nachweismethode für NO bzw. NO-Derivate (Nitrat/Nitrit) basiert auf der so genannten Griess-Reaktion. Mit ihrer Hilfe konnten in einem Messbereich von 0–35 µM und einer Sensitivität von 5 µM in einem Zweischrittssystem nach der Konversion von Nitrat zu Nitrit durch eine Nitrat-Reduktase und anschließender Konversion von Nitrit in eine tief purpurfarbene Azoverbindung die NO₂⁻-Konzentration bestimmt werden. Im Hinblick auf den Nachweis von Nitrat/Nitrit ist zu betonen, dass in der Mehrzahl der Proben die Konzentration unter der Nachweisgrenze von 5µM lag. Hier wurde für die Auswertung entsprechend der üblichen Vorgehensweise ein Wert von 2/3 der Nachweisgrenze angenommen. Ergänzend dazu muss jedoch berücksichtigt werden, wie häufig ein Nachweis von Nitrat/Nitrit generell gelang (qualitative Auswertung).

3.3.3.1 Strang 1

Die Untersuchungsproben der Mastschweine aus Projekt 02OE615 lagen bereits vor und wurden ergänzt um Proben von Freilandschweinen. Die Zahl der Proben sowie die Spülvolumina sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: BAL – Zahl der untersuchten Tiere und Spülvolumina in den verschiedenen Beständen, Sommer und Winter

Jahreszeit	Konventioneller Stall	Ökolog. Tiefstreu-stall	Stall nach EU-Öko-VO	Freiland 1	Freiland 2
Sommer	N=20 100 ml	N=11 100 ml	N=10 100 ml		N=8 75 ml
Winter	N=20 75 ml	N=10 75 ml	N=10 75ml	N=10 75 ml	

3.3.3.2 Strang 2

Die bronchoalveoläre Lavage in Strang 2 erfolgte bei den Tieren der unterschiedlichen Altersstufen mit Volumina, die der Größe der Tiere angepasst waren. Auch der gespülte Bereich war – entsprechend der Körpergröße der Tiere – unterschiedlich: bei den Ferkeln und Läufern wurden beide Lungen gespült, bei den Mastschweinen und XXL-Schweinen nur der rechte craniale Lobus. Die Volumina wiesen bei den Ferkeln ein Volumen von 10 ml/kg Körpergröße pro Lungenflügel auf, bei den Läufern wurden pro Lungenflügel 60 ml eingesetzt, bei den Mastschweinen 75 ml und bei den XXL-Schweinen 100 ml jeweils für einen Mittellappen. Hierdurch ergaben sich die in Tabelle 9 zusammengefassten Volumina.

Tabelle 9: BAL – Spülvolumina bei den Tieren in Strang 2

Alter der Tiere			Haltungsart		
			Konventioneller Stall	EU-Öko-VO-Stall	Tiefstreu mit Auslauf
Ferkel	Menge (ml) instilliert	30	3		
		36	1		
		40	1		
		42	1		
		46	1		
		54	1		
		62	2		
Läufer	Menge (ml) instilliert	120	10	10	8
Mast-schwein	Menge (ml) instilliert	75	10	10	10
XXL-Schwein	Menge (ml) instilliert	100		10	10

4 Ergebnisse

4.1 Strang 1: Lungengesundheit bei Mastschweinen

In Strang 1 des Forschungsvorhabens wurde die Lungengesundheit von Mastschweinen unterschiedlicher Herkunft über die Untersuchung des Schlachtkörpers sowie von Proben der bronchoalveolären Lavage und von histologischen Proben aus dem Lungenspitzenlappen verglichen. Bei den Tieren handelte es sich um Mastschweine aus den im Projekt 02OE615 untersuchten Schweinemasthaltungssystemen (konventioneller Versuchsstall, Tiefstreu Stall und Stall nach EU-Öko-VO) sowie um Freilandschweine, die als „Positiv-Kontrolle“ dienen sollten (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Gewählte Stallsysteme, untersuchte Tiere

Herkunft (Projekt 02OE615)	Haltungsform	Jahreszeit	Anzahl Schlachtkörper	Anzahl BAL	Anzahl Histologie
Stall A+B	Konventionell	Sommer+Winter	40	38	40
Stall C	Tiefstreu	Sommer+Winter	21	16	20
Stall D	EU-Öko-VO	Sommer+Winter	20	13	20
Freiland 1	Freiland 1	Winter	10	5	10
Freiland 2	Freiland 2	Sommer	8	7	6

Die Betrachtung der Freilandschweine als „Positiv-Kontrolle“ bedingte, dass die Luftqualität in den Hütten zumindest explorativ erfasst werden musste.

4.1.1 Vergleich der Luftqualität im Schweinehaltungsbereich

Die Luftmessungen im Bereich der Freilandhaltung 1 erfolgten in der kühleren Jahreszeit, die Luftmessungen im Bereich von Freilandhaltung 2 in der warmen Jahreszeit. In den Freilandhaltungssystemen hielten sich die Schweine in unterschiedlichem Umfang in den Hütten auf.

Grundsätzlich lagen die Endotoxin-Werte im Bereich der Freiland-Haltung deutlich niedriger als in den anderen Mastschweine-Haltungssystemen (Vergleich mit den Messwerte, die aus dem Projekt 02OE615 vorlagen). In ähnlicher Weise galt das auch für die Bakterienkonzentration. Demgegenüber lag die Schimmelpilzkonzentration im Bereich der Werte, die in den eingestreuten Haltungssystemen gemessen wurden (Abb. 3).

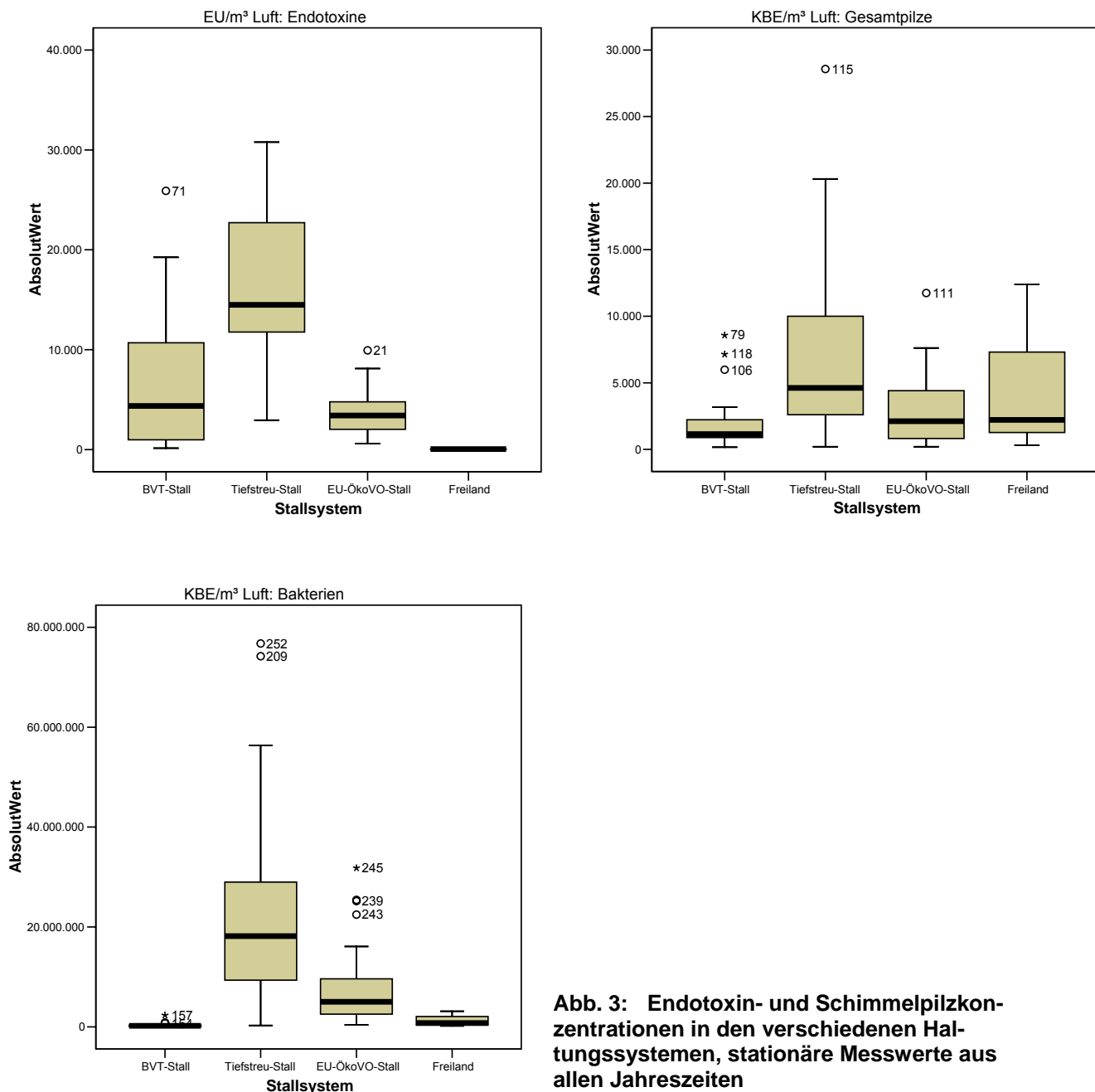


Abb. 3: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen in den verschiedenen Haltungssystemen, stationäre Messwerte aus allen Jahreszeiten

Zwischen den beiden Freiland-Systemen zeigten sich Unterschiede derart, dass die Endotoxin-Werte sowie die Konzentration an *Aspergillus fumigatus* und thermophilen Actinomyceten in den Hütten des Betriebs Freiland 1 höher lagen als die im Betrieb Freiland 2 (Abb. 4). Dies mag darauf zurück zu führen sein, dass sich die Tiere während der kalten Jahreszeit häufiger in den Hütten aufhielten als in der warmen Jahreszeit (Messungen in Freilandhaltung 2).

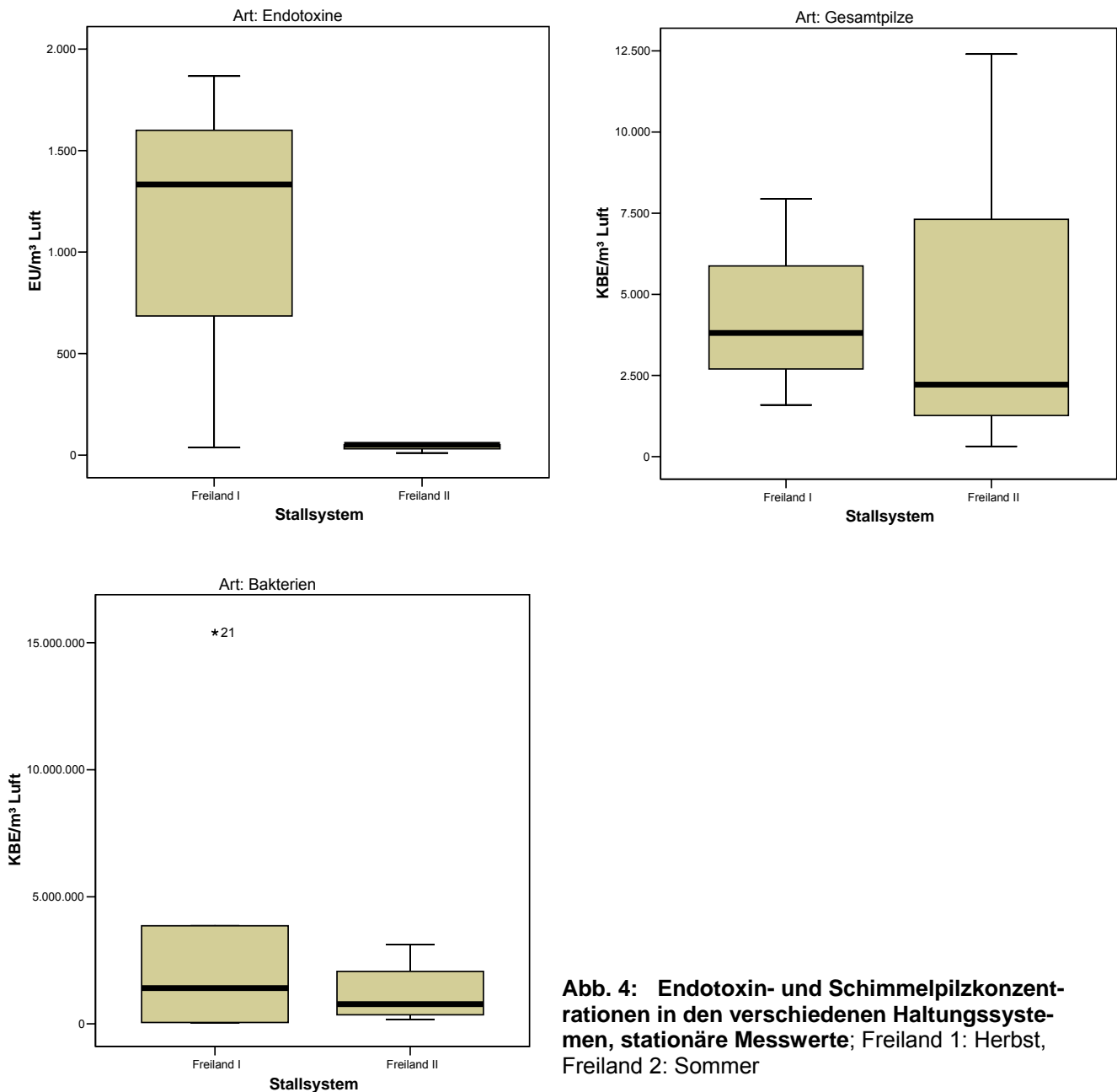


Abb. 4: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen in den verschiedenen Haltungssystemen, stationäre Messwerte; Freiland 1: Herbst, Freiland 2: Sommer

Vor dem Hintergrund, dass sich die Schweine nicht kontinuierlich in den Hütten aufhielten, lag die inhalative Exposition gegenüber Endotoxinen bei den Freiland Schweinen folglich bei weitem unter derjenigen der Tiere, die in Ställen mit oder ohne Auslauf gehalten wurden.

Die Exposition gegenüber Staub stellte sich dagegen uneinheitlicher dar, was vor allem auf die Umgebungsbedingungen zurückzuführen war (Kapitel 8.2.1.1 im Anhang).

4.1.2 Schlachtkörperuntersuchung

Mit Ausnahme der Freiland Schweine wurden die Befunde der Schlachtkörperuntersuchung bereits im Abschlussbericht für das Projekt 02OE615 dargestellt.

Der Anteil der geringgradigen (ggr.) Lungenbefunde war bei den Mast Schweinen aus Freilandhaltung 1 am höchsten ($p < 0,5$, Tabelle 11).

Tabelle 11: Häufigkeit geringgradiger Lungenbefunde

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
ohne ggr. Befund	Anzahl	33 82,5%	16 76,2%	9 45,0%	7 70,0%	7 87,5%
mit ggr. Befund	Anzahl	7 17,5%	5 23,8%	11 55,0%	3 30,0%	1 12,5%
Gesamt	Anzahl	40	21	20	10	8

Im Hinblick auf die mittelgradigen (mgr.) Befunde dominierten im Vergleich die Tiere aus dem Stall nach der EU-Öko-VO ($p < 0,5$, Tabelle 12).

Tabelle 12: Häufigkeit mittelgradiger Lungenbefunde

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
Ohne mgr. Befund	Anzahl	35	21	14	10	7
		87,5%	100%	70%	100%	87,9%
Mit mgr. Befund	Anzahl	5	0	6	0	1
		12,5%	0%	30,0%	0%	12,1%
Gesamt		40	21	20	10	8

Hochgradige (hgr.) Lungenbefunde fanden sich im Vergleich gehäuft bei Mast Schweinen aus dem konventionellen Haltungssystem (nicht sig., Tabelle 13).

Tabelle 13: Häufigkeit hochgradiger Lungenbefunde

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
ohne hgr. Befund	Anzahl	39	21	20	10	8
		97,5%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
mit hgr. Befund	Anzahl	1	0	0	0	0
		2,5%	,0%	,0%	,0%	,0%
Gesamt		40	21	20	10	8

Im Hinblick auf die Anzahl auffälliger Lungenbefunde – unabhängig von der Schwere der Ausprägung – war die Häufigkeit bei den Mastschweinen aus dem Stall nach EU-Öko-VO am höchsten ($p < 0,05$, Tabelle 14). Insgesamt betrug der Anteil auffälliger Lungenbefunde zwischen 23,8 (Öko-Tiefstreu) und 85% (EU-Öko-VO).

Tabelle 14: Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
unauffällig	Anzahl	27	16	3	7	6
	% von Haltungsart	67,5%	76,2%	15,0%	70,0%	75,0%
auffällig	Anzahl	13	5	17	3	2
	% von Haltungsart	32,5%	23,8%	85,0%	30,0%	25,0%
Gesamt		40	21	20	10	8

Neben den Lungenbefunden umfasste die Schlachtkörperuntersuchung auch die Befundung der übrigen inneren Organe. Bei den pathologischen Befunden der Leber standen die sog. Milkspots im Vordergrund. Ein geringgradiges Auftreten von Milkspots (Leber ausputzen) wurde am häufigsten bei den Mastschweinen aus dem ökologischen Tiefstrestall dokumentiert ($p < 0,001$, Tabelle 15), das hochgradige Auftreten am häufigsten bei den Tieren aus dem EU-Öko-VO-Stall ($p = 0,102$, Tabelle 16). In diesem Fall wurde die Leber verworfen.

Tabelle 15: Häufigkeit geringgradiger Milkspots (Leber ausgeputzt)

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
Ohne ggr. Befund	Anzahl	40	8	13	10	5
	% von Haltungsart	100,0%	38,1%	65,0%	100,0%	62,5%
Mit ggr. Befund	Anzahl	0	13	7	0	3
	% von Haltungsart	,0%	61,9%	35,0%	,0%	37,5%
Gesamt		40	21	20	10	8

Tabelle 16: Häufigkeit hochgradiger Milkspots (Leber verworfen)

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
Ohne hgr. Befund	Anzahl	40	18	17	10	7
	% von Haltungsart	100,0%	85,7%	85,0%	100,0%	87,5%
Mit hgr. Befund	Anzahl	0	3	3	0	1
	% von Haltungsart	,0%	14,3%	15,0%	,0%	12,5%
Gesamt		40	21	20	10	8

Diese Befunde deckten sich mit dem festgestellten Parasitenbefall, der bei den Tieren aus ökologischen Tiefstreu Stall und dem Stall nach EU-Öko-VO am höchsten war ($p < 0,001$, Tabelle 17).

Tabelle 17: Häufigkeit positiver Parasitenbefunde in der Leber

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
Ohne Befund	Anzahl	40	5	10	10	8
	% von Haltungsart	100,0%	23,8%	50,0%	100,0%	100,0%
Mit Befund	Anzahl	0	16	10	0	0
	% von Haltungsart	,0%	76,2%	50,0%	,0%	,0%
Gesamt		40	21	20	10	8

Anzeichen einer zurückliegenden Pericarditis wurden am häufigsten bei Mastschweinen aus dem Stall nach EU-Öko-VO dokumentiert ($p = 0,104$, Tabelle 18).

Tabelle 18: Häufigkeit einer zurückliegenden Pericarditis

		Haltungsart				
		Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
Ohne Befund	Anzahl	38	21	16	9	8
	% von Haltungsart	95,0%	100,0%	80,0%	90,0%	100,0%
Mit Befund	Anzahl	2	0	4	1	0
	% von Haltungsart	5,0%	,0%	20,0%	10,0%	,0%
Gesamt		40	21	20	10	8

Im Hinblick auf die Häufigkeit von Pleuritiden (Brustfellentzündung) fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Tieren aus verschiedenen Haltungssystemen. Dasselbe galt für die anderen erfassten Befunde. Insgesamt standen folglich die Befunde im Bereich der Atemwege und der Leber im Vordergrund des Krankheitsgeschehens.

4.1.2.1 Vergleich der Bestandsbewertung in den Haltungssystemen

Auf Ebene der Bestände erfolgte die Beurteilung über den Befundschlüssel von BLAHA & NEUBRAND (1994). In diesem wird vor allem der Komplex der Lungengesundheit anhand der Lungen-, Brustfell- und Herzbeutelveränderungen bewertet. Die Auswertung der Leberbefunde fließt nicht in den Schlüssel mit ein (Bewertungsschlüssel siehe Anhang A1). Der nach PIQ (1995) modifizierte Befundschlüssel von BLAHA & NEUBRAND (1994) berücksichtigt dagegen auch die Leberbefunde. Dies führte dazu, dass bei einigen der Bestände die Bewertung nach PIQ im Vergleich zur Bewertung nach BLAHA & NEUBRAND schlechter ausfiel (Tabelle 19).

Tabelle 19: Bestandsbewertung nach Blaha & Neubrand sowie nach PIQ, Bestände aus Strang 1

	Konventionelle Schweinemast	Tiefstreu Stall (Altbau)	Stall nach EU-Öko-VO	Freiland 1	Freiland 2
Zahl der Bestände	4	2	2	1	1
Bewertung nach BLAHA & NEUBRAND	1x sehr gut 3x gut	2x sehr gut	1x gut 1x mäßig	1x sehr gut	1x sehr gut
Bewertung nach PIQ	2x sehr gut 2x gut	2x gut	1x mäßig 1x schlecht	1x sehr gut	1x gut

4.1.3 Histologische Untersuchung von Proben aus dem Spitzenlappen

Entsprechend der Konzeption des Forschungsvorhabens kam der Differenzierung der Lungenbefunde eine besondere Bedeutung zu. Hierzu wurden histologische Untersuchungen von Proben durchgeführt, die im Bereich des Lungenspitzenlappens entnommen wurden.

Die Befundung erfolgte durch Auswertung von 10 Feldern im mikroskopischen Bild, wobei zunächst der histopathologische Befund in der Mehrzahl der Felder (Beurteilung 1) und anschließend das Bild in den übrigen Feldern (Beurteilung 2) dokumentiert wurde. Aus den Angaben in Tabelle 20 wird deutlich, dass die verschiedenen histopathologischen Befundmuster den untersuchten Bereich in unterschiedlichem Ausmaß betrafen.

Tabelle 20: Anzahl der untersuchten Felder mit einheitlichem Befundmuster

		Konventi- oneller Stall	Tiefstreu- Stall	Stall nach EU-Öko- VO	Freiland1	Freiland 2
Anzahl Histol. Proben		N=40	N=20	N=20	N=10	N=6
Anzahl Felder						
Beurteilung 1	10	27	8	7	7	4
	9	0	1	1	0	0
	8	0	2	1	0	0
	7	1	1	1	0	0
	6	0	2	0	0	0
	5	6	5	3	1	1
	4	0	0	1	1	1
	3	2	0	3	0	0
	2	2	1	0	1	0
	1	2	0	3	0	0
	0	0	0	0	0	0
Beurteilung 2	10	0	0	0	0	0
	9	1	0	2	0	0
	8	3	1	0	1	0
	7	2	0	3	0	0
	6	0	0	1	1	1
	5	6	5	3	1	1
	4	0	2	0	0	0
	3	1	1	1	0	0
	2	0	2	1	0	0
	1	0	1	1	0	0
	0	0	0	3	0	0

Die Ergebnisse der histologischen Untersuchung werden auf drei Arten dargestellt:

1. Darstellung typischer histologischer Befunde,
2. Art und Häufigkeit einzelner Zellen bzw. Strukturen und Vergleich zwischen den Haltungformen,
3. Zusammenfassung der Einzelbefunde zu einer Beurteilung des Befundmusters als Befund (d.h. Entzündung, Infiltration etc.) und Vergleich zwischen den Haltungformen,

4.1.3.1 Darstellung typischer histologischer Befunde

Nachfolgend werden die typischen histologischen Befunde dargestellt, auf deren Häufigkeitsverteilung und Ausprägung in den nachfolgenden Kapiteln eingegangen wird.

Das histologische Bild einer unveränderten Schweinelunge ist geprägt durch eine Fülle luftgefüllter Lungenbläschen (Alveolen), die nur durch eine sehr dünne Alveolarwand voneinander getrennt sind. Im Gewebe um die luftführenden Strukturen (Bronchioli und Bronchien) finden sich keine Ansammlungen von Entzündungszellen

(Abb. 5, Abb. 7). Das Bindegewebe – besonders gut darstellbar mit der van Giesson-Färbung - ist nicht vermehrt (Abb. 6, Abb. 8).

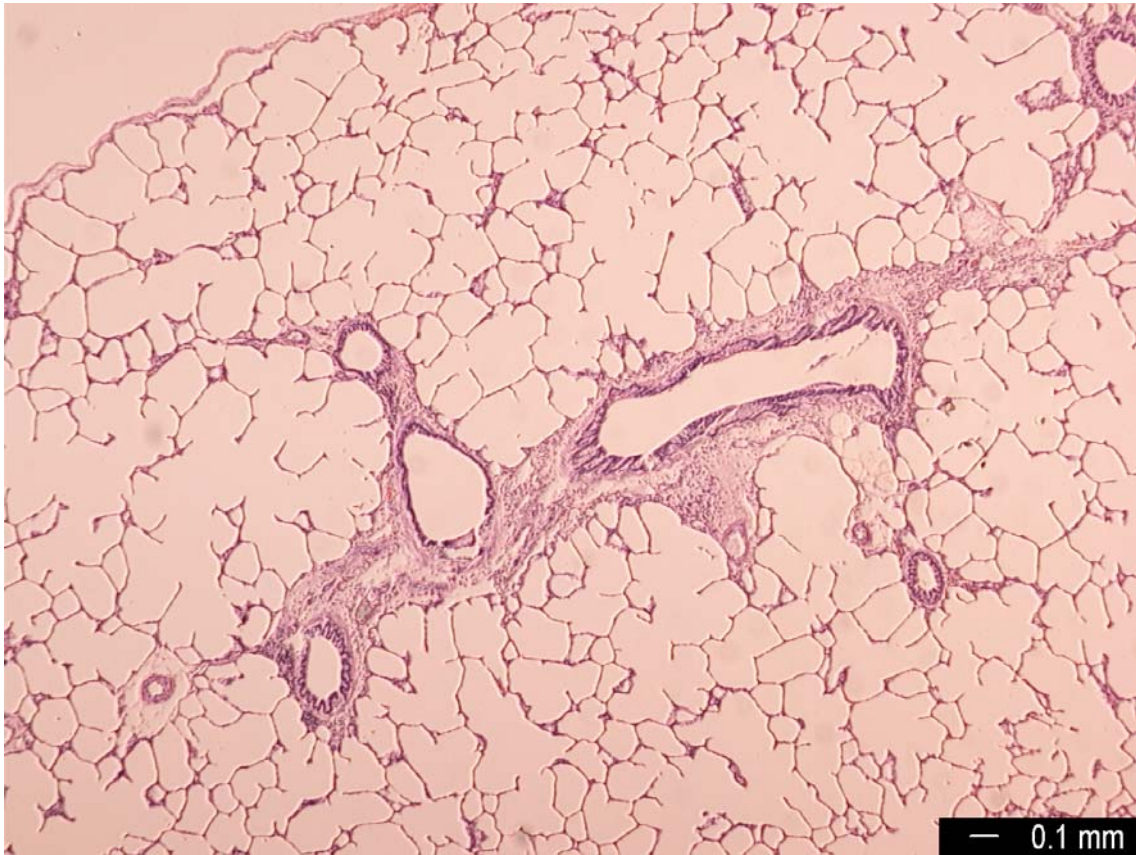


Abb. 5: unveränderte Lunge, HE-Färbung, 25-fache Vergrößerung

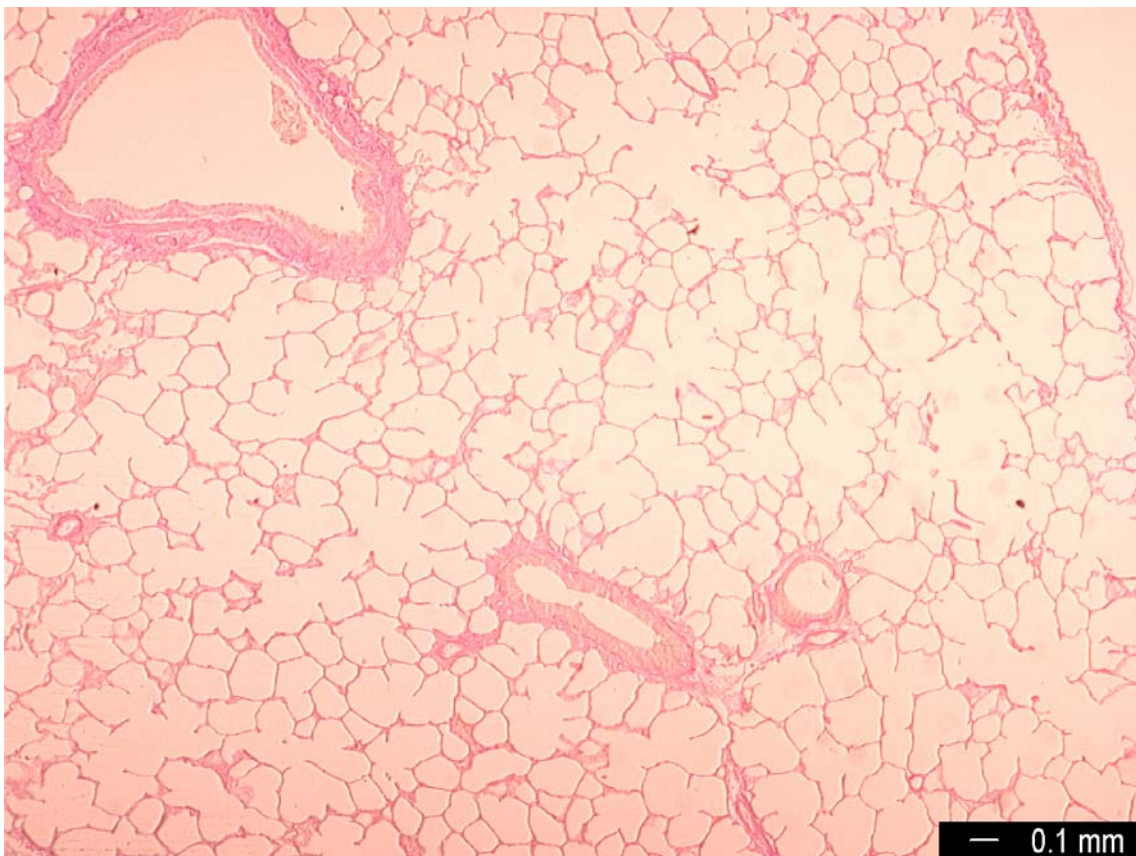


Abb. 6: unveränderte Lunge, van Gieson-Färbung, 25-fache Vergrößerung

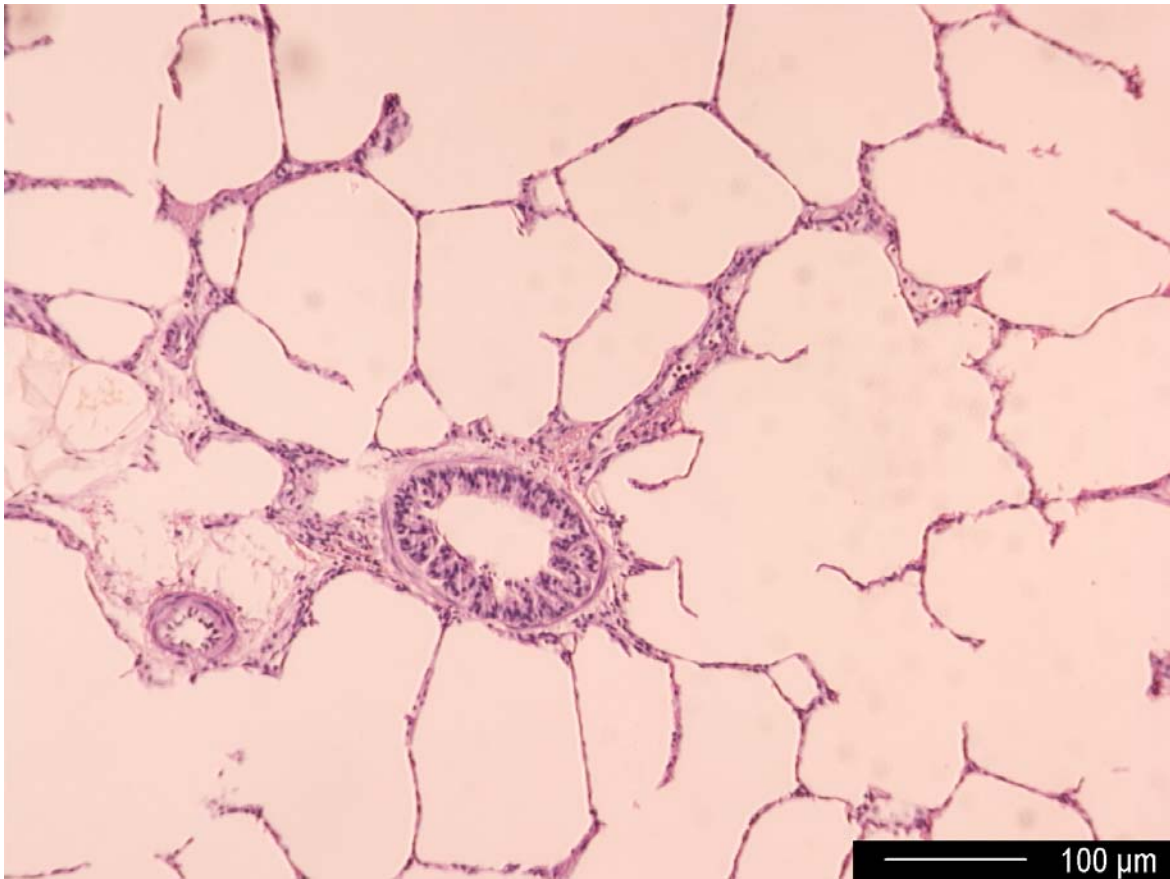


Abb. 7: unveränderte Lunge, HE-Färbung, 100-fache Vergrößerung

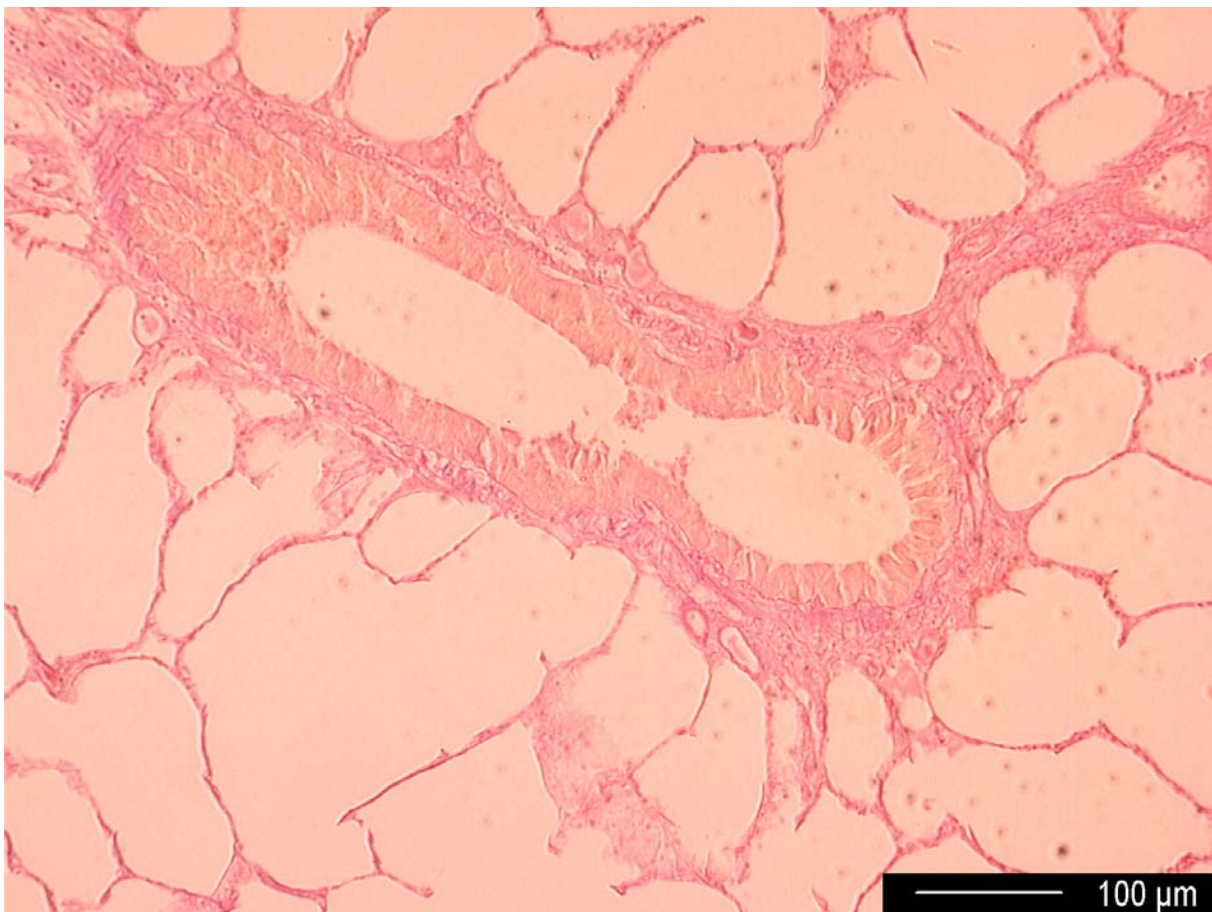


Abb. 8: unveränderte Lunge, van Gieson-Färbung, 100-fache Vergrößerung

Bei den krankhaften Veränderungen fielen verschiedene Befundmuster auf.

1. Im Bereich zwischen den Alveolen (=Interstitium) kam es zur Einwanderung von Abwehrzellen (vorwiegend Lymphozyten und Fresszellen, d.h. Makrophagen bzw. Histiozyten) (interstitielle Infiltration) (Abb. 9, Abb. 10).

2. Im Bereich der Alveolen konnte es einerseits zur Absonderung von Schleim mit gehäuftem Auftreten von Entzündungszellen kommen (katarrhalisch-eitrige Pneumonie) (Abb. 11). Andererseits wurde auch das vermehrte Einwanderung von Abwehrzellen (in der Regel Makrophagen auch Typ-II-Pneumozyten genannt) in die Alveolarräume beobachtet (sog. Desquamativpneumonie) (Abb. 12). Dieser Prozess konnte so massiv ausgeprägt sein, dass die umliegenden Bereiche zusammengedrückt wurden und somit nicht mehr dem Gasaustausch zur Verfügung standen (sog. Atelektase) (Abb. 13).

3. Zusätzlich zu den genannten Veränderungen konnten Vergrößerungen der in der Lunge vorhandenen Lymphknötchen auftreten und das Bild prägen (Abb. 14).

4. Kam es wiederholt zu Entzündungen im Bereich der Lunge oder waren einzelne Bereiche sehr stark von einer Lungenentzündung betroffen, führte dies in der Folge zu einer Vermehrung von bindegewebigen Strukturen bzw. den dazugehörigen Zellen (sog. Fibrozyten). Die Vermehrung von Bindegewebe ist vor allem in der van Gieson-Färbung durch die auffällige Färbung sehr gut sichtbar (Abb. 15, Abb. 16).

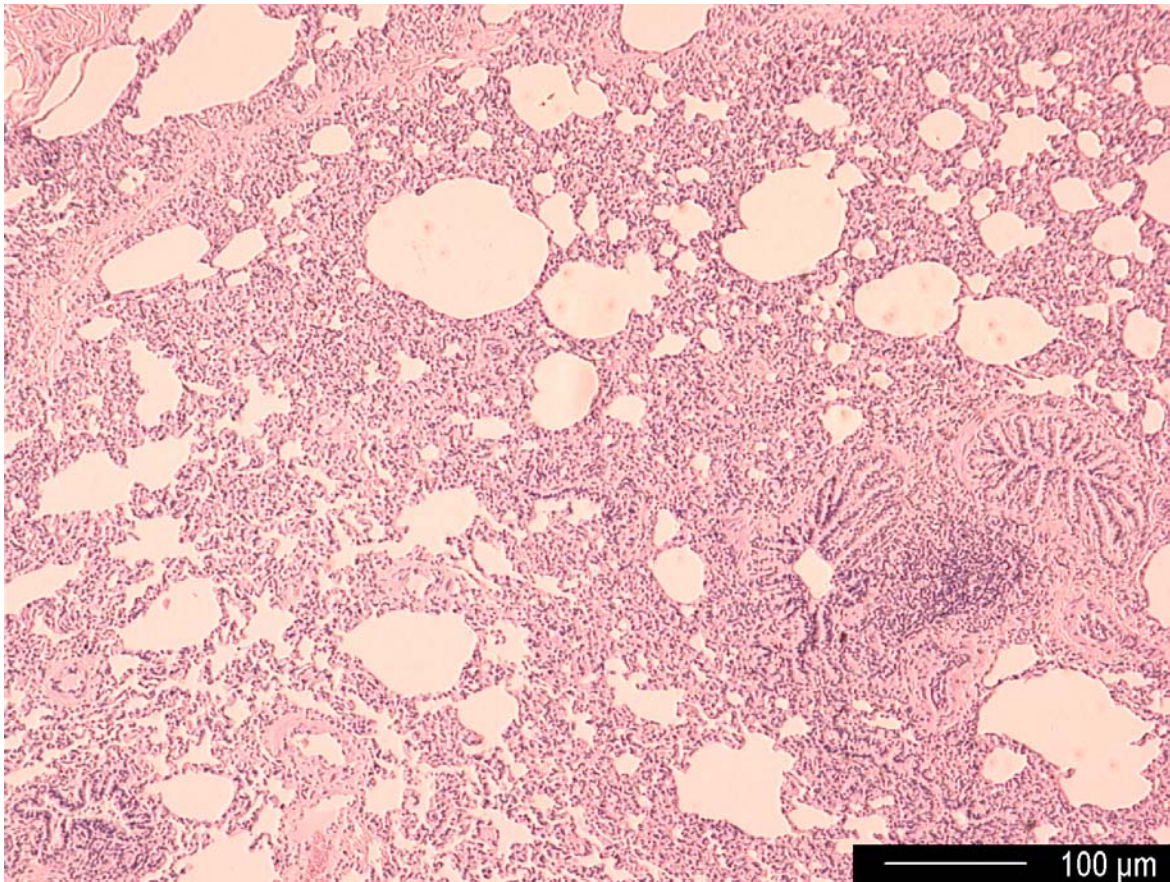


Abb. 9: interstitielle Pneumonie, hochgradig ausgeprägte lymphohistiocytäre, interstitielle Infiltration, HE-Färbung, 100-fache Vergrößerung

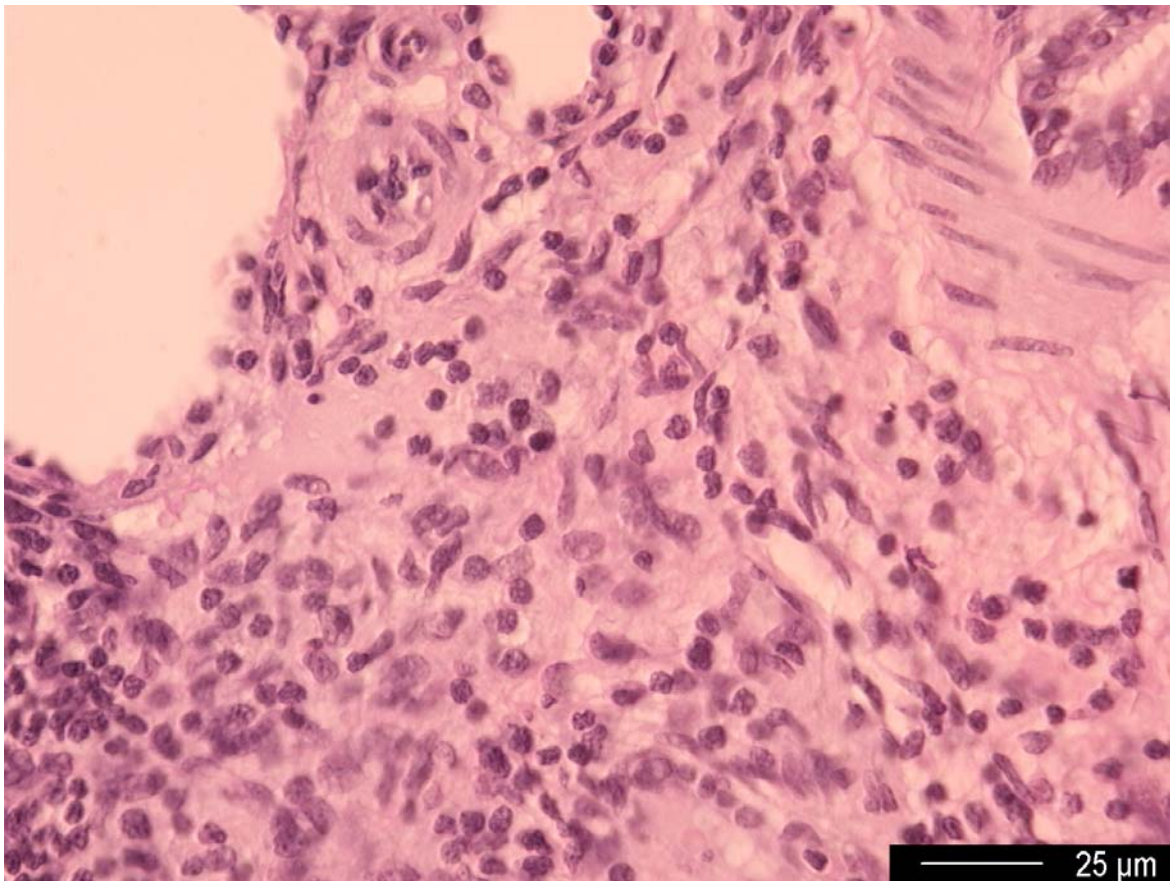


Abb. 10: lymphohistiocytäre, interstitielle Infiltration, HE-Färbung, 400-fache Vergrößerung

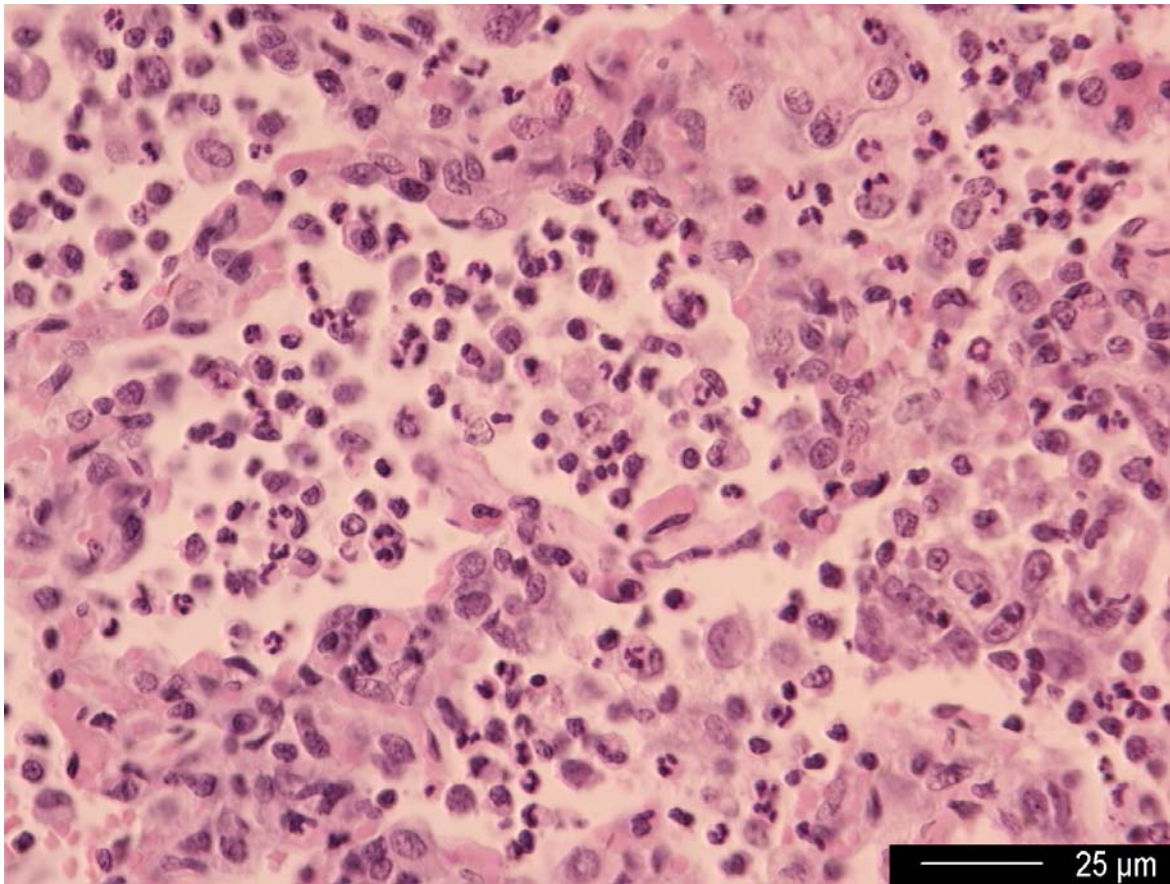


Abb. 11: katarrhalisch-eitrige Pneumonie, HE-Färbung, 400-fache Vergrößerung

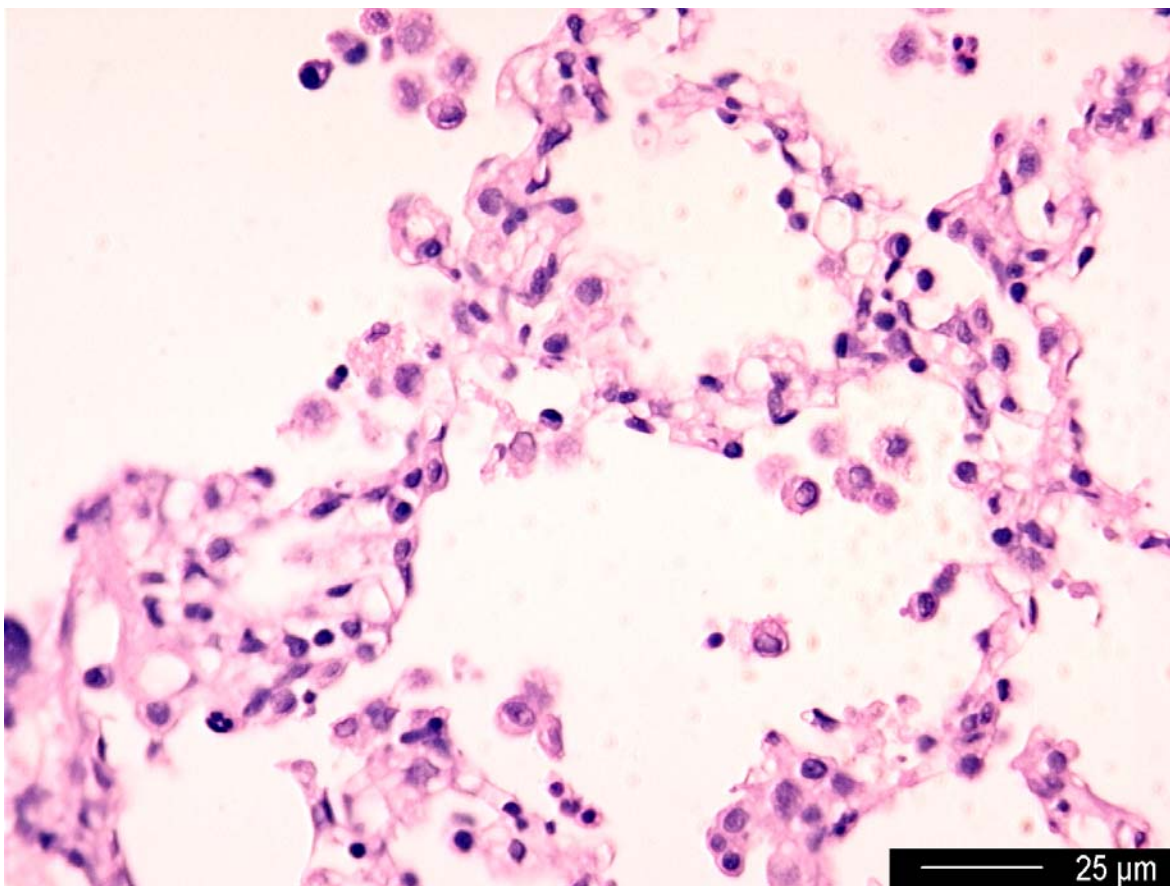


Abb. 12: Desquamativpneumonie, HE-Färbung, 400-fache Vergrößerung

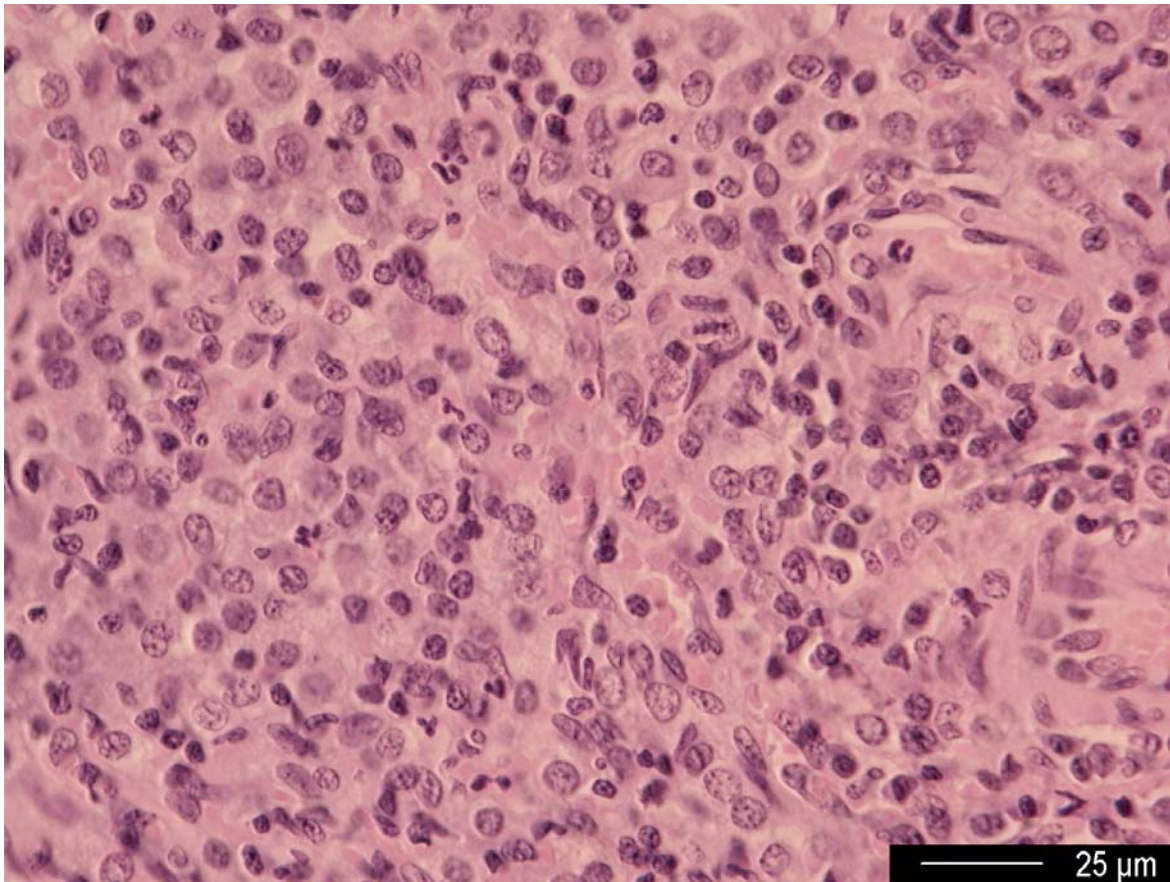


Abb. 13: atelektatische Bezirke durch massive Desquamation von Typ-II-Pneumozyten, HE-Färbung, 400-fache Vergrößerung

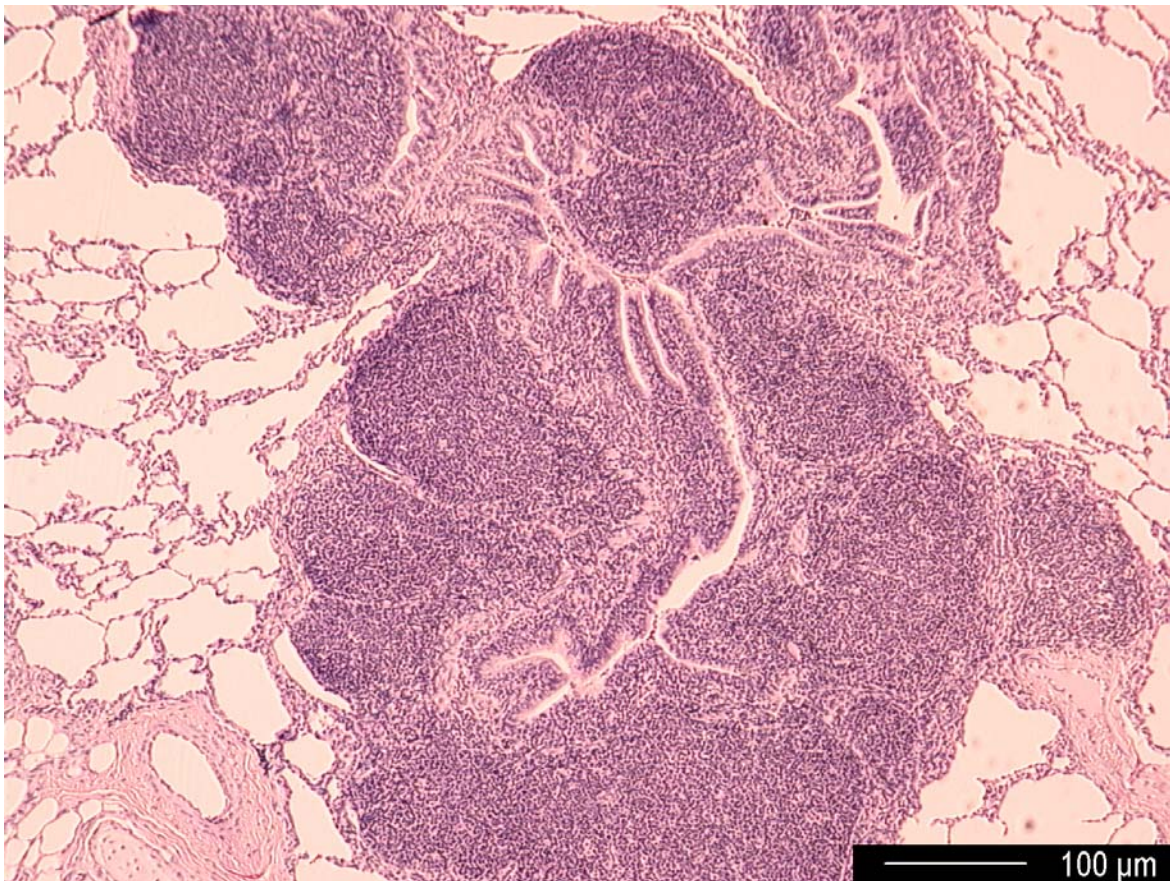


Abb. 14: Lymphknötchenhyperplasie, Lunge, HE-Färbung, 100-fache Vergrößerung

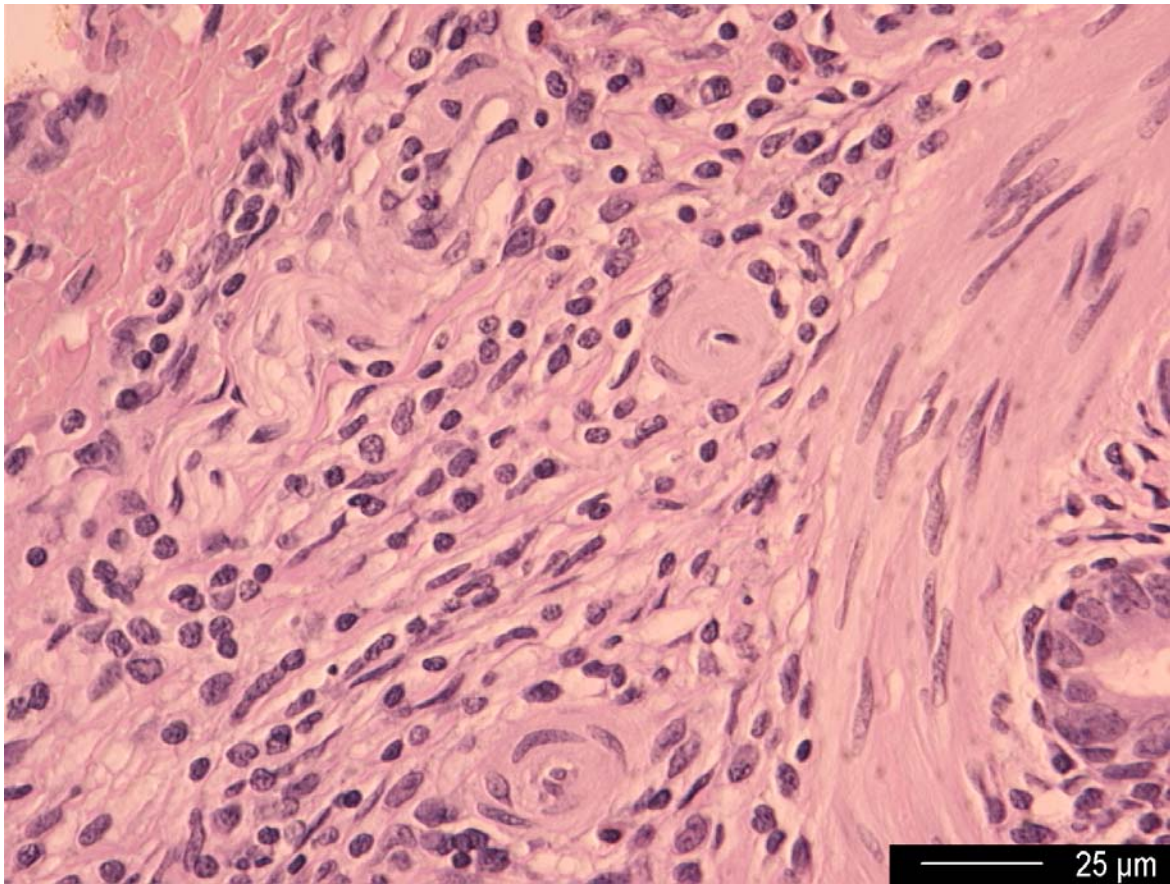


Abb. 15: Fibrozytenproliferation, Lunge, HE-Färbung, 400-fache Vergrößerung

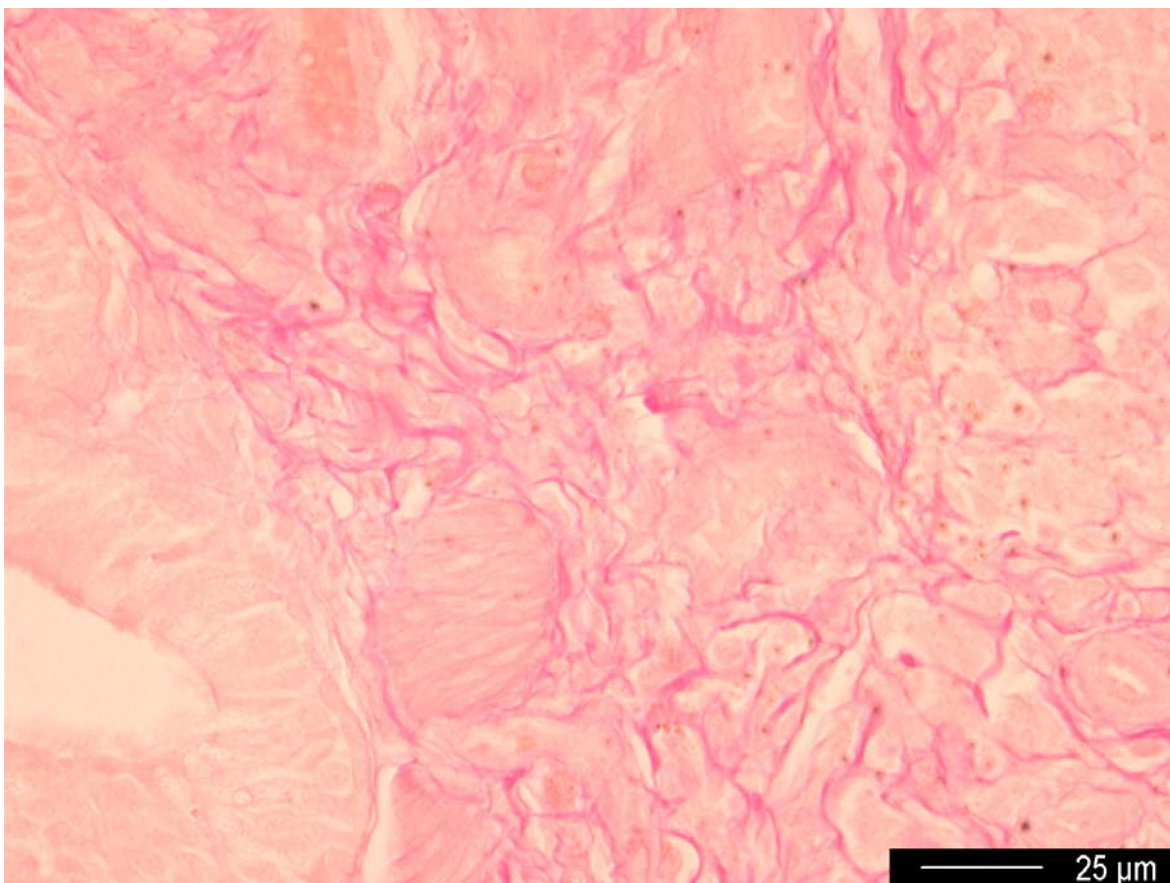


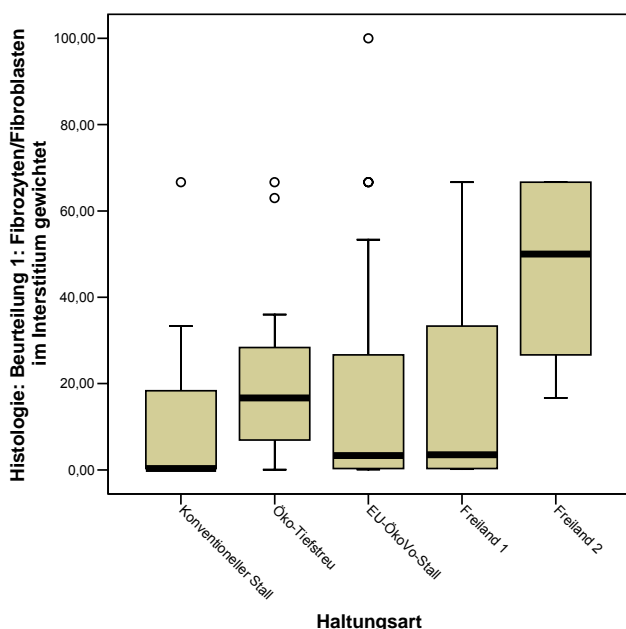
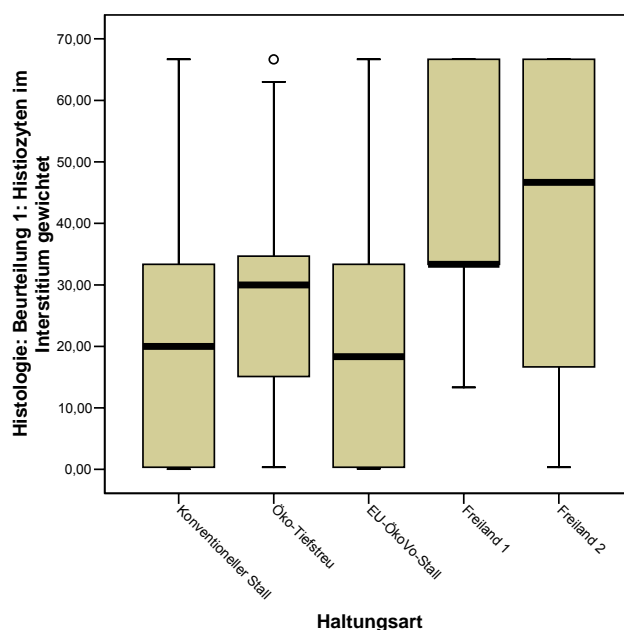
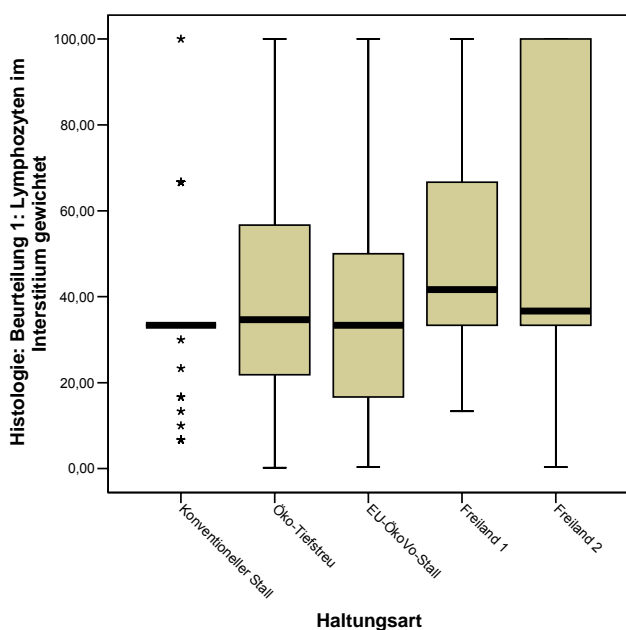
Abb. 16: Fibrozytenproliferation, Lunge, van Gieson-Färbung, 400-fache Vergrößerung

4.1.3.2 Art und Häufigkeit des Vorkommens einzelner Zellen

Für die Darstellung der Häufigkeit einzelner Zellen und Strukturen wurde durch Wichtung berücksichtigt, wieviele der untersuchten Felder das entsprechende histopathologische Bild zeigten. Zugleich wurden die Stärke / Häufigkeit des Auftretens einzelner Zellen auf eine Skala 0-100 umgerechnet. War eine Zellart in allen 10 Feldern sehr stark vertreten (in der Befundung +++), wurde ihr der Wert 100 zugewiesen. Die übrigen Werte ergaben sich als Abstufung.

Nachfolgend werden nur die in der ersten Beurteilung der Felder erhobenen Befunde verglichen, da diese in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das prägende Muster darstellten. Die Ergebnisse der Beurteilung der übrigen Felder ist im Anhang dargestellt (vgl. Anhang, Kapitel 8.2.1.2, S. viiiff)

Die Zahl interstitieller Lymphozyten war bei nahezu allen Tieren erhöht, wobei die Mastschweine aus der Freilandhaltung (insbesondere Freiland 2) besonders hohe Werte aufwiesen. Dasselbe galt für das Vorkommen von interstitiellen Histiocyten und Fibrozyten im Interstitium (Freiland 2). Eine Proliferation der Bronchioli fand sich in Freiland 2 und im ökologischen Tiefstreu-Stall (Abb. 17).



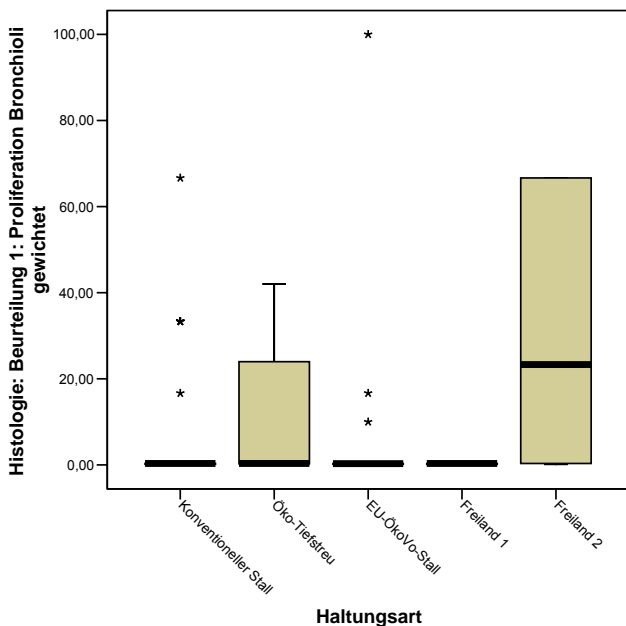
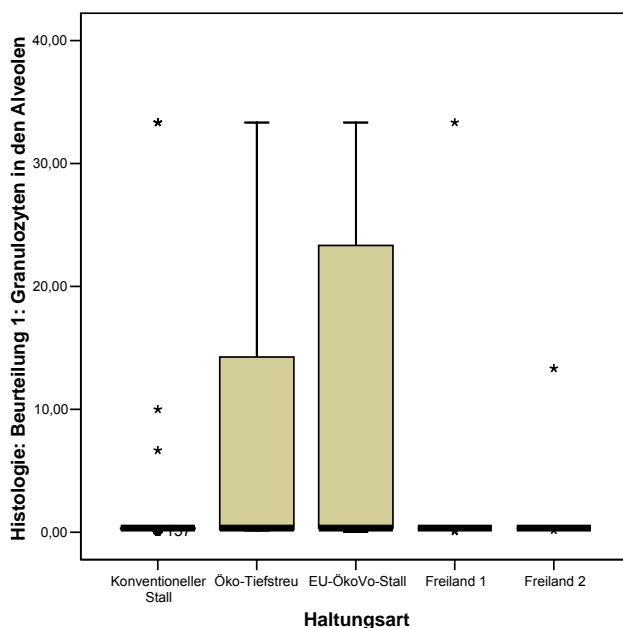
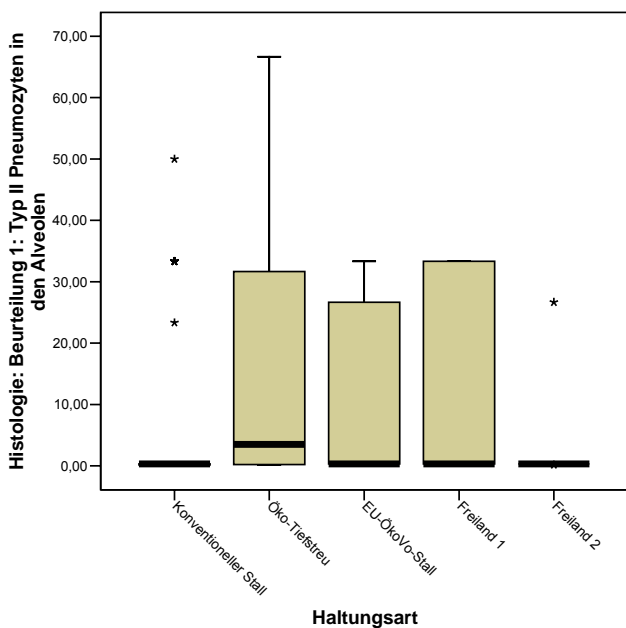


Abb. 17: Veränderungen mit Betonung des Interstitium, histologische Beurteilung 1

Auf ein eher alveoläres Geschehen wiesen die erhöhten Konzentrationen von Typ-II-Pneumozyten (ökologischer Tiefstreustall, Stall nach EU-Öko-VO und Freiland 1) sowie von Granulozyten und Lymphozyten in den Alveolen verbunden mit einer Fibrinexsudation hin (ökologischer Tiefstreustall und Stall nach EU-Öko-VO) (Abb. 18).



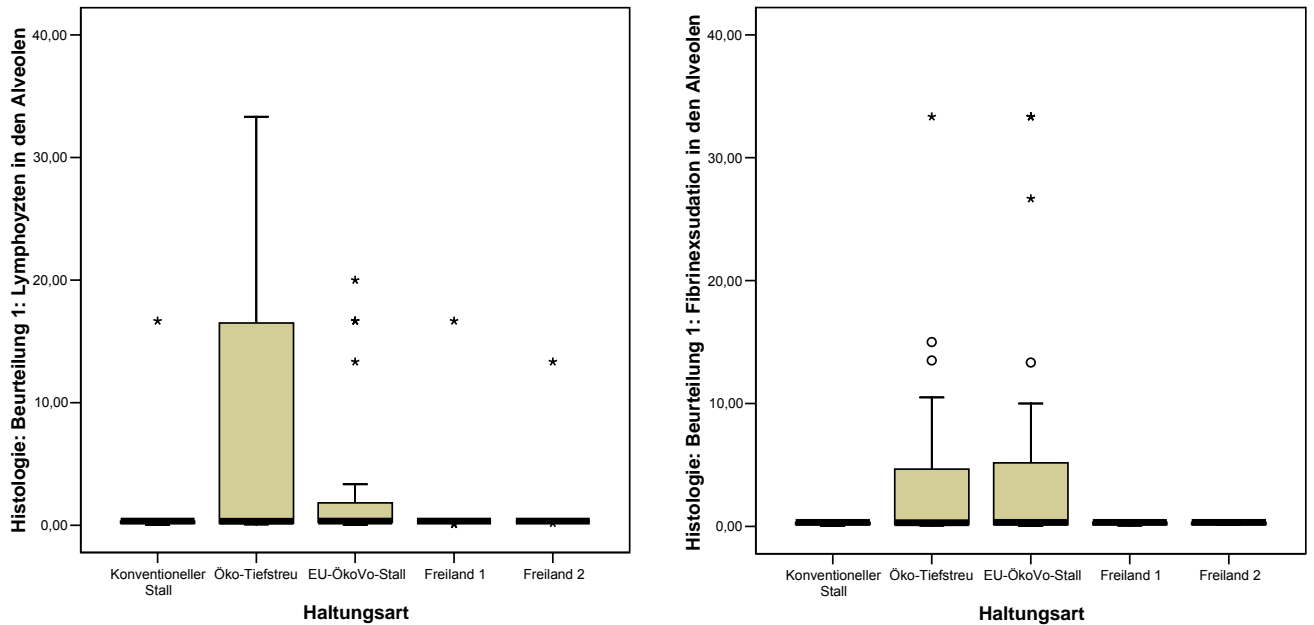


Abb. 18: Veränderungen mit Betonung der Alveolen, histologische Beurteilung 1

4.1.3.3 Zusammenfassung der Einzelbefunde zu einem Befundmuster

Wurden die dargestellten Einzelbefunde in zu einem Befundmuster zusammengefasst, konnten zwei grundsätzliche histopathologische Muster unterschieden werden.

1. ein eher infiltratives parenchymatöses Geschehen, d.h. eine Vermehrung der Zellen und teilweise auch des Bindegewebes zwischen den Lungenbläschen (Alveolen), das teilweise mit einer Proliferation der Bronchioli einherging.
2. ein entzündliches Geschehen im Bereich der Alveolen.

Vor allem ersteres Schädigungsbild ging in wechselndem Ausmaß mit einer Vergrößerung der Lymphfollikel in der Lunge einher.

In den Mittelwertsvergleich flossen die Häufigkeit und Ausprägung der Befunde ein. Hierbei zeigten sich signifikante Unterschiede für die folgenden Befunde (Tabelle 21):

- Peribronchiolitis
- Alveolarwandinfiltration
- Synzytialzellen
- Atelektasen
- Eosinophile Granulozyten

Tabelle 21: Mittelwerte (Ausprägung) verschiedener histopathologischer Befunde, Mast-schweine aus verschiedenen Beständen

Erläuterung: (1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig),
 blau: Bestände mit unterdurchschnittlicher Ausprägung des Befundes,
 rot: Bestände mit überdurchschnittlicher Ausprägung des Befundes

	Peribronchiolitis	Lymphknötchenhyperplasie	Alveolarwandinfiltration	Synzytialzellen	Atelektasen	Desquamation
konventioneller Stall	1,2	0,6	0,4	0,1	0	0,1
Ökolog. Tiefstreu Stall	1,1	1,2	0,7	0,6	0,5	0,2
Stall nach EU-Öko-VO	0,5	0,9	0,2	0,1	0,5	0
Freiland 1	1,2	0,9	1,2	0	0	0
Freiland 2	1,3	1,3	1,3	0	0	0,4
p-Wert	p<0,05	p=0,23	p<0,001	p<0,01	p<0,05	p=0,21

In der grafischen Darstellung der Spannweite der Befunde wird deutlich, dass die Unterschiede zwischen den Lungenbefunden der Tiere aus den unterschiedlichen Bestände nicht so groß waren, wie die Auswertung über die Mittelwertsvergleiche vermuten lassen würde. Dies galt v.a. für die Ausprägung der Peribronchiolitis und für die Lymphknötchenhyperplasie, die im Stall nach EU-Öko-VO (Peribronchiolitis) bzw. konventionellen Stall und Stall nach EU-Öko-VO (Lymphknotenhyperplasie) am geringsten ausgeprägt waren (Abb. 19).

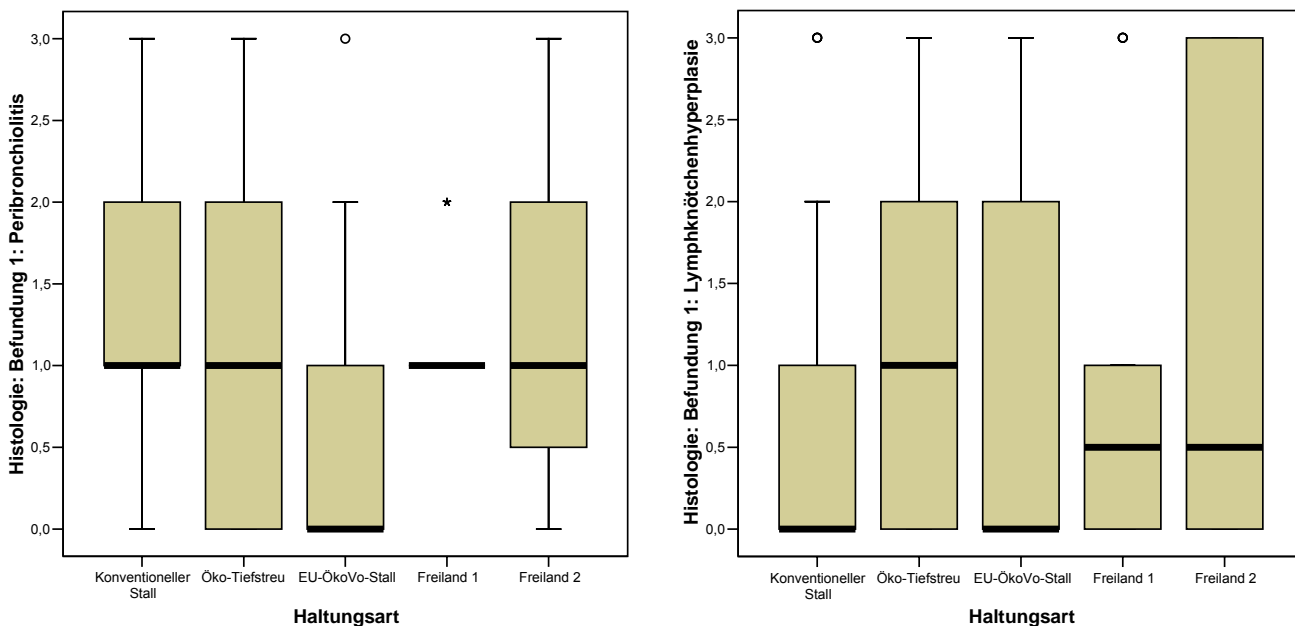
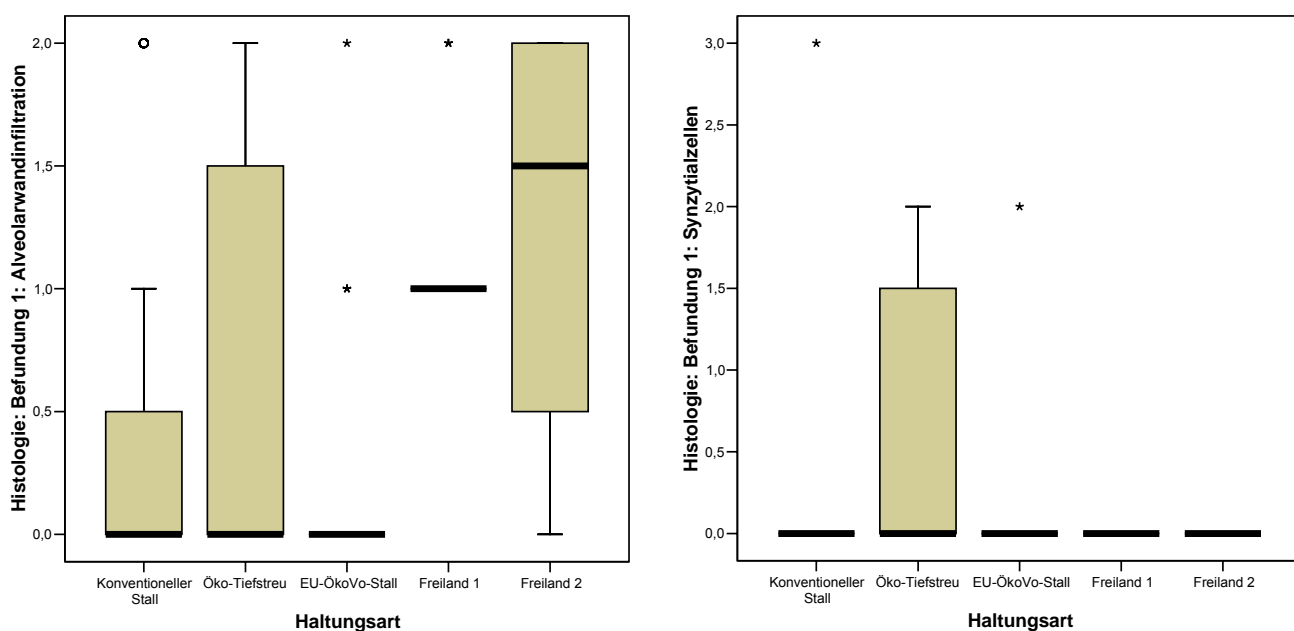


Abb. 19: Befundung 1: Peribronchiolitis und Lymphknötchenhyperplasie bei den Mastschweinen aus unterschiedlichen Beständen

Deutlich hingegen waren die Unterschiede im Hinblick auf die Alveolarwandinfiltration (deutliche Betonung der beiden Freiland-System) sowie der Synzytialzellen und Atelektasen (Betonung ökolog. Tiefstreu stall) (Abb. 20).



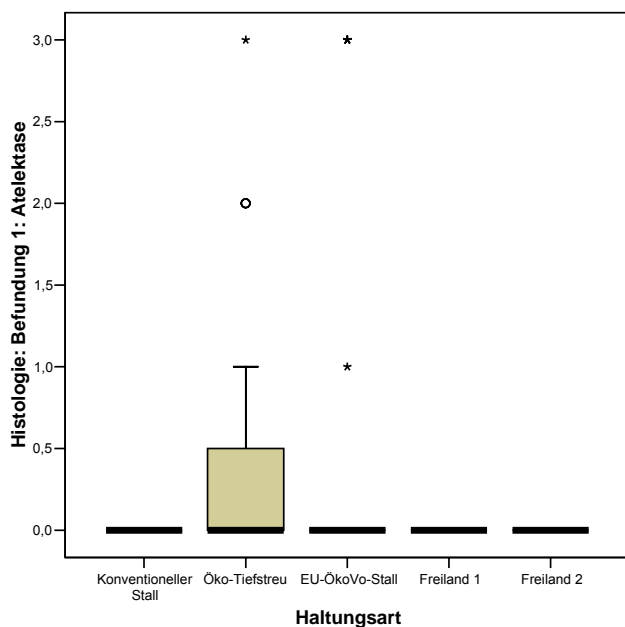


Abb. 20: Befundung 1: Alveolarwandinfiltration, Synzytialzellen und Atelektasen bei den Mastschweinen aus unterschiedlichen Beständen

Die im Mittelwertsvergleich signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die eosinophilen Granulozyten gingen dagegen nur auf zwei Ausreißer bei den Tieren aus dem Stall nach EU-Öko-VO zurück (vgl. Befunddarstellung im Anhang, S.vii).

4.1.3.4 Abschließende Beurteilung der histologischen Befunde

Entsprechend der geschilderten Befunde ist davon auszugehen, dass die makroskopisch auffälligen Bereiche aus den Lungenspitzenlappen, die der histologischen Untersuchung zugeführt wurden, am ehesten auf ein infektiöses Geschehen zurückzuführen waren. In der Regel handelte es sich hierbei um virale Infektionen, die teilweise mit einer bakteriellen Superinfektion einhergingen. Hinweise auf ein vorwiegend nicht-infektiöses irritativ-toxisches Geschehen fanden sich nicht.

4.1.4 Untersuchung der bronchoalveolären Lavage

Im Gegensatz zur histologischen Untersuchung, die zur Differenzierung makroskopische auffälliger Bereich im Lungenspitzenlappen durchgeführt wurde, erfolgte die bronchoalveoläre Lavage mit dem Ziel, das Zellbild im bronchoalveolären Bereich zu differenzieren. Mit der Wahl des Mittellappens wurde ein Bereich gewählt, der nicht primär im Rahmen von infektiösen Erkrankungen des Respirationstraktes beteiligt ist.

Die Gewinnung der Spülflüssigkeit der bronchoalveolären Lavage (BAL) erfolgte in allen untersuchten Beständen mit ungefähr demselben Erfolg (Recovery (%): Mittelwert 59,6%-64,4%, Median 61,3%-68%), allerdings schwankte die Recovery im Sommer stärker als im Winter (Abb. 21). Außerdem ist zu berücksichtigen ist, dass die Spülmenge nicht einheitlich war, sondern die Menge nach einem ersten Durchgang im Sommer von 100 ml auf 75 ml im Winter und bei den Tieren aus der Freilandhaltung reduziert wurde (vgl. Tabelle 8).

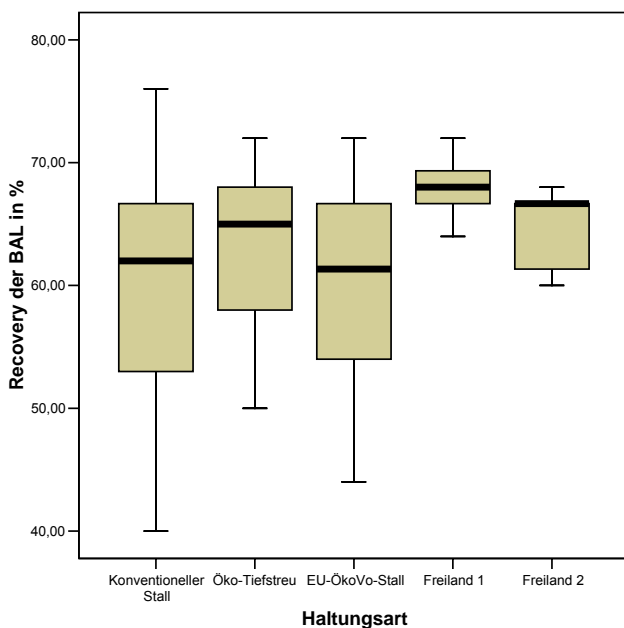
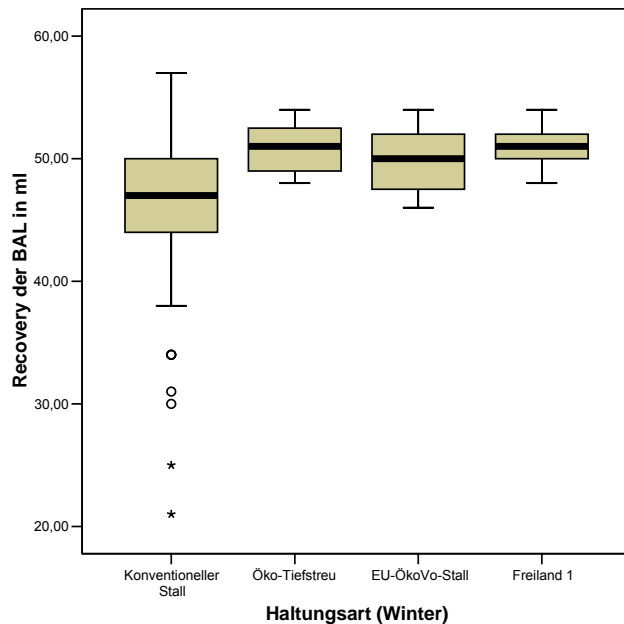
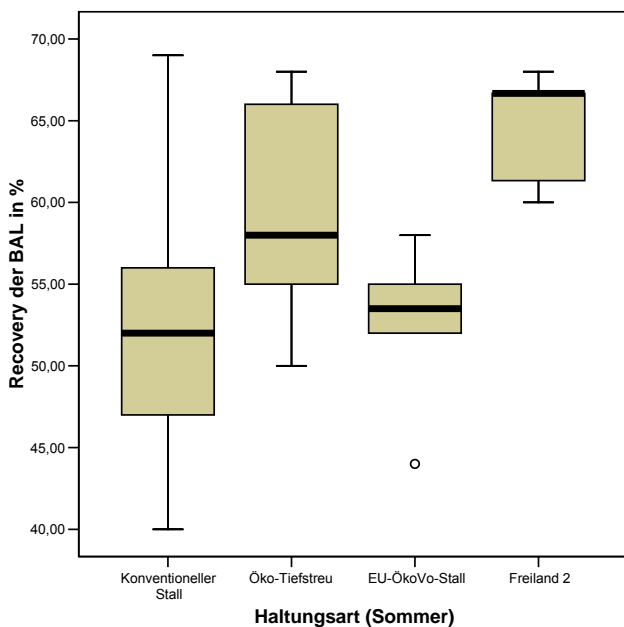


Abb. 21: BAL – gewonnene Spülflüssigkeit (Recovery: % vom Spülvolumen)
(Sommer: 100 ml, Winter: 75 ml))

Keine Unterschiede zwischen den Beständen fanden sich für die folgenden Parameter (Kruskal-Wallis-Test, $p > 0,05$):

- Gesamtzellzahl (Abb. 22)
- Eosinophile Granulozyten, relativ und absolut
- Makrophagen absolut
- Neutrophile Granulozyten absolut
- Lymphozyten absolut

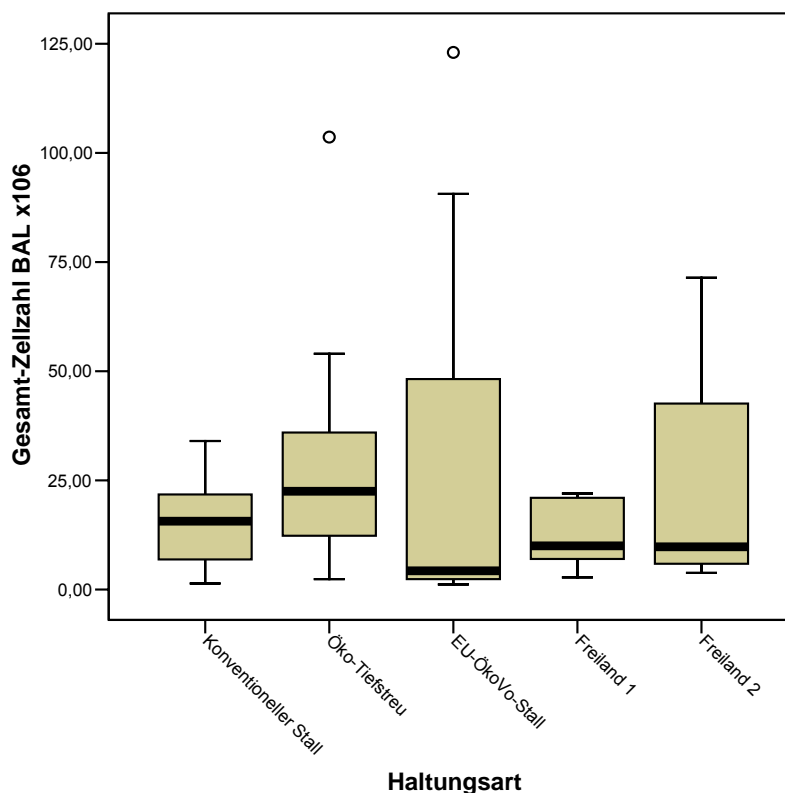


Abb. 22 :BAL – Gesamtzellzahl bei Mastschweinen aus verschiedenen Beständen, Sommer und Winter

Signifikante oder knapp nicht signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test) zwischen den verschiedenen Beständen fanden sich für die Parameter:

- Makrophagen (%) ($p < 0,01$)
- Lymphozyten (%) ($p < 0,01$)
- Nitrat und Nitrit-Konzentration ($p < 0,001$)

Die Parameter, bei denen deutliche oder signifikante Unterschiede zwischen den Beständen auftraten, sind nachfolgend grafisch dargestellt (Abb. 23). Die Nitrat/Nitrit-Konzentration zeigte hierbei in der Freilandhaltung die höchsten Werte – analog zur Makrophagen-Konzentration. In der qualitativen Analyse betrug der Anteil von Tieren

mit positivem Nitrat/Nitrit-Nachweis in diesem Haltungssystem bis zu 8/10 bis 6/8 Tieren (Tabelle 22) ($p < 0,05$).

Tabelle 22: Anteil positiver Befunde bei Untersuchung auf Nitrat/Nitrit, Mastschweine, Sommer und Winter

	Haltungsart				
	Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 1	Freiland 2
kein Nachweis	35 87,5%	12 57,1%	10 50,0%	2 20,0%	2 25,0%
Nachweis erfolgt	5 12,5%	9 42,9%	10 50,0%	8 80,0%	6 75,0%

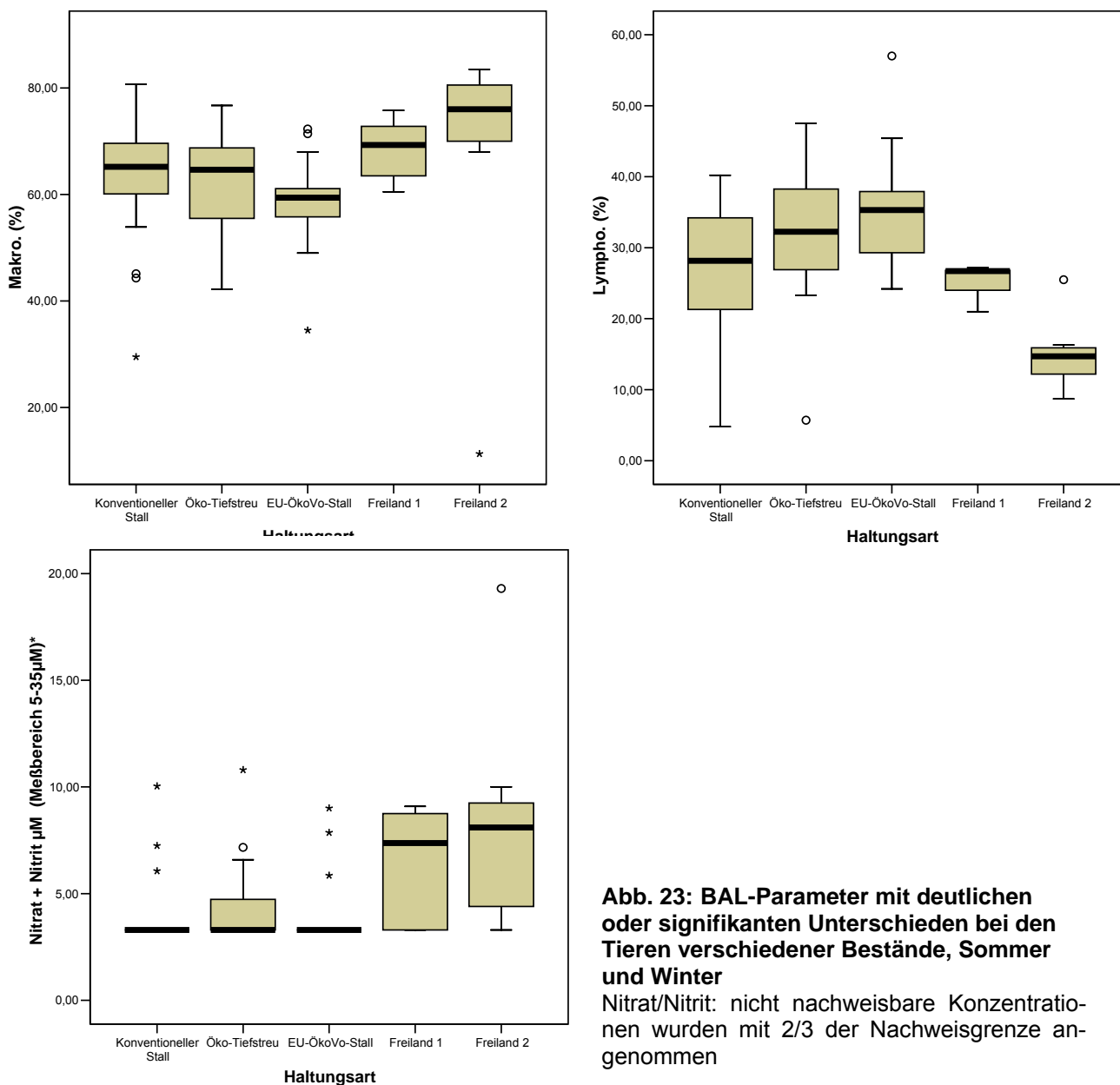


Abb. 23: BAL-Parameter mit deutlichen oder signifikanten Unterschieden bei den Tieren verschiedener Bestände, Sommer und Winter
 Nitrat/Nitrit: nicht nachweisbare Konzentrationen wurden mit 2/3 der Nachweisgrenze angenommen

Vereinzelt ließen sich basophile Granulozyten (bei den konventionellen Mastschweinen) und erhöhte Konzentrationen von Epithelzellen (im Freiland 2) feststellen.

4.1.4.1 Befunde der BAL in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Bei der Auswertung der Befunde getrennt nach Jahreszeiten muss berücksichtigt, dass einerseits der Anteil zurückgewonnener Spülflüssigkeit (Recovery) im Sommer deutlich heterogener war als im Winter und andererseits im Winter ein geringeres Spülvolumen eingesetzt wurde (vgl. Abb. 21). Generell ist davon auszugehen, dass die Spülung mit einem höheren Volumen zu einer höheren Zellausbeute führt.

Im Hinblick auf die immunologischen Werte fanden sich im Sommer deutliche bis signifikante Unterschiede für die Parameter:

- Gesamtzellzahl ($p < 0,01$)
- Makrophagen relativ und absolut ($p < 0,01$)
- Neutrophile Granulozyten (%) ($p < 0,05$), absolut: ($p = 0,082$)
- Eosinophile Granulozyten absolut ($p < 0,05$)
- Lymphozyten relativ und absolut ($p < 0,01$)
- basophile Granulozyten relativ ($p = 0,06$) und absolut ($p < 0,01$)
- Epithelzellen relativ und absolut ($p < 0,01$)
- Nitrat und Nitrit ($p < 0,01$)

Der Nachweis von Nitrat/Nitrit gelang bei den Tieren aus der Freilandhaltung und aus dem Stall nach EU-Öko-VO signifikant häufiger als bei den Schweinen aus den anderen Haltungssysteme ($p < 0,001$) (Tabelle 23).

Tabelle 23: Anteil positiver Befunde bei Untersuchung auf Nitrat/Nitrit, Mastschweine, nur Sommer

	Haltungsart			
	Konventioneller Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO-Stall	Freiland 2
kein Nachweis	15 75,0%	9 81,8%	5 50,0%	2 25,0%
Nachweis erfolgt	5 25,0%	2 18,2%	5 50,0%	6 75,0%

Nachfolgend werden die im Sommer ermittelten Konzentrationen der Makrophagen, der Lymphozyten und von Nitrat/Nitrit grafisch dargestellt (Abb. 25). Die Nitrat/Nitrit-Konzentration zeigte hierbei in der Freilandhaltung die höchsten Werte – analog zur Makrophagen-Konzentration.

Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die BAL-Recovery in den Beständen deutlich unterschiedlich war (Abb. 21), was aller Wahrscheinlichkeit auch der Grund für die großen Unterschiede in der ermittelten Gesamtzellzahl war (Abb. 24).

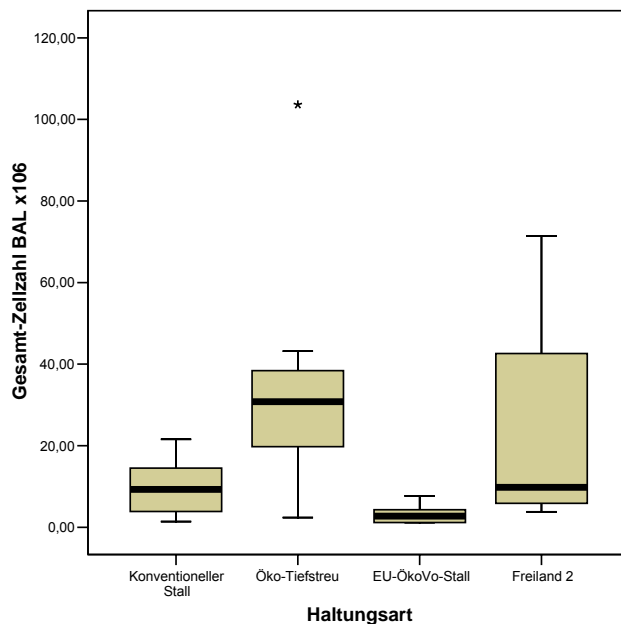


Abb. 24: BAL-Befunde – Gesamtzellzahl, in Abhängigkeit vom Bestand, nur Sommer

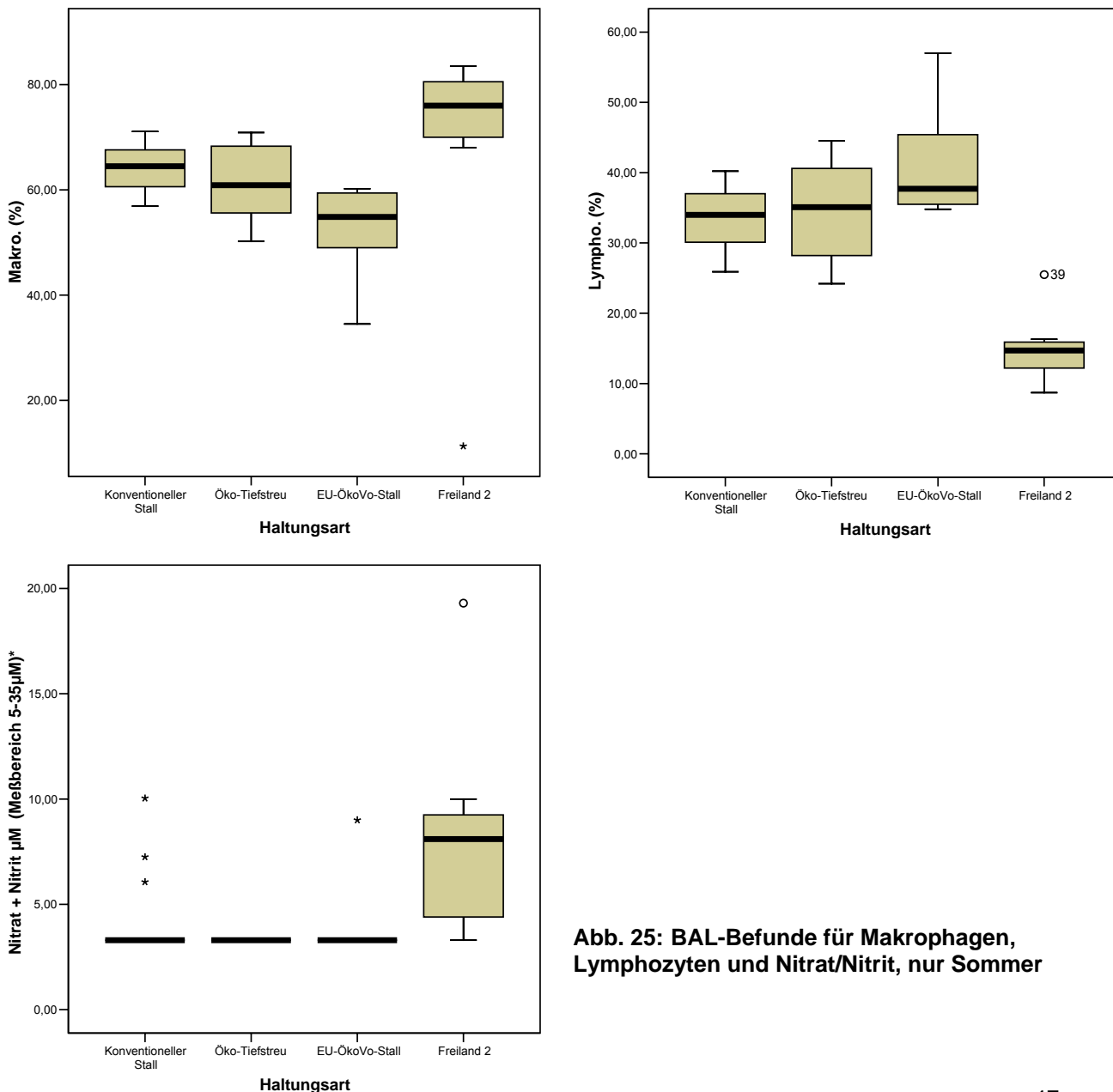


Abb. 25: BAL-Befunde für Makrophagen, Lymphozyten und Nitrat/Nitrit, nur Sommer

Nitrat/Nitrit: nicht nachweisbare Konzentrationen wurden mit 2/3 der Nachweisgrenze angenommen

Für die in der kälteren Jahreszeit durchgeführten Untersuchungen ergab sich – bei gleichem Spülvolumen in allen Beständen - ein einheitliches Bild im Hinblick auf die Recovery der BAL-Flüssigkeit (vgl. Abb. 21). Deutliche bis signifikante Unterschiede fanden sich für die Parameter

- Makrophagen (relativ und absolut) ($p=0,188$ bzw. ($p=0,089$)
- neutrophile Granulozyten (relativ und absolut ($p<0,01$ bzw. $p<0,05$)
- Lymphozyten (relativ und absolut) ($p=0,052$ bzw. $p=0,124$)
- basophile Granulozyten (relativ und absolut) ($p<0,01$ bzw. $p<0,01$)
- Nitrat + Nitrit ($p<0,01$)

Der Nachweis von Nitrat/Nitrit gelang bei keinem der Tieren aus dem konventionellen Haltungssystem aber bei der Mehrheit der Tiere aus dem ökologischen Tiefstreuastall und der Freilandhaltung ($p<0,001$) (Tabelle 24).

Tabelle 24: Anteil positiver Befunde bei Untersuchung auf Nitrat/Nitrit, Mastschweine, Winter

	Haltungsart			
	Konventionel- ler Stall	Öko-Tiefstreu	EU-Öko-VO- Stall	Freiland 1
kein Nachweis	20 100,0%	3 30,0%	5 50,0%	2 20,0%
Nachweis erfolgt	0 ,0%	7 70,0%	5 50,0%	8 80,0%

Die Gesamtzellzahl war in den verschiedenen Beständen ungefähr gleich (Abb. 26). Im Hinblick auf die für alle Proben dargestellten Befunde für Makrophagen, Lymphozyten und Nitrit / Nitrat fielen die Unterschiede zwischen den Beständen nicht ganz so deutlich aus wie oben dargestellt (Abb. 26).

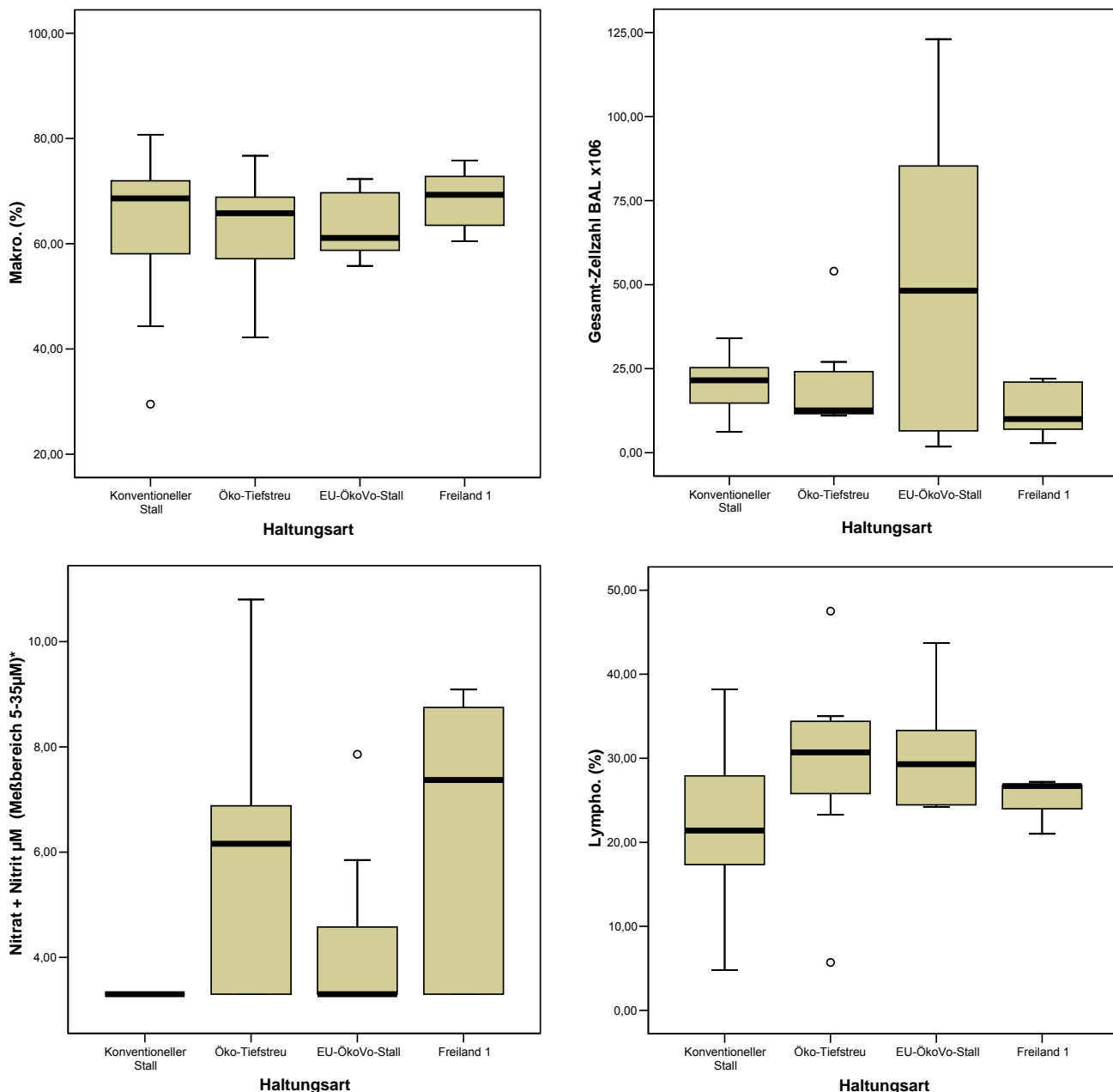


Abb. 26: BAL-Befunde für Makrophagen, Lymphozyten, Gesamtzellzahl und Nitrat/Nitrit (nur Winter)

4.1.4.2 Zusammenfassende Beurteilung der BAL-Befunde in Strang 1

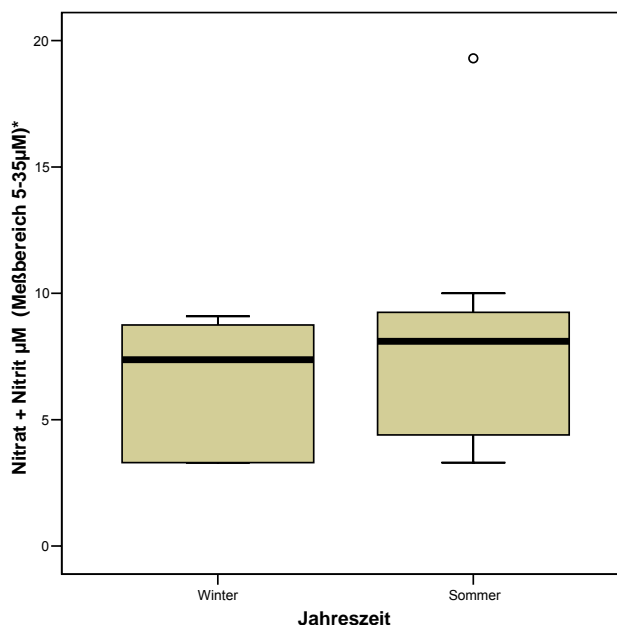
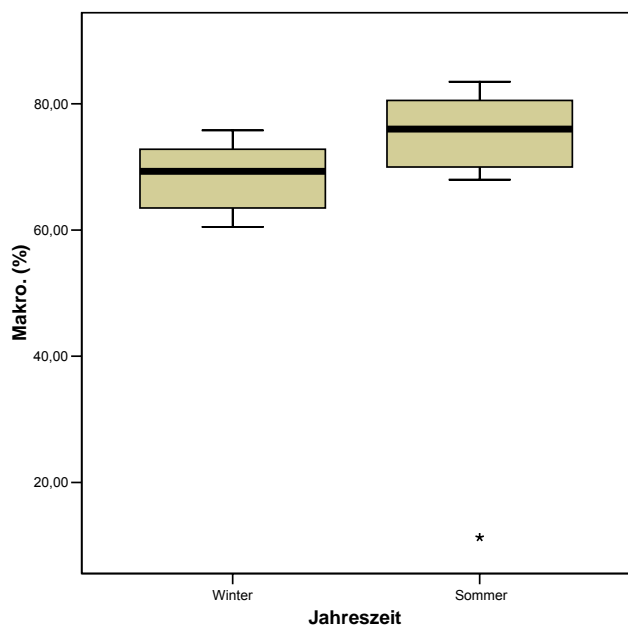
Allgemein zeigen die erhobenen Befunde teilweise sehr große Schwankungen. In der Tendenz lässt sich jedoch festhalten, dass sich die Freilandschweine im Vergleich aller untersuchten Mastschweine die höchsten Konzentrationen von Makrophagen und die niedrigsten Konzentrationen von Lymphozyten in der BAL aufwiesen. Die Nitrat/Nitrit-Konzentration verlief analog zur Makrophagenkonzentration, d.h. die höchsten Werte bzw. den höchsten Anteil positiver Befunde fanden sich wiederum bei den Freilandschweinen. Insgesamt sprechen die Befunde dafür, dass sich im Bereich der Atemwege der Mastschweine in unterschiedlichem Umfang Entzündungsprozesse abspielen, die zu einem Anstieg des prozentualen Anteils der Lymphozyten und ggf. auch neutrophilen Granulozyten und damit Abnahme des prozentualen Anteils der Makrophagen führen. Auf der Grundlage der vorliegenden Befunde war das entzündliche Geschehen im Bereich der Atemwege bei den Mastschweinen in der

Freilandhaltung am geringsten ausgeprägt und bei den Tieren aus dem Stall nach EU-Öko-VO am stärksten ausgeprägt.

Die genannten Unterschiede waren im Winter nicht so deutlich wie im Sommer. Dies könnte einerseits darauf zurückgeführt werden, dass im Winter die BAL bei allen Tieren einheitlich mit 75ml Flüssigkeit durchgeführt wurde, wohingegen im Sommer 100ml verwendet wurden (Ausnahme: Freilandschweine: 75ml). Im Sommer war zusätzlich die Recovery in den einzelnen Beständen deutlich unterschiedlich.

Andererseits könnte die Tatsache, dass die Befunde der Freilandschweine im Winter den Befunden der im Stall gehaltenen Tiere ähnlicher waren als im Sommer, darauf zurückgeführt werden, dass sich die Freilandschweine bei kühleren Temperaturen vermehrt in den Schutzhütten aufhielten – und damit höher belastete Luft einatmeten als im Sommer.

Diese Deutung legt der direkte Vergleich der Befunde nahe, die bei den Freilandschweinen im Winter und Sommer erhoben wurden. Hier wurden im Sommer höhere Makrophagen und (angedeutet) Nitrat/Nitrit-Konzentrationen bzw. niedrigere Konzentrationen von Lymphozyten und neutrophilen Granulozyten festgestellt (Abb. 27). Allerdings konnte der Nitrat/Nitrit-Nachweis im Winter nur bei 5 der 10 Freilandschweine geführt werden, da die übrigen BAL-Überstände zu blutig waren. Die ermittelte Gesamtzellzahl war in beiden Jahreszeiten gleich (Abb. 28).



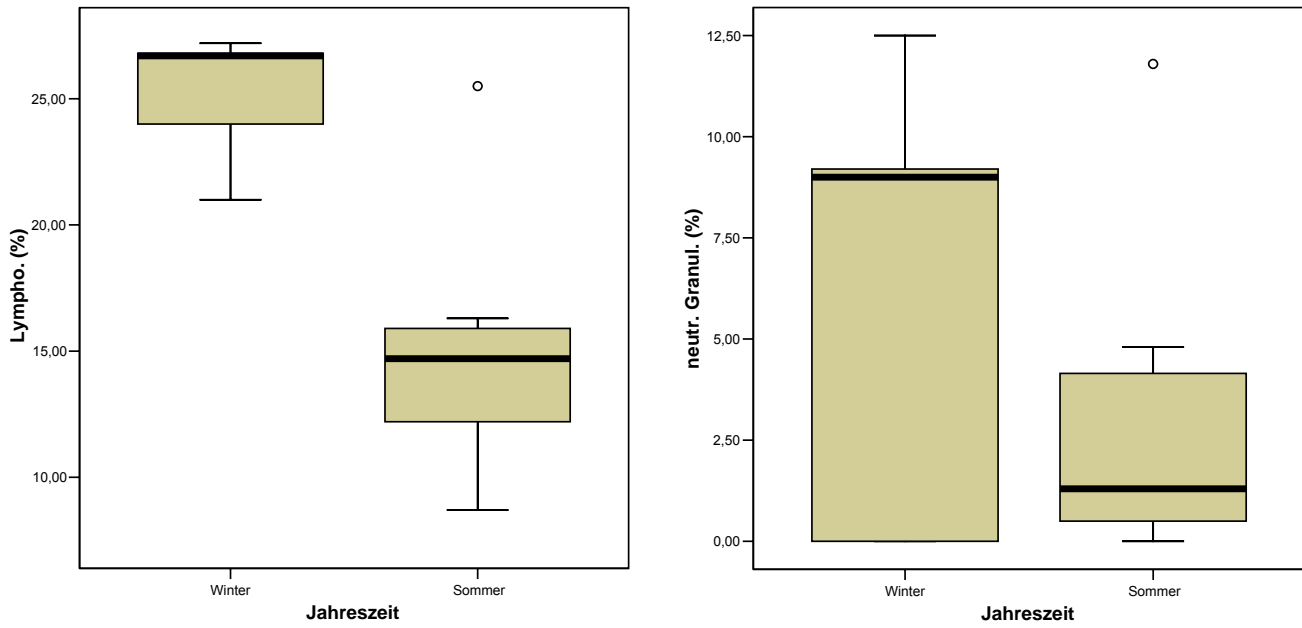


Abb. 27: BAL-Befunde für Makrophagen, Nitrat/Nitrit, Lymphozyten und neutrophile Granulozyten, Freilandschweine, in Abhängigkeit von der Jahreszeit

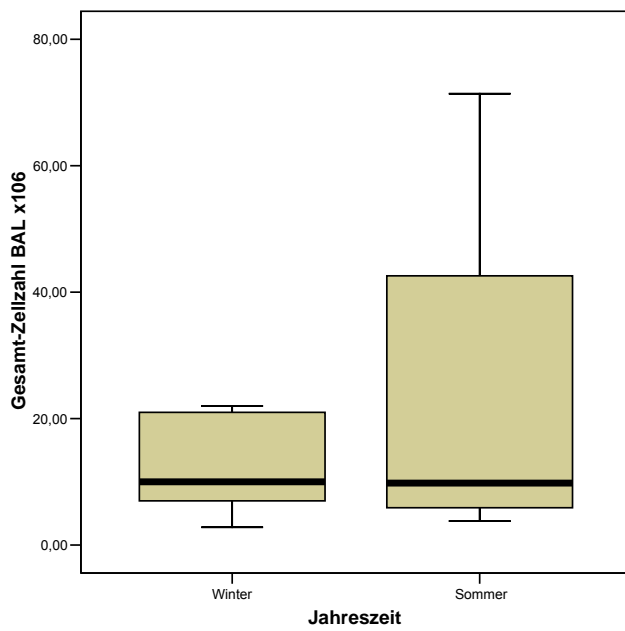


Abb. 28: BAL bei Freilandschweinen: Gesamtzellzahl in Abhängigkeit von der Jahreszeit

4.2 Strang 2: Lungengesundheit im Verlauf der Mast

Zur Abbildung möglicher Adaptationseffekte im Verlauf von Aufzucht und Mast bzw. darüber hinaus (XXL-Tiere) sollten Tiere unterschiedlichen Alters untersucht werden. Zur Erfassung der nativen Situation begann die Zeitreihe im konventionellen System bei gesunden Ferkeln im Alter von ca. 7 Tagen (fieberfrei, keine manifesten Symptome wie z.B. Husten oder Durchfall), gefolgt von Tieren zu Beginn der Mast und Mastschweinen am Ende der Mast. Über den Einschluss sehr junger Tiere in die Zeitreihe sollte gewährleistet werden, dass die Situation der nativen Lunge bzw. Lungenschleimhaut als Referenz für die postulierten Adaptationseffekte im weiteren Verlauf dienen konnte.

Die Probennahme bei Schweinen aus zwei Höfen mit bekannt unterschiedlicher Häufigkeit pathologischer Lungenbefunde erfolgt zum einen mit dem Ziel der Abbildung einer Zeitreihe unter Einschluss älterer Tiere (z.B. Sauen). Zum anderen sollten im Vergleich der beiden ausgewählten ökologischen Systeme die Faktoren differenziert werden, welche die Häufigkeit (Makroskopie) und Ausprägung (BAL, Histologie) pathologischer Lungenbefunde beeinflussen können.

4.2.1 Vergleich der Luftqualität im Schweinehaltungsbereich

In Strang 2 wurde die Luftqualität im Abferkel-, Aufzucht- und Mastschweinstall (konventionelles Haltungssystem) sowie im Aufzucht- und Maststall (Haltungssysteme B und C) über die Parameter mikrobiologische Luftbelastung und Staub (alle Haltungssysteme) sowie Schadgaskonzentration beschrieben. Die Messungen erfolgten eher explorativ, um die Höhe der Belastung vergleichend beschreiben zu können. Ein differenziertes Messprotokoll, z.B. zur Beschreibung etwaiger Einflussfaktoren für die Luftbelastung, war nicht Inhalt der Studie. So wurde auch darauf verzichtet, einen möglichen Effekt der Jahreszeiten bzw. Außentemperaturen auf die Stallluftqualität herauszuarbeiten. Für entsprechende Analysen sei auf den Abschlussbericht des Projektes 02OE615 verwiesen.

4.2.1.1 Haltungssystem A: Konventionelles Haltungssystem

Die Haltungssysteme A-A (Abferkelstall), A-B (Ferkelaufzuchtstall) und A-C (Maststall) konnten grundsätzlich wie geplant untersucht werden. Jedoch wurden die Messungen zur Stallluftqualität in den Haltungssystemen A-A, A-B und A-C nicht parallel zur Erhebung der Parameter zu den biologischen Belastungen aufgenommen und ausgewertet (vgl. Tabelle 3), da es zu diesen Zeiträumen zu Geräte- und/oder Datenausfällen bzw. organisatorischen Überschneidungen kam. Daher wurden zwei der Messtermine im direkten Anschluss (Haltungssystem A-B und A-C) und einer der Termine (Haltungssystem A-A) zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt. Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit zwischen den Messungen zu den biologischen Belastungen und den später folgenden zur Stallluftqualität zu erreichen, wurde die Nachuntersuchung im Abferkelstall (Haltungssystem A-A) so terminiert, dass die Bedingungen im Abteil bzgl. Tieranzahl und Alter der Ferkel bei beiden Messungen möglichst identisch waren. Da der Ferkelaufzuchtstall kontinuierlich betrieben wurde, kann hier ebenfalls davon ausgegangen werden, dass die Bedingungen bzgl. Tieranzahl und Tieraltersverteilung ähnlich waren.

Die im Abferkelstall, Ferkelaufzuchtstall und Mastschweineestall gemessenen Lufttemperaturen und relativen Luftfeuchten lagen in einem für diese Stallsysteme üblichen Bereich (Tabelle 25 bis Tabelle 27). Dies galt ebenso für die Konzentrationen an NH₃ und CO₂ im Abferkelstall, die insgesamt auf einem niedrigen Niveau lagen (Tabelle 25). In allen Stallsystemen konnte kein CH₄ und H₂S messtechnisch erfasst werden.

Tabelle 25: Deskriptive Statistik zur Stallluftqualität im Abferkelstall bzw. Haltungssystem A-A (Messperiode 21.-23.10.2004)

	Temperatur (°C)	Rel. Feuchte (%)	NH ₃ (ppm)	CO ₂ (ppm)	CH ₄ (ppm)	H ₂ S (ppm)
Datenanzahl	563	563	245	245	245	245
Mittelwert	19,1	59,2	2,5	1084	n. N.	n. N.
Median	18,1	60,4	2,9	1100	n. N.	n. N.
Min	16,6	42,9	0	700	n. N.	n. N.
Max	24,6	81,9	6,1	1400	n. N.	n. N.
Standardabweichung	2,0	8,7	1,5	112	n. N.	n. N.

Die Konzentrationen an NH₃ und CO₂ im Ferkelaufzuchtstall und Mastschweineestall lagen auf einem insgesamt sehr niedrigen Niveau, was wahrscheinlich ursächlich dadurch bedingt war, dass der Ferkelaufzuchtbereich in 2004, im Vergleich zu Vorjahren aufgrund von Kapazitätskürzungen nur eine geringe Belegungsdichte aufwies. Auch der Mastschweineestall wies eine geringere Besatzdichte auf, da die Messungen – organisationsbedingt – erst direkt nach dem Ausstallen der ersten Schlachttiergruppe erfolgen konnten.

Tabelle 26: Deskriptive Statistik zur Stallluftqualität im Ferkelaufzuchtstall bzw. Haltungssystem A-B (Messperiode 23.-25.10.2004)

	Temperatur (°C)	Rel. Feuchte (%)	NH ₃ (ppm)	CO ₂ (ppm)	CH ₄ (ppm)	H ₂ S (ppm)
Datenanzahl	563	563	243	243	243	243
Mittelwert	21,9	60,1	0,1	437	n. N.	n. N.
Median	22,4	55	0,1	400	n. N.	n. N.
Min	22,1	48,6	0	300	n. N.	n. N.
Max	24,3	773,3	3,1	1200	n. N.	n. N.
Standardabweichung	0,9	3,6	0,3	134	n. N.	n. N.

Tabelle 27: Deskriptive Statistik zur Stallluftqualität im Mastschweineestall bzw. Haltungssystem A-C (Messperiode 21.-24.01.2005)

	Temperatur (°C)	Rel. Feuchte (%)	NH ₃ (ppm)	CO ₂ (ppm)	CH ₄ (ppm)	H ₂ S (ppm)
Datenanzahl	866	866	442	442	442	442
Mittelwert	16,4	44,7	2,6	1500	n. N.	n. N.
Median	16,3	44,2	2,7	1500	n. N.	n. N.
Min	15,9	39,6	0	1000	n. N.	n. N.
Max	17,3	61,5	7,7	2200	n. N.	n. N.
Standardabweichung	0,3	2,5	2,0	203	n. N.	n. N.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass die in allen drei Bereichen gemessenen Stallinnen-Lufttemperaturen und –feuchten sich in einem normalen Bereich bewegten. Die gemessenen Gaskonzentrationen an NH₃ und CO₂ lagen in einem sehr niedrigen Bereich. Gaskonzentrationen an CH₄ und H₂S konnten nicht nachgewiesen werden. Dies lässt darauf schließen, dass die Stallluftqualität im Hinblick auf die gemessenen Schadgaskonzentrationen insgesamt als überdurchschnittlich gut bewertet werden kann.

Bei den biologischen Parametern ließ sich über die verschiedenen Altersstufen (und Ställe) ein deutlicher Anstieg der Endotoxinkonzentration feststellen. Bei den Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten war der Verlauf uneinheitlich (Abb. 29).

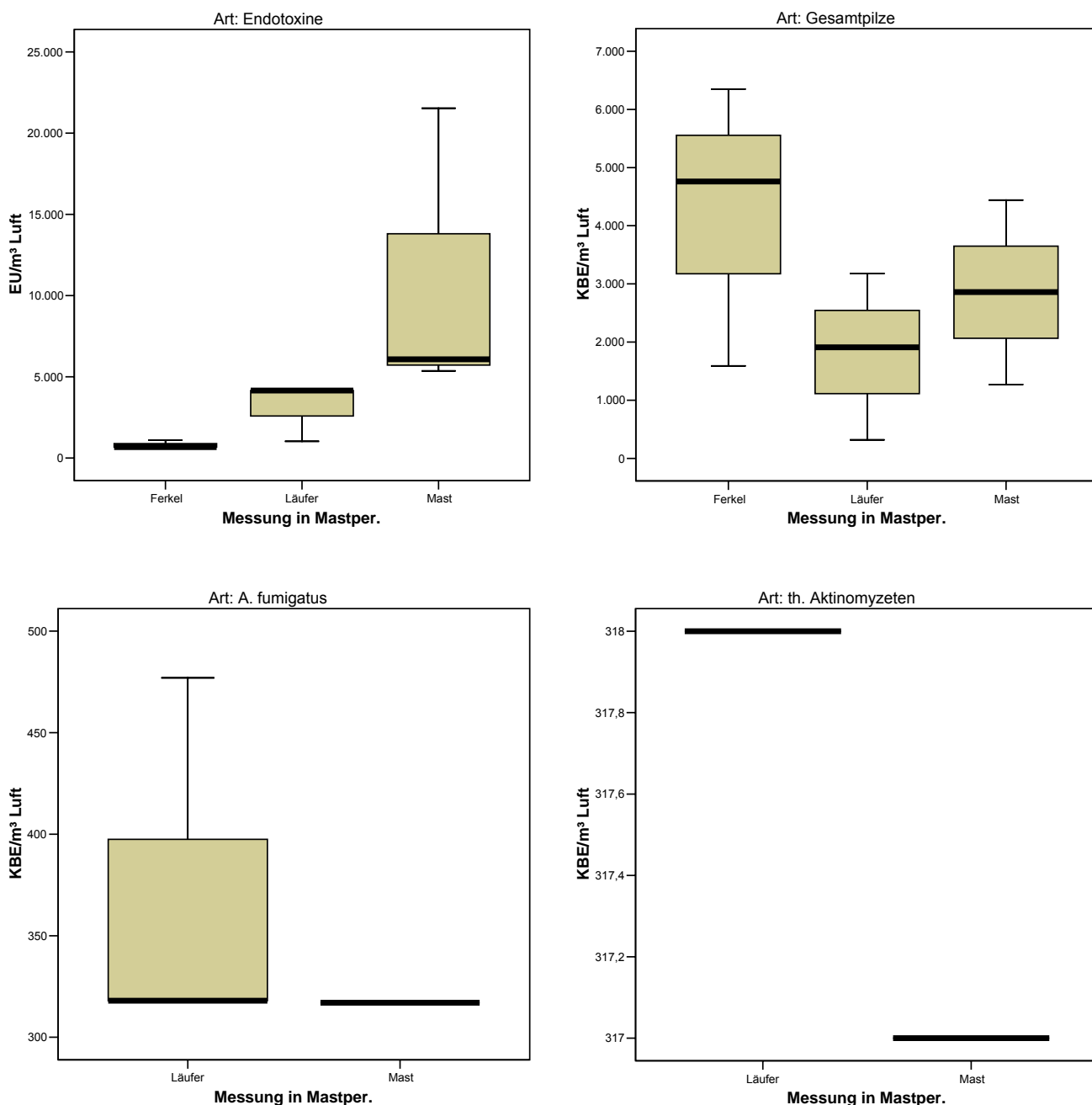
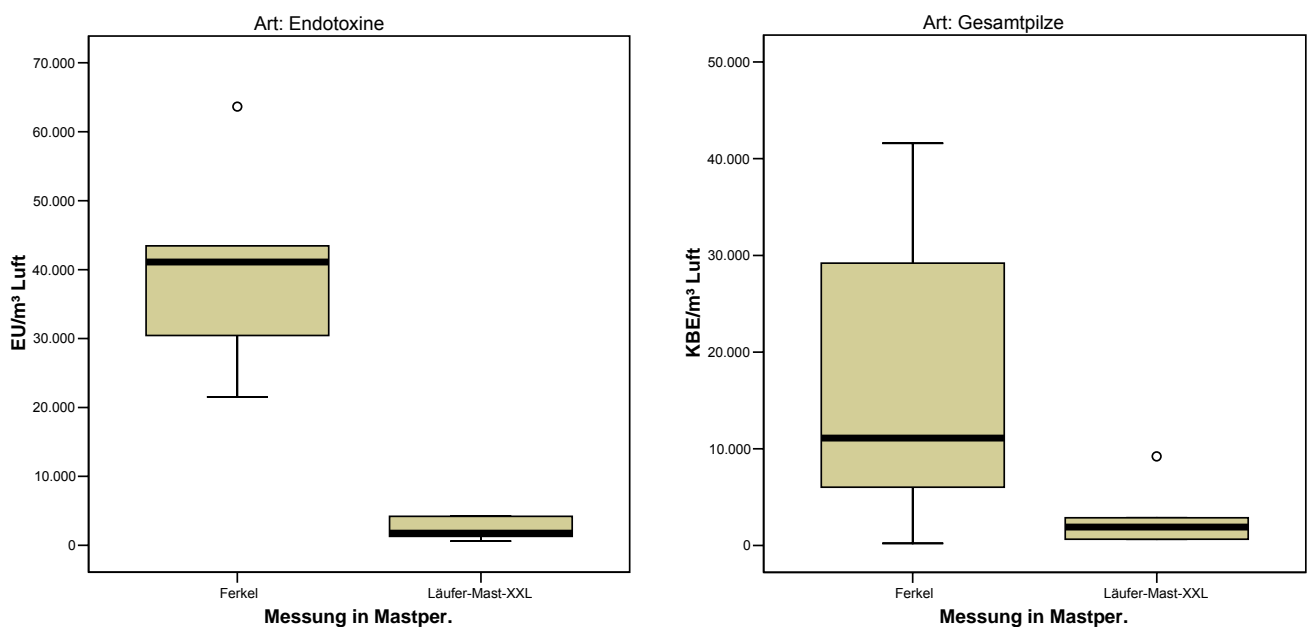


Abb. 29: Luftkonzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten im konventionellen Haltungssystem

Die ermittelten Konzentrationen der arbeitsmedizinischen Staubfraktionen sind im Anhang dargestellt (Abb. 75, S. xiii). Die einatembare Staubfraktion stieg im Verlauf der Mast an, die alveolengängige Fraktion war bei den Ferkeln und Läufern ähnlich und lag bei den Mastschweinen deutlich höher.

4.2.1.2 Haltungssystem B: Stall nach EU-Öko-VO mit zugehörigem Ferkelerzeuger

In Haltungssystem B wurden die Läufer von einem Ferkelerzeuger gekauft, bei dem die Tiere in einem eingestreuten Warmstall gehalten wurden (Betrieb 6 in Tabelle 2). Im Gegensatz dazu erfolgte die Mast bis hin zum XXL-Schwein in dem Stall, der bereits im Projekt 02OE615 als EU-Öko-VO untersucht worden war. Mit Ausnahme der thermophilen Actinomyceten lag hier die Konzentration luftgetragener biologischer Parameter im Ferkelstall deutlich über den Werten, die im Mastschweinestall gemessen wurden (Abb. 30).



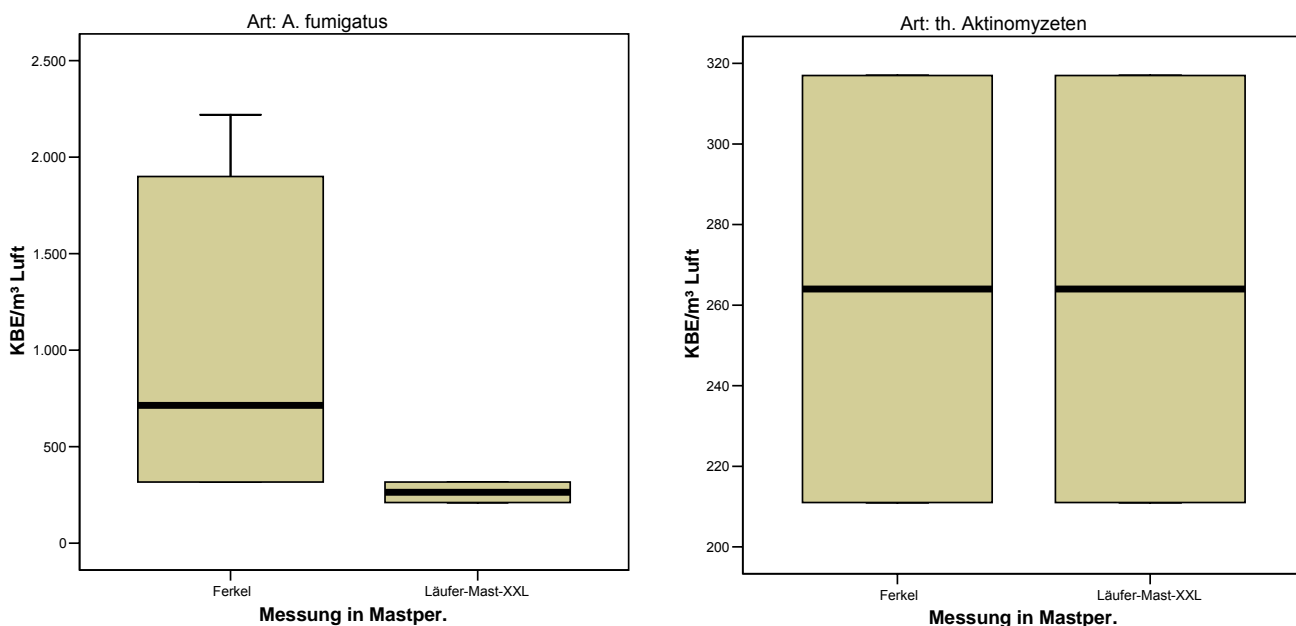


Abb. 30: Luftkonzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten in Haltungssystem B

Ein deutlicher Effekt der Jahreszeit bzw. Außentemperatur auf die Höhe der Konzentration von Endotoxinen und Schimmelpilzen in der Stallluft ließ sich nicht feststellen (Abb. 31).

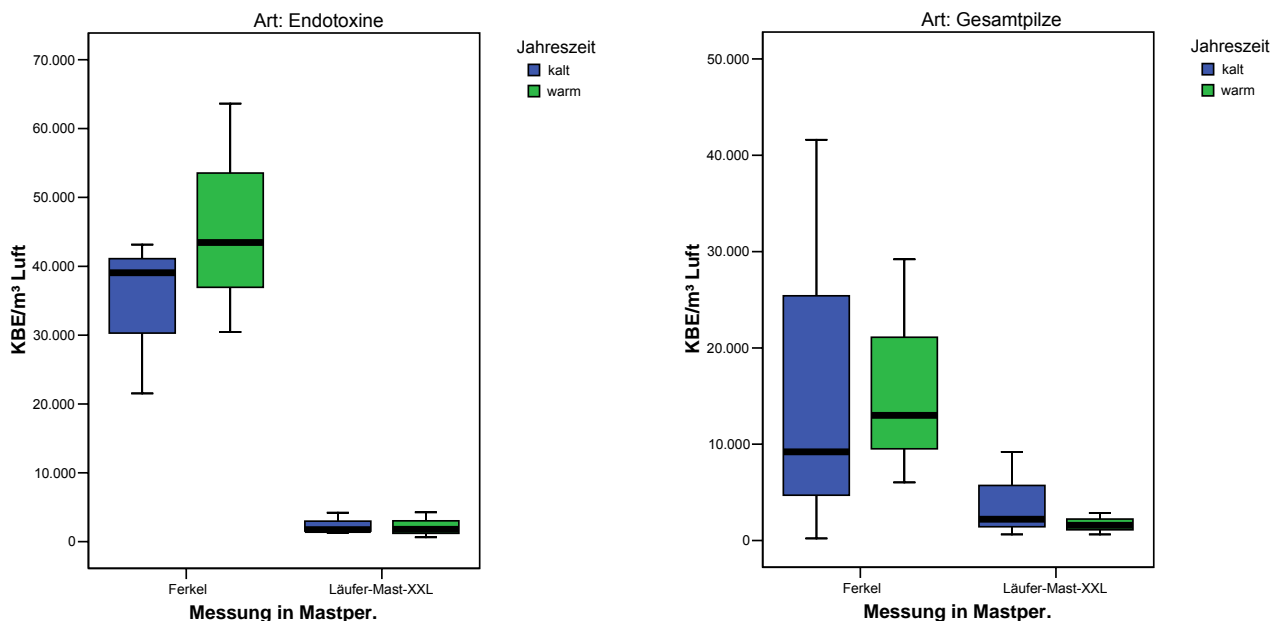


Abb. 31: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentration in der Stallluft in Abhängigkeit von der Jahreszeit, Haltungssystem B

Im Hinblick auf die arbeitsmedizinischen Staubfraktionen lagen die Werte im Bereich der Ferkelhaltung v.a. bei den Staubfraktionen mit kleinerem aerodynamischen Durchmesser höher als in dem Stall, in dem die Läufer, Mastschweine und XXL-Schweine gehalten wurden (vgl. Anhang, Abb. 76, S. xiv).

4.2.1.3 Haltungssystem C: Tiefstreustall mit Auslauf

Im Haltungssystem erfolgte die Ferkelaufzucht imselben Stallgebäude wie die Mast-schweinehaltung. Erst die XXL-Schweine wurden in einem anderen Stallgebäude gehalten. Die Endotoxinkonzentration in der Stallluft nahm über den Mastverlauf kontinuierlich ab, wohingegen die Konzentration an Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten zunahme (Abb. 32).

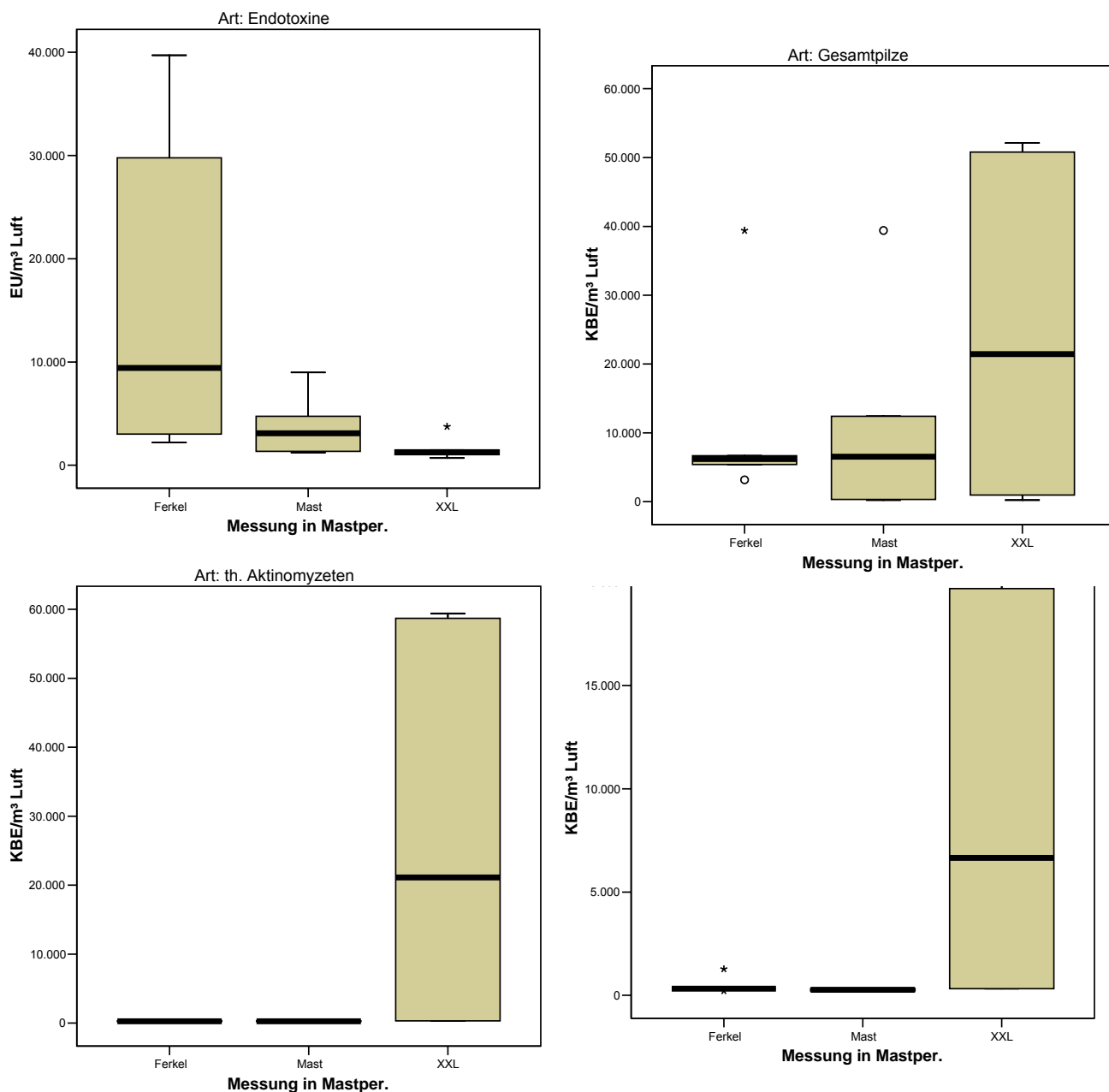


Abb. 32: Luftkonzentration von Endotoxinen, Schimmelpilzen, *A. fumigatus* und thermophilen Actinomyceten im Haltungssystem C

Die ermittelten Endotoxin-Konzentrationen waren in der warmen Jahreszeit deutlich niedriger als bei niedrigen Außentemperaturen; bei den Gesamtschimmelpilzen stellte sich der Verlauf entgegengesetzt dar (Abb. 33).

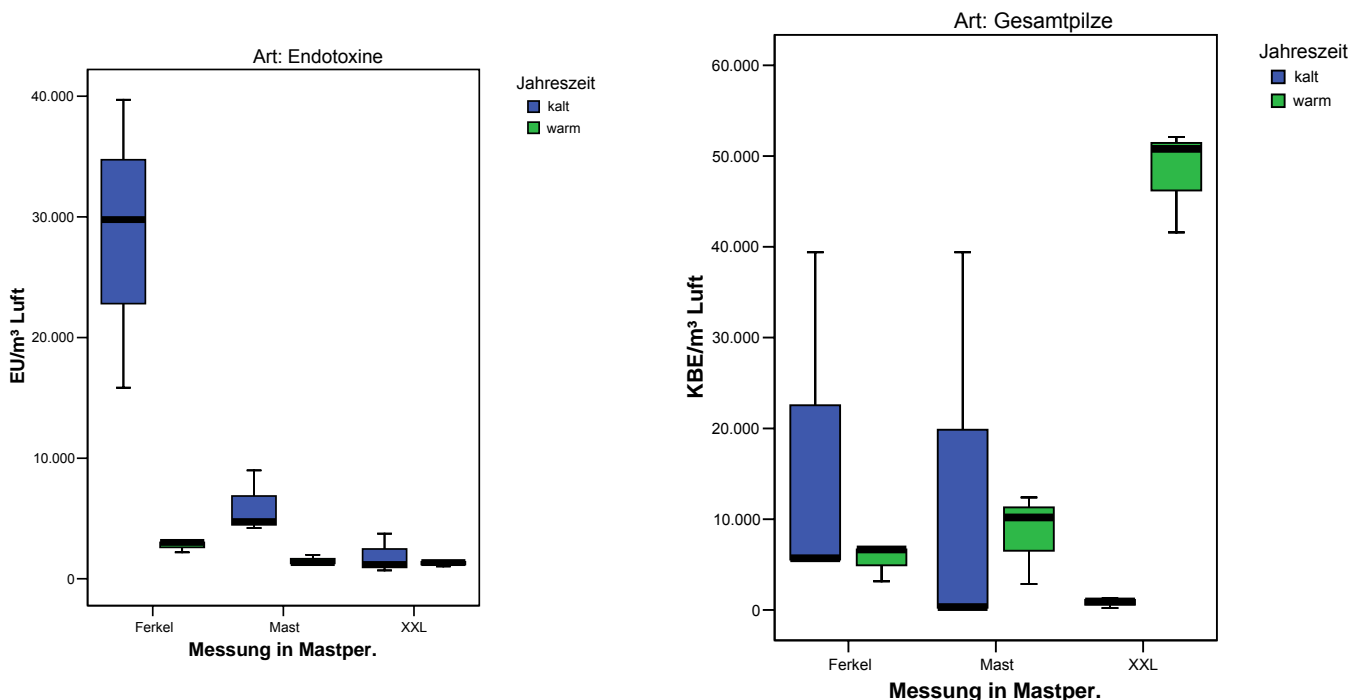


Abb. 33: Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen in der Stallluft in Abhängigkeit von der Jahreszeit, Haltungssystem C

Ähnlich wie die Endotoxinkonzentrationen sanken tendenziell auch die Konzentrationen der arbeitsmedizinischen Staubfraktionen mit zunehmendem Lebensalter der Tiere (vgl. Anhang, Abb. 77, S. xv).

4.2.1.4 Vergleich der Luftqualität in den drei Haltungssystemen

Im Vergleich über die drei Stallsysteme wurde deutlich, dass sich die Stallluftqualität im Bereich der Ferkelhaltung – beschrieben über die Endotoxinkonzentration - in den drei Haltungssystemen deutlich unterschied: sowohl im konventionellen Stall als auch im Haltungssystem C lagen die Endotoxinkonzentrationen in der Stallluft deutlich niedriger als im Warmstall von Haltungssystem B (Abb. 34).

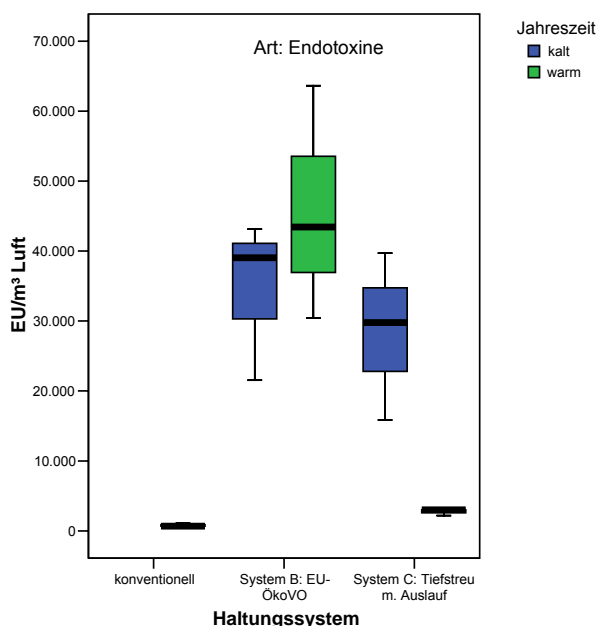


Abb. 34: Endotoxinkonzentration im Ferkelhaltungsbereich der drei verglichenen Haltungssysteme, explorative Messungen

Für die Mastschweine galt, dass die explorativ ermittelten Luftkonzentrationen an Endotoxinen im konventionellen Haltungssystem am höchsten waren. Am niedrigsten war die Endotoxin-Konzentration im Stall nach EU-Öko-VO (Abb. 35).

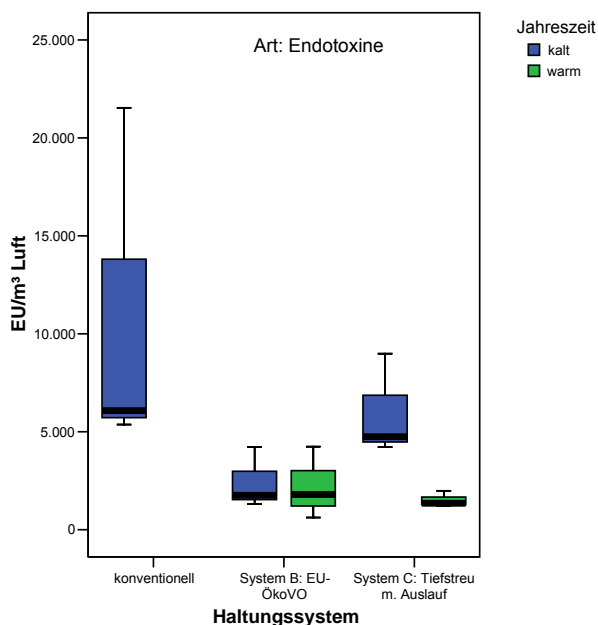


Abb. 35: Endotoxinkonzentration im Mastschweinehaltungsbereich der drei verglichenen Haltungssysteme, explorative Messungen

Im Hinblick auf die Staubkonzentrationen fanden sich im für die Ferkel (vgl. Anhang, Abb. 78, S. xvi) und Läufer (vgl. Anhang, Abb. 79, S. xviii) im Haltungssystem B die höchsten Werte für alle arbeitsmedizinischen Staubfraktionen. Bei den Mastschweinen war die Staubkonzentration in allen drei Haltungssystemen ungefähr gleich (vgl. Anhang, Abb. 80, S. xviii), bei den XXL-Schweinen war vor allem die Konzentration der einatembaren Staubfraktion in System B höher als in System C (vgl. Anhang, Abb. 81, S. xix).

4.2.2 Schlachtkörperuntersuchungen

Für die Untersuchung standen insgesamt n=88 Tiere verschiedener Altersstufen aus den drei Haltungssystemen zur Verfügung (Tabelle 28).

Tabelle 28: Anzahl der untersuchten Schlachtkörperuntersuchung in den verschiedenen Haltungssystemen in Abhängigkeit vom Tieralter

		Haltungssystem		
		System A: Konventioneller Stall	System B: EU-Öko-VO-Stall	System C: Tiefstreu mit Auslauf
Alter der Tiere	Ferkel	10	---	---
	Läufer	10	10	8
	Mast-schwein	10	10	10
	XXL-Schwein	---	10	10
	Gesamt	30	30	28

Besonderes Augenmerk galt dem Vergleich der beiden ökologischen Haltungssysteme, um mögliche Zusammenhänge zwischen Haltungsbedingungen bzw. Managementfaktoren und Tiergesundheit aufzuzeigen. Der Vergleich erfolgte auf Ebene

der Einzelbefunde und auf Ebene der Bestandsbefundung entsprechend der Kriterien von BLAHA & NEUBRAND (1994) bzw. PIQ (1995).

Die Organbefunde aller untersuchten Tiere (n=88, mehrere Befunde pro Tier möglich) der Haltungssysteme A (konventionell), B (EU-Öko-VO) und C (Tiefstreu mit Auslauf) über alle Altersstufen sind in Abb. 36 dargestellt. Im Vergleich der Organbefunde waren vor allem die Befunde an der Leber und der Lunge dominant. Insgesamt 13 Tiere (11,7%) zeigten Veränderungen der Leber, welche auf einen Befall mit Parasiten hin deuteten. Veränderungen an der Lunge zeigten 39 Schweine (35,1%); es handelte sich hierbei um geringgradige bis hochgradige Veränderungen an der Lunge, die auf Pneumonien hinweisen. Die Herzbeutel- und Brustfellentzündungen sind im Zusammenhang mit den Pneumonien zu sehen. Die ermittelten Darmentzündungen sowie Gelenk- und Hautveränderungen beschränkten sich auf Einzelbefunde und sind nicht zusätzlich in den Abbildungen aufgeführt.

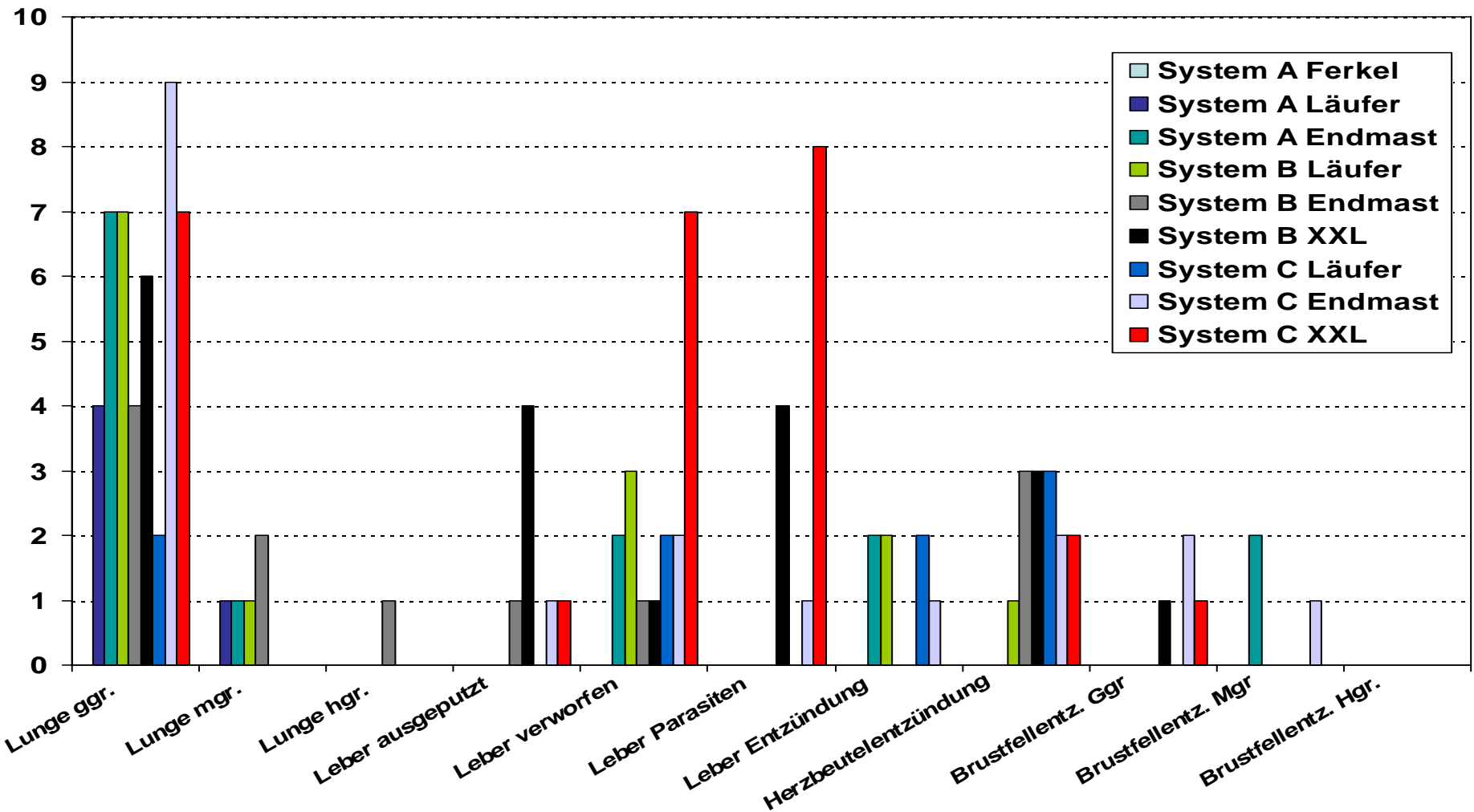


Abb. 36: Befunde aller in Strang 2 untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich

Eine Zusammenstellung der Befunde auf Ebene der einzelnen Betriebe in Abhängigkeit vom Alter der Tiere zeigte bei System B (Stall nach EU-Öko-VO), dass sich die Leberbefunde bei Endmast- und XXL-Tieren im Vergleich zu den Läufern häuften. Geringgradige Lungenbefunde kamen gehäuft bei den Läufern (7 von 10 Tieren), mittel- und hochgradige Befunde am häufigsten bei den Endmasttieren (3 von 10 Tieren) vor (Abb. 37).

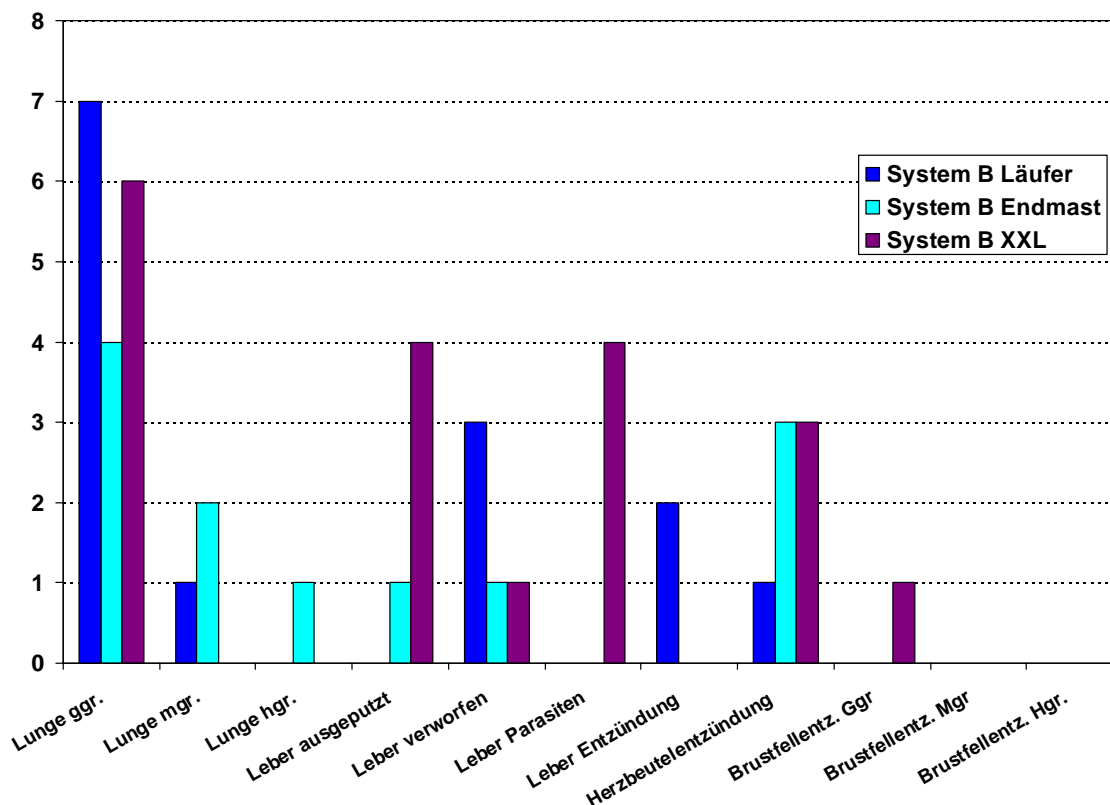


Abb. 37: Befunde der aus System B (Mastschweinestall nach EU-Öko-VO) untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich

In System C war das Verhältnis der Leberbefunde in Abhängigkeit vom Alter ähnlich wie im System B (Abb. 38). Geringgradige Lungenbefunde wurden v.a. bei Endmast- und XXL-Schweinen (9/10 bzw. 7/10 Tiere) festgestellt. Ein parasitärer Befall der Leber fand sich bei 8 der 10 XXL-Schweine, wobei dieser in 7 Fällen zum Verwerfen der Leber führte. Weitere Organbefunde wurden deutlich seltener auffällig.

In System A (konventionelles Haltungssystem) zeigten Läufer und Mastschweine v.a. geringgradige Lungenbefunde (4/10 bzw. 7/10 Tiere), in beiden Altersstufen wurde jeweils eine mittelgradige Lungenveränderung dokumentiert. Im Hinblick auf Leberveränderungen traten diese nur bei zwei Tieren (Endmast) auf (Abb. 39). Insgesamt lag die Zahl auffälliger Organbefunde im Bereich von Lunge und Leber in der vorliegenden Untersuchung bei den Schweinen aus dem konventionellen Haltungssystem etwas unter der Anzahl pathologischer Befunde bei den Tieren aus den beiden ökologischen Betrieben. Bei den Leberbefunden der konventionell gehaltenen Tiere handelte es sich zudem nicht um parasitären Befall, sondern um Hepatitiden. Die Unterschiede zwischen System A, B und C waren jedoch nicht signifikant (Tabelle 29). Für den Vergleich ist zu berücksichtigen, dass aus System A jüngere Tiere untersucht wurden als aus den Systemen B und C.

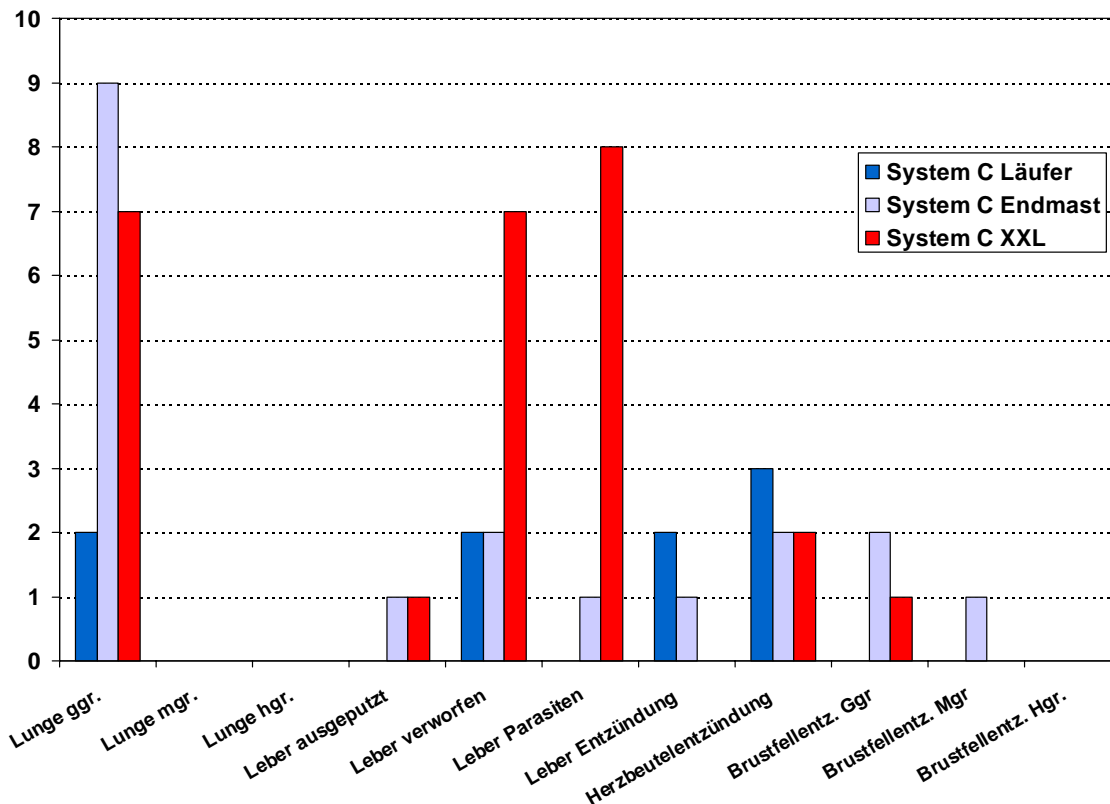


Abb. 38: Befunde der aus System C (Tiefstreu Stall mit Auslauf) untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich

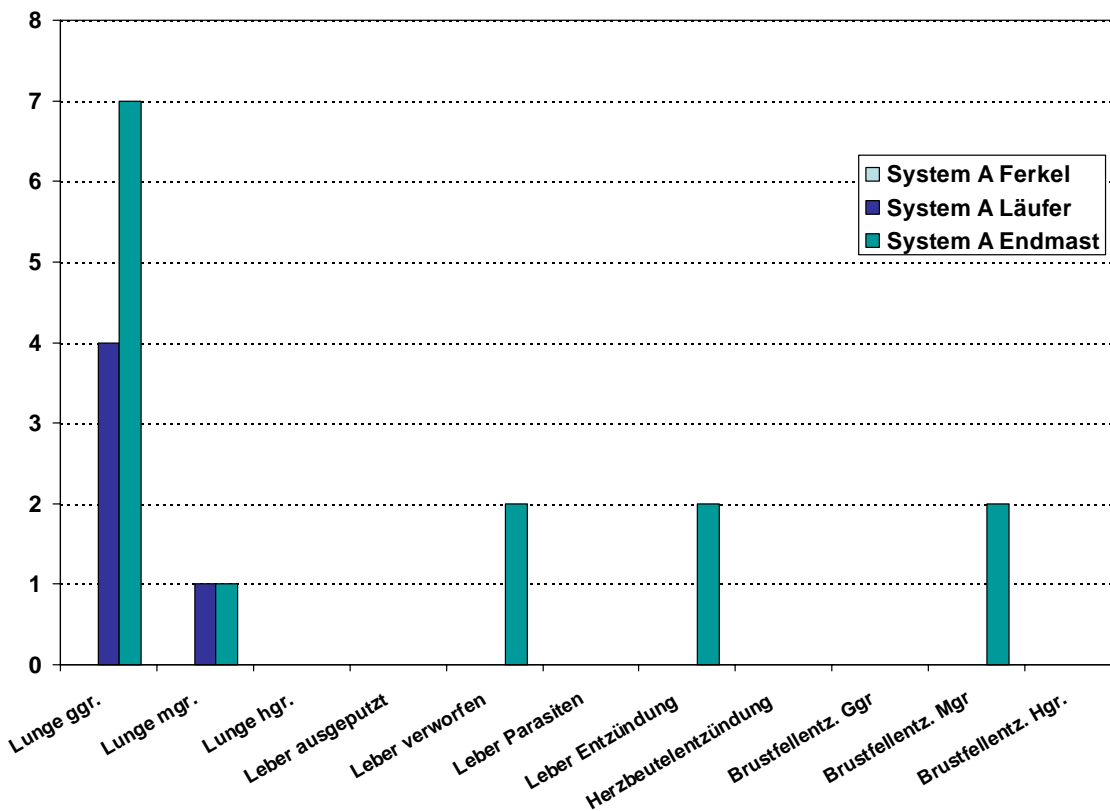


Abb. 39: Befunde der aus System A (konventionelle Haltung) untersuchten Tiere der verschiedenen Altersstufen, mehrere Befunde pro Tier möglich

Tabelle 29: Anzahl makroskopisch auffälliger Befunde im Bereich von Lunge, Leber, Brust – und Bauchfell bei Schweinen aus dem konventionellen Haltungssystem (System A), dem Stall nach EU-Öko-VO (System B) und dem Tiefstreu Stall mit Auslauf (System C)

Makroskopischer Befund		Haltungsart			p-Wert
		System A: Konventioneller Stall n=30	System B: EU-Öko-VO-Stall n=30	System C: Tiefstreu mit Auslauf n=28	
Lungen	unauffällig	17	9	10	p=0,088
	auffällig	13	21	18	
Leber	unauffällig	28	19	15	p<0,01
	auffällig	2	11	13	
Brustfellentzündung	unauffällig	28	30	24	p=0,098
	auffällig	2	0	4	
Bauchfellentzündung	unauffällig	30	28	28	p=0,138
	auffällig	0	2	0	

4.2.2.1 Vergleich der Organbefunde in den Schlachtkörpern aus den ökologischen Haltungssystemen

Im Vergleich der beiden ökologischen Schweinehaltungssysteme waren auffällige Lungenbefunde (System B: 70%, System C: 64,3%) und Leberbefunde (System B: 36,7%, System C: 46,4%) in beiden Systemen ungefähr gleich häufig. Allerdings war die Schwere der Befunde in beiden Systemen unterschiedlich: Bei den Lungenbefunden fanden sich mittel- und hochgradige Lungenbefunde nur bei Schweinen aus System B, wohingegen geringgradige Lungenbefunde gleich häufig auftraten (Tabelle 30).

Tabelle 30: Verteilung unterschiedlich schwerer Lungenbefunde bei Tieren in den beiden ökologischen Haltungssystemen

			Haltungsart		p-Wert
			EU-Öko-VO-Stall	Tiefstreu mit Auslauf	
geringgr. Lungenbefund	nein	Anzahl	13	10	p=0,553
		% von Haltungsart	43,3%	35,7%	
	ja	Anzahl	17	18	
		% von Haltungsart	56,7%	64,3%	
mittelgr. Lungenbefund	nein	Anzahl	27	28	P=0,086
		% von Haltungsart	90,0%	100,0%	
	ja	Anzahl	3	0	
		% von Haltungsart	10,0%	,0%	
hochgr. Lungenbefund	nein	Anzahl	29	28	p=0,330
		% von Haltungsart	96,7%	100,0%	
	ja	Anzahl	1	0	
		% von Haltungsart	3,3%	,0%	

Im Hinblick auf den parasitären Befall der Leber waren geringgradige Befunde der Leber ungefähr gleich häufig (16,7% in System B bzw. 7,1% in System C), wohingegen die Leber bei mehr als doppelt so vielen Tieren aus System C verworfen werden musste (39,3%) als bei Tieren aus System B (16,7%) (Tabelle 31).

Tabelle 31: Verteilung unterschiedlich starker Leberbefunde bei Tieren in den beiden ökologischen Haltungssystemen

			Haltungsart		p-Wert
			EU-Öko-VO-Stall	Tiefstreu mit Auslauf	
Milksplots geringgradig (Leber ausputzen)	nein	Anzahl	25	26	0,266
		% von Haltungsart	83,3%	92,9%	
	ja	Anzahl	5	2	
		% von Haltungsart	16,7%	7,1%	
Milksplots hochgradig (Leber verworfen)	nein	Anzahl	25	17	p=0,054
		% von Haltungsart	83,3%	60,7%	
	ja	Anzahl	5	11	
		% von Haltungsart	16,7%	39,3%	

Bei den sonstigen Organen fielen die Tiere aus System C durch Zeichen einer Pleuritis (4 von 28 Tieren; $p < 0,05$) und auffällige Darmbefunde (6 von 28 Tieren; $p < 0,01$) auf. Bei den Darmbefunden handelte es sich um Darmparasiten und/oder Darmentzündungen. Zwei Schweine aus System B zeigten Anzeichen einer Peritonitis (Unterschied zu System C nicht sig.). In beiden Systemen wiesen sieben Tiere eine Perikarditis auf.

Im Hinblick auf den Anteil auffälliger Befund in den verschiedenen Altersgruppen wurden viele auffällige Lungenbefunde in System B bereits bei Läufern dokumentiert (Tabelle 32).

Bei den Leberbefunden, der Zahl von Brustfell- und Bauchfellentzündungen fanden sich auf der Ebene der verschiedenen Altersstufen keine Unterschiede zwischen den Tieren aus beiden Systemen. Die geschilderten auffälligen Darmbefunde in System C betrafen überwiegend die XXL-Schweine.

Tabelle 32: Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde bei Tieren unterschiedlicher Altersstufen aus System B und System C

Alter der Tiere				Haltungsart		p-Wert
				EU-Öko-VO-Stall	Tiefstreu mit Auslauf	
Läufer	Makroskop. Lungenbefund	Unauffällig	Anzahl % von Hal- tungsart	2 20,0%	6 75,0%	p<0,01
		Auffällig	Anzahl % von Hal- tungsart	8 80,0%	2 25,0%	
Mastschwein	Makroskop. Lungenbefund	Unauffällig	Anzahl % von Hal- tungsart	3 30,0%	1 10,0%	p=0,582
		Auffällig	Anzahl % von Hal- tungsart	7 70,0%	9 90,0%	
XXL-Schwein	Makroskop. Lungenbefund	Unauffällig	Anzahl % von Hal- tungsart	4 40,0%	3 30,0%	p=1,0
		Auffällig	Anzahl % von Hal- tungsart	6 60,0%	7 70,0%	

4.2.2.2 Vergleich der Bestandsbewertung in den Haltungssystemen

Im Befundschlüssel von BLAHA & NEUBRAND (1994) wird vor allem der Komplex der Lungengesundheit anhand der Lungen-, Brustfell- und Herzbeutelveränderungen bewertet. Die Auswertung der Leberbefunde fließt nicht in den Schlüssel mit ein (Bewertungsschlüssel siehe Anhang A1). In Abhängigkeit vom Tieralter wurden die Bestände mit „sehr gut“ bis „mäßig“ bewertet (Tabelle 33).

Tabelle 33: Bestandsbewertung nach Blaha & Neubrand (1994) – Systeme A-C in Strang 2

Alter der Tiere		System A: Konventionelle Schweinemast	System B: Stall nach EU- Öko-VO	System C: Tiefstreu-stall mit Auslauf
	Bewertung des Bestandes			
Ferkel		sehr gut	----	----
Läufer		sehr gut	sehr gut	gut
Mastschweine		sehr gut	mäßig	gut
XXL-Schweine		---	gut	sehr gut

Der nach PIQ (1995) modifizierte Befundschlüssel von BLAHA & NEUBRAND (1994) berücksichtigt auch die Leberbefunde. Auch hier ergaben sich Bewertungen zwischen „sehr gut“ und „mäßig“ (Tabelle 34), wobei sich für die Läufer in System B, die Mastschweine in System A und die XXL-Schweine in System B und C eine im Vergleich zu Bewertung nach Blaha & Neubrand schlechtere Beurteilung ergab.

Tabelle 34: Bestandsbewertung nach PIQ (1995) – Systeme A-C in Strang 2

Alter der Tiere		System A: Konventionelle Schweinemast	System B: Stall nach EU- Öko-VO	System C: Tiefstreustall mit Auslauf
	Bewertung des Bestandes			
Ferkel		sehr gut	----	----
Läufer		sehr gut	mäßig	gut
Mastschweine		Gut	mäßig	gut
XXL-Schweine		---	mäßig	mäßig

4.2.2.3 Parasitologische Untersuchung der Kotproben

Die Sammelkotproben wurden auf Kokzidien (*Eimeria spp.* und *Isospora spp.*), Spulwurm(eier) (*Ascaris suum*), Magen-Darm-Strongyliden (MDK-Strongyliden), Peitschenwurm (*Trichuris trichuria*) und Zwergfadenwurm (*Strongyloides ransomi*) untersucht. Ein Nachweis gelang nur für Kokzidien und *A. suum* (Tabelle 35).

Tabelle 35: Ergebnisse der parasitologischen Kotuntersuchung.

Zeichenerklärung: + vereinzelte Ausscheidung, ++ mäßige Ausscheidung, +++ starke Ausscheidung von Parasiteneiern bzw. Oozysten, 0 keine Ausscheidung

Parasitologische Untersu- chung auf...	Konventioneller Stall			Stall nach EU- Öko-VO			Tiefstreustall mit Auslauf		
	Ferkel	Läufer	Mastschweine	Läufer	Mastschweine	XXL-Schweine	Läufer	Mastschweine	XXL-Schwein
<i>Ascaris suum</i>	0	0	0	++	++	0	0	0	0
<i>Eimeria spp.</i>	0	+	+	+	0	0	++	0	++
<i>Isospora spp.</i>	++	0	0	0	0	0	0	0	0
MDK-Strongyliden	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Strongyloides ransomi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichuris trichuria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1. Spulwürmer

Für das **System B** ergab die Untersuchung der Kotproben bei Läufern und Endmastschweinen einen gering bis mittelgradigen Befall mit Spulwürmern (*A. suum*). Dieser Befund deckte sich mit den Leberbefunden (sog. Milk spots). Bei den XXL-Schweinen wurden im Kot keine Spulwurmeier nachgewiesen, obwohl in den Lebern sog. Milkspots gefunden wurden.

Bei den Schweinen aus **System A** und **System C** waren alle untersuchten Kotproben negativ im Hinblick auf den Nachweis von Spulwurmeiern. Abweichend von diesem Befund fanden sich jedoch in System C sog. Milkspots in den Lebern der Endmast- und XXL Tiere. Grundsätzlich kann folglich trotz eines negativen Ergebnis der Kotuntersuchung ein Befall mit Spulwürmern nicht ausgeschlossen werden.

2. Kokzidien

Die Tiere aller Betriebe waren geringgradig von Kokzidien befallen. *Eimeria spp* ist in der dokumentierten Befallsstärke nicht als pathologisch anzusehen, allerdings könnte *Isospora sp.* bei den Saugferkeln aus System A Anlass für Ferkeldurchfall sein.

4.2.3 Histologische Untersuchung von Proben aus dem Spitzenlappen

Für die histologische Untersuchung wurde ein Bereich aus dem Lungenspitzenlappen beprobt, der makroskopische Auffälligkeiten zeigte. Die Untersuchung diente in erster Linie dazu zu differenzieren, ob es sich bei den auffälligen Befunden um ein eher infektiöses oder eher irritativ-toxisches Geschehen handelt.

Die Befundung erfolgte durch Auswertung von 10 Feldern im mikroskopischen Bild, wobei zunächst der histopathologische Befund in der Mehrzahl der Felder (Beurteilung 1) und anschließend das Bild in den übrigen Feldern (Beurteilung 2) dokumentiert wurde. Aus den Angaben in Tabelle 36 wird deutlich, dass die verschiedenen histopathologischen Befundmuster den untersuchten Bereich in unterschiedlichem Ausmaß betrafen.

Tabelle 36: Anzahl der untersuchten Felder mit einheitlichem Befundmuster

		Konventioneller Stall			Stall nach EU-Öko-VO			Tiefstreustall mit Auslauf		
		Ferkel	Läufer	Mastschweine	Läufer	Mastschweine	XXL-Schweine	Läufer	Mastschweine	XXL-Schwein
Anzahl Histol. Proben		10	10	9	10	9		8	10	
Anzahl Felder										
Befundung 1	10	5	8	3	4	7	6	6	7	3
	9	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	8	0	1	1	0	0	0	0	1	4
	7	2	0	2	2	1	0	2	0	1
	6	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	5	2	0	1	2	0	0	0	2	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0
Befundung 2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	1	0	0	0	2	1	0	0	0
	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	2	0	1	2	0	0	0	2	1
	4		0	1	0	0	0	0	0	0
	3	2	0	2	3	0	1	2	0	1
	2	0	1	1	0	0	0	0	1	4
	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Die Ergebnisse der histologischen Untersuchung werden für die einzelnen Haltungssysteme auf zwei Arten dargestellt:

1. Art und Häufigkeit einzelner Zellen bzw. Strukturen und Vergleich zwischen den verschiedenen Altersstufen in einem Haltungssystem
2. Zusammenfassung der Einzelbefunde zu einer Beurteilung des Befundmusters als Befund (d.h. Entzündung, Infiltration etc.) und Vergleich zwischen den verschiedenen Altersstufen in einem Haltungssystem

Abbildungen zu den einzelnen Befundmustern finden sich auf S. 29 in Kapitel 4.1.3.1.

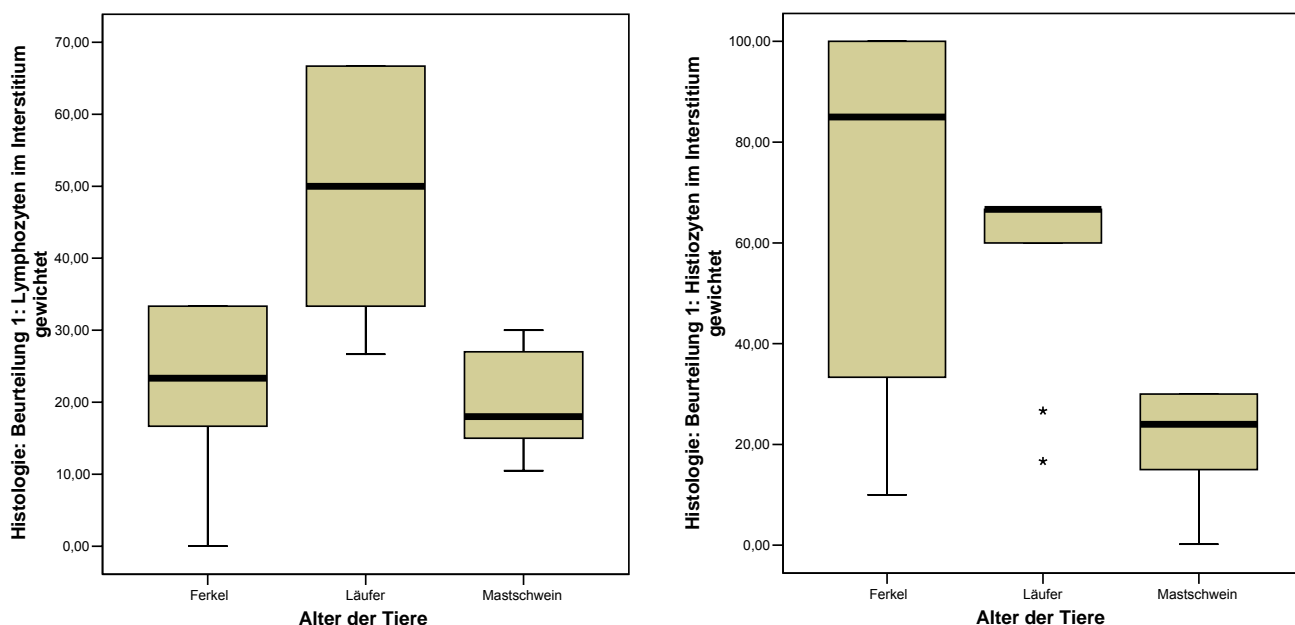
Für die Darstellung der Häufigkeit einzelner Zellen und Strukturen wurde durch Wichtung berücksichtigt wurde, wieviele der untersuchten Felder das entsprechende histopathologische Bild zeigten. Zugleich wurden die Stärke / Häufigkeit des Auftretens einzelner Zellen auf eine Skala 0-100 umgerechnet. War eine Zellart in allen 10 Feldern sehr stark vertreten (in der Befundung +++), wurde ihr der Wert 100 zugewiesen. Die übrigen Werte ergaben sich als Abstufung.

Nachfolgend werden nur die in der ersten Beurteilung der Felder erhobenen Befunde verglichen, da diese in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das prägende Muster darstellten.

4.2.3.1 Haltungssystem A: Konventionelle Schweinehaltung

Vorkommen einzelner Zellen bzw. Strukturen

Im Hinblick auf interstitielle Veränderungen ergab sich ein heterogenes Bild: Histozyten waren bei den Ferkeln am häufigsten darstellbar, Lymphozyten, Granulozyten, Plasmazellen und Fibrozyten bei den Läufern (Abb. 40).



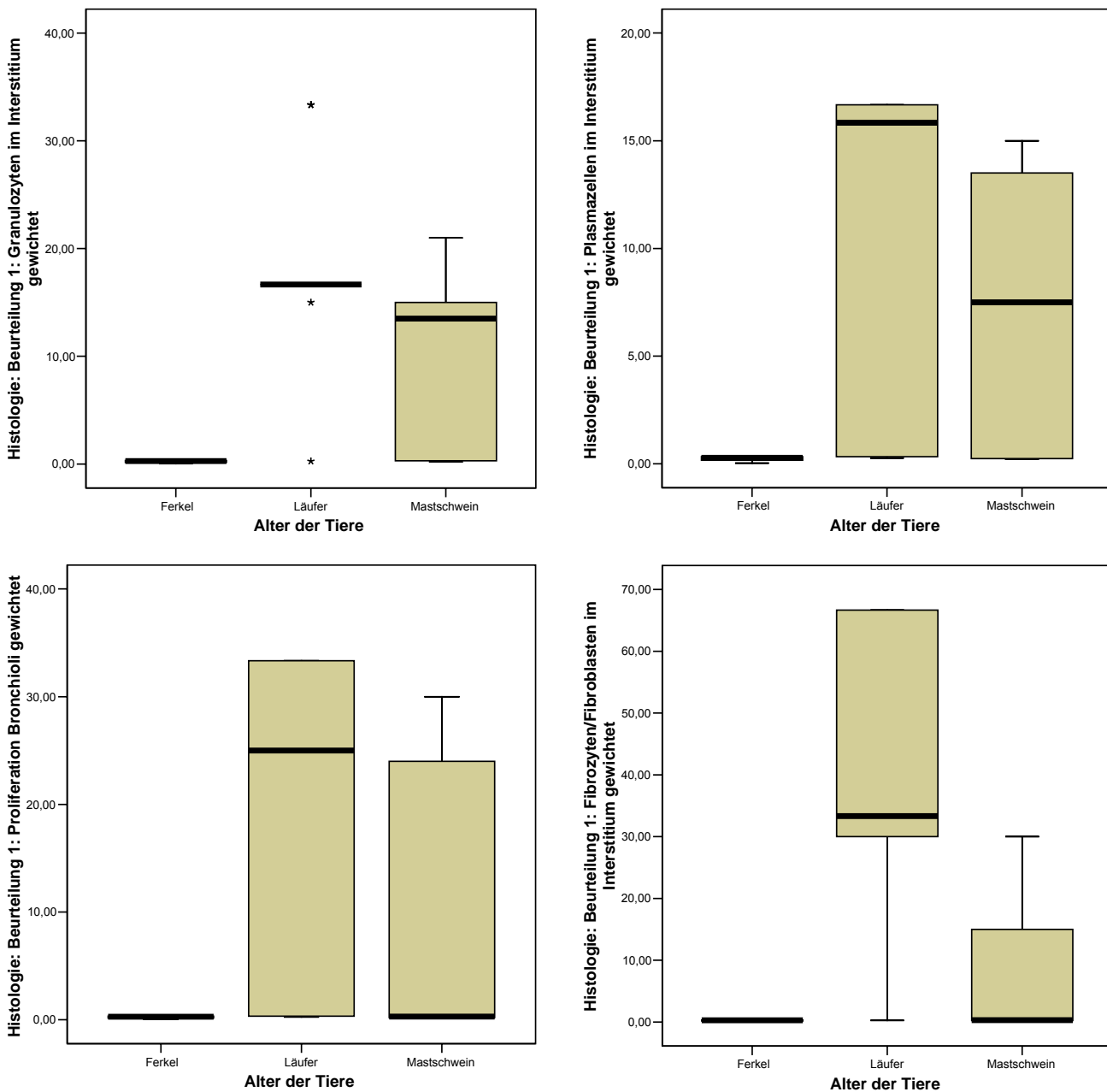


Abb. 40: Vermehrung von Zellen im Bereich des Interstitiums, Tiere aus dem konventionellen Haltungssystem
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

Veränderungen im Bereich der Alveolen betrafen vor allem Läufer und Mastschweine (Abb. 41).

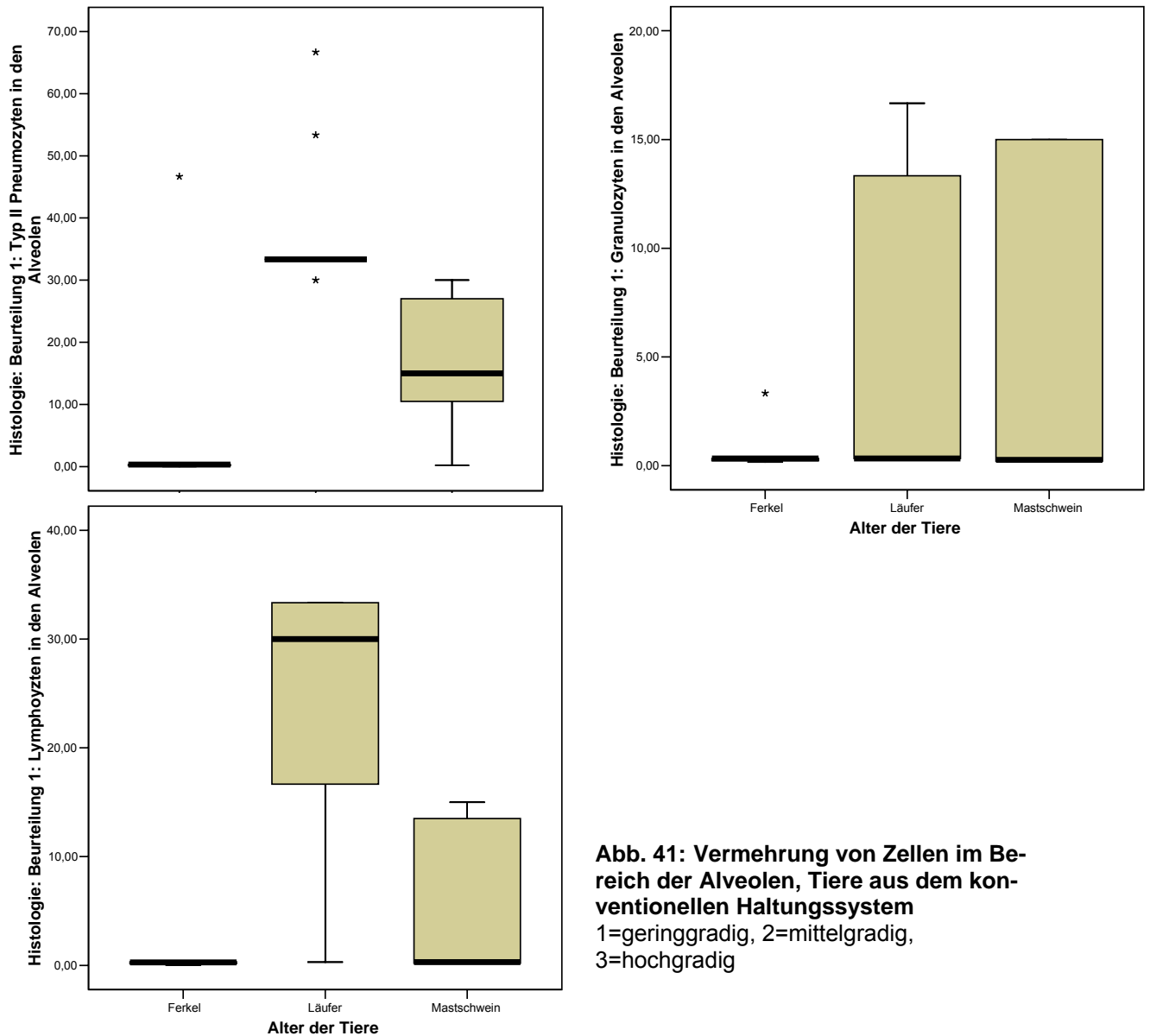


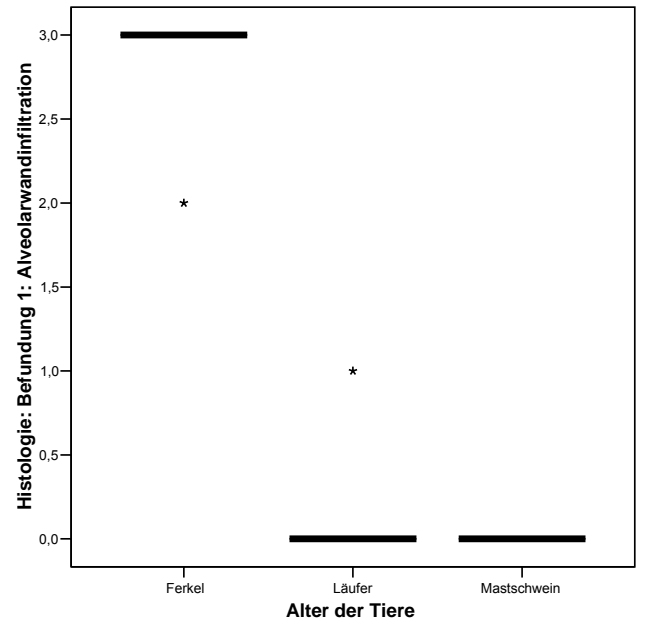
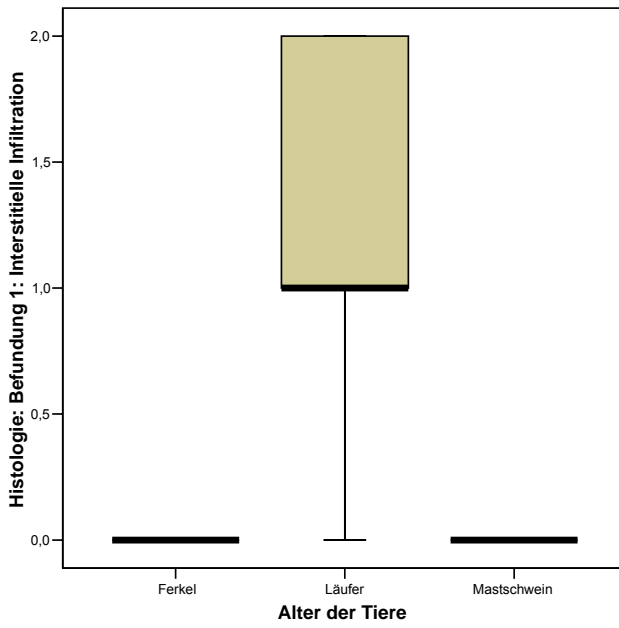
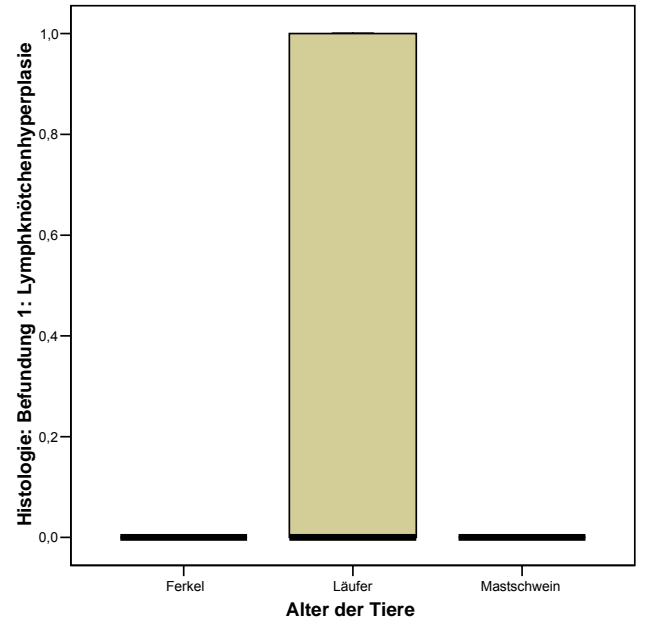
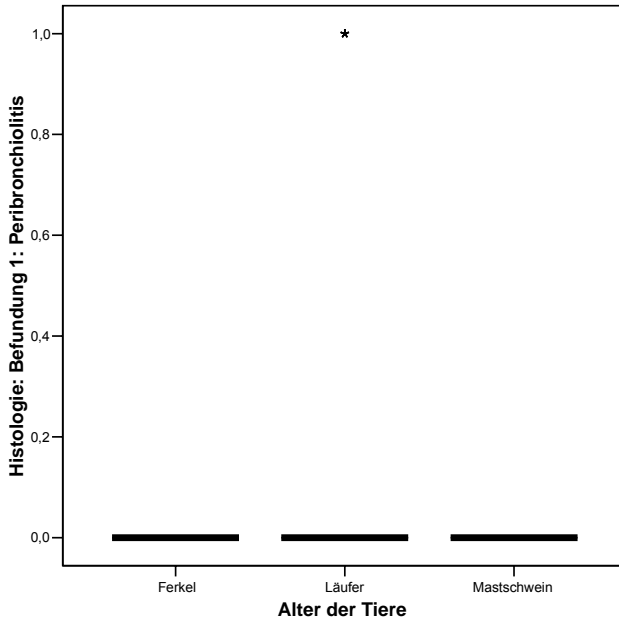
Abb. 41: Vermehrung von Zellen im Bereich der Alveolen, Tiere aus dem konventionellen Haltungssystem
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

Häufigkeit einzelner Befundmuster

Deutliche Unterschiede im Befundmuster zwischen den Tieren verschiedenen Alters fanden sich für

- Lymphknötchenhyperplasie
- Interstitielle Infiltration
- Alveolarwandinfiltration
- Synzytialzellen
- Interstitielles Ödem.

Dabei handelte es sich mehrheitlich um gering- bis mittelgradige Befunde bei nur wenigen Tieren (Abb. 42). Der Schwerpunkt der Befund lag im Bereich des Interstitiums – allein bei den Ferkeln fiel eine Alveolarwandinfiltration auf.



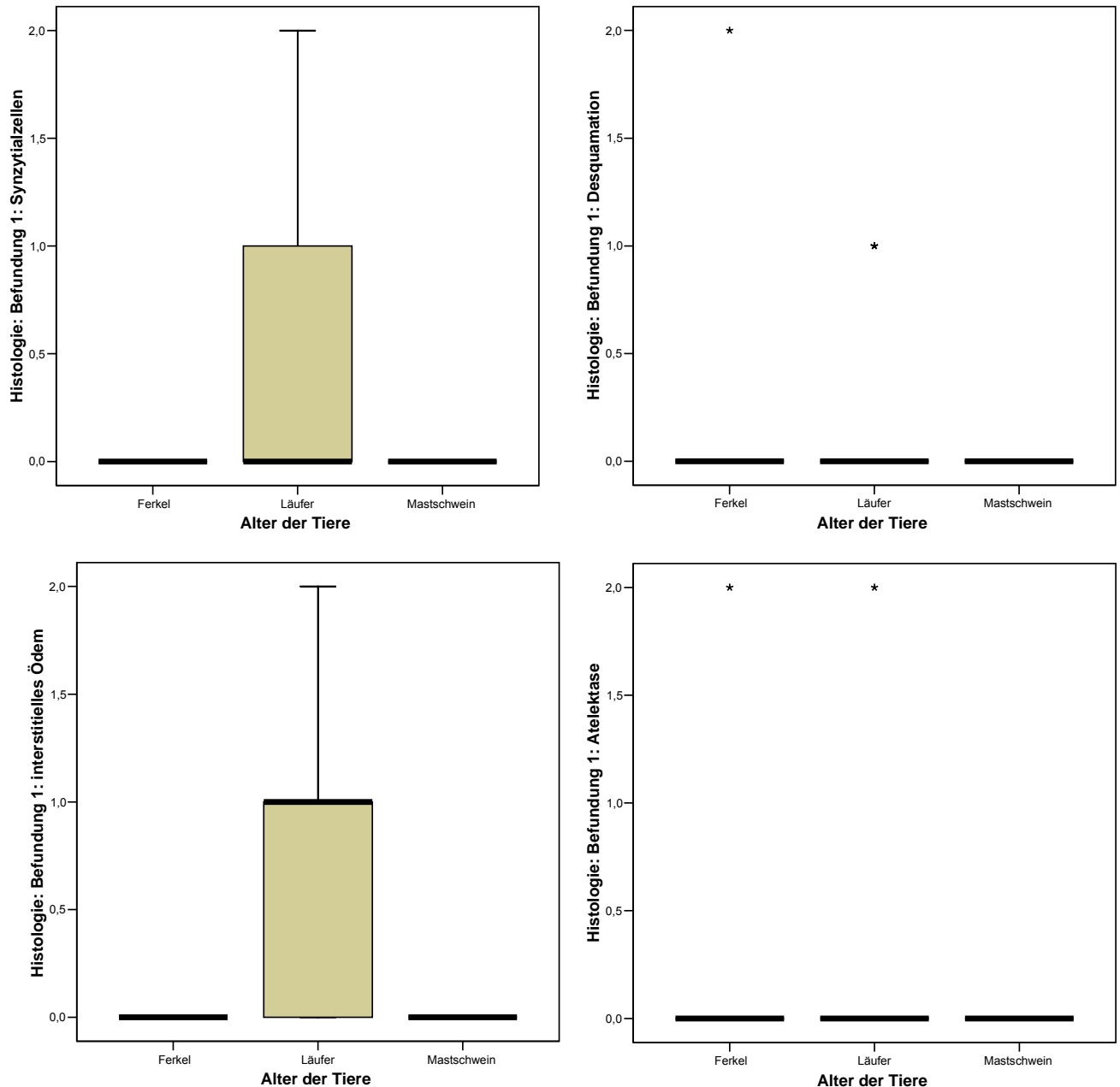
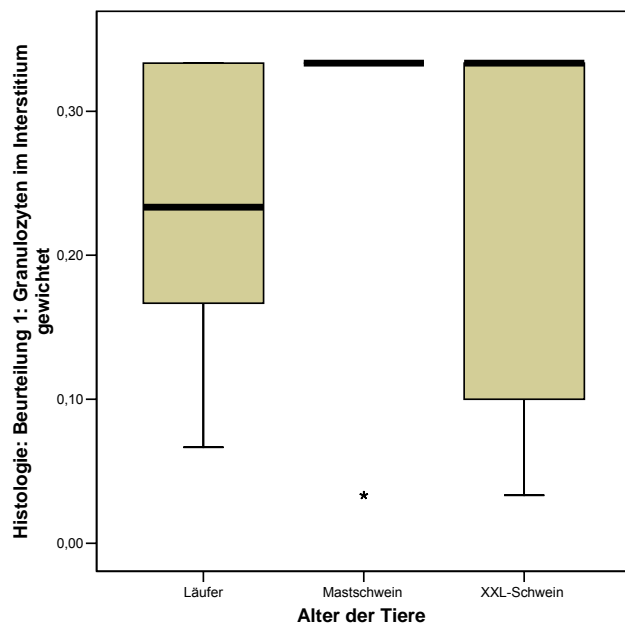
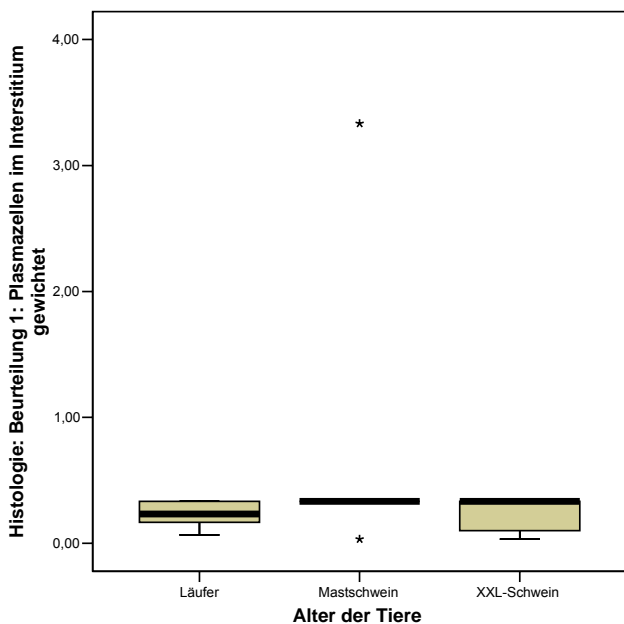
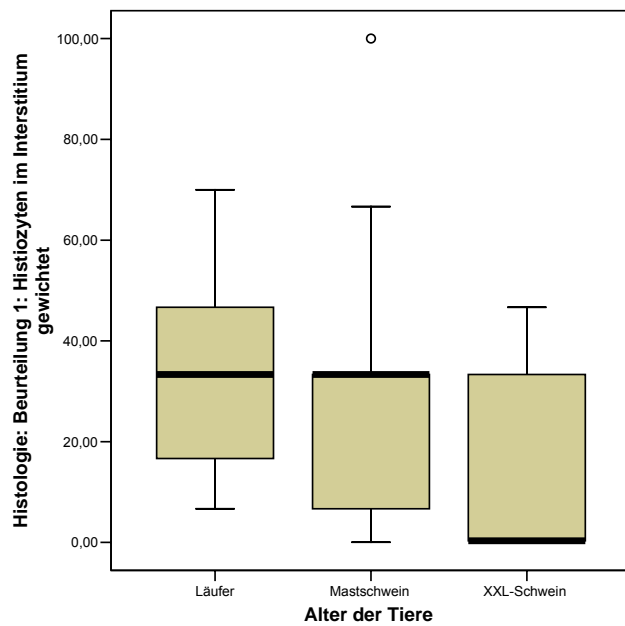
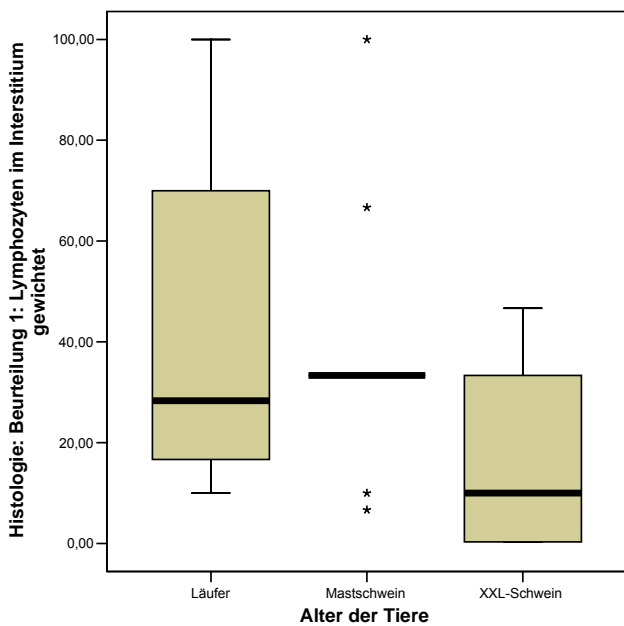


Abb. 42: Unterschiede in den Hauptbefunden (Befundung 1) bei Tieren der verschiedenen Altersstufen aus dem konventionellen Haltungssystem (System A)
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

4.2.3.2 Haltungssystem B: Stall nach EU-Öko-VO

Vorkommen einzelner Zellen bzw. Strukturen

Im Hinblick auf interstitiellen Veränderungen ergab sich ein heterogenes Bild: Lymphozyten, Histiocyten und eine leichte Proliferation der Bronchioli waren bei den Läufern am häufigsten darstellbar, Granulozyten und v.a. Fibrozyten bei den Mastschweinen (Abb. 43).



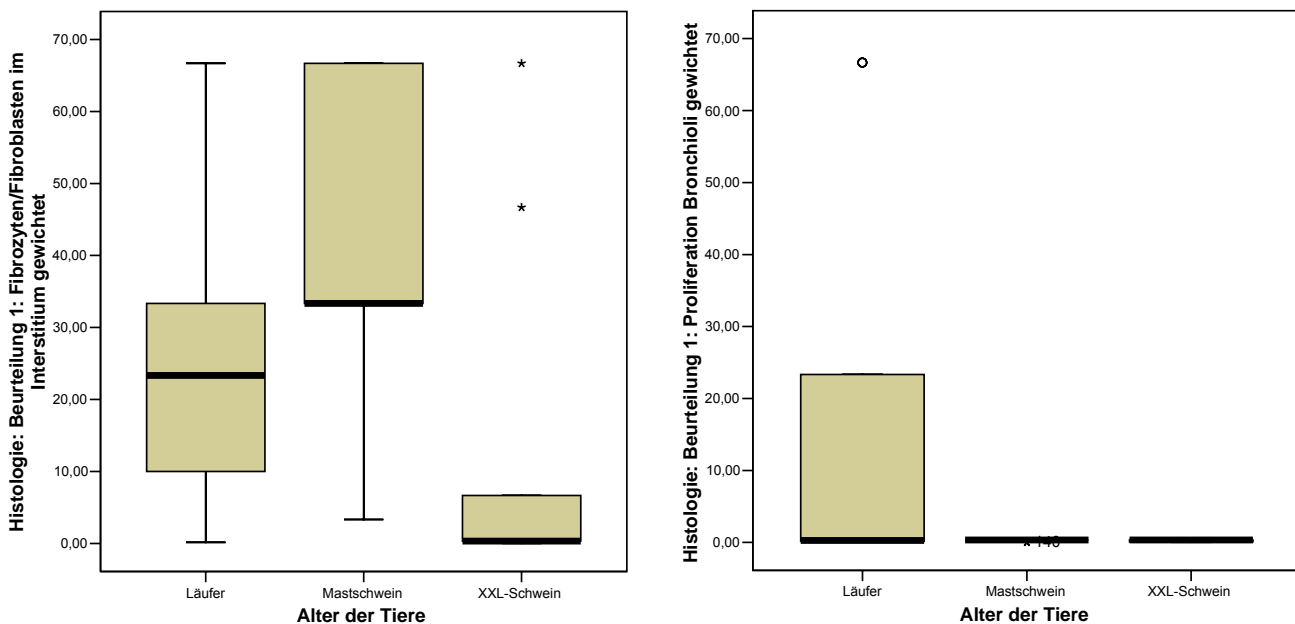
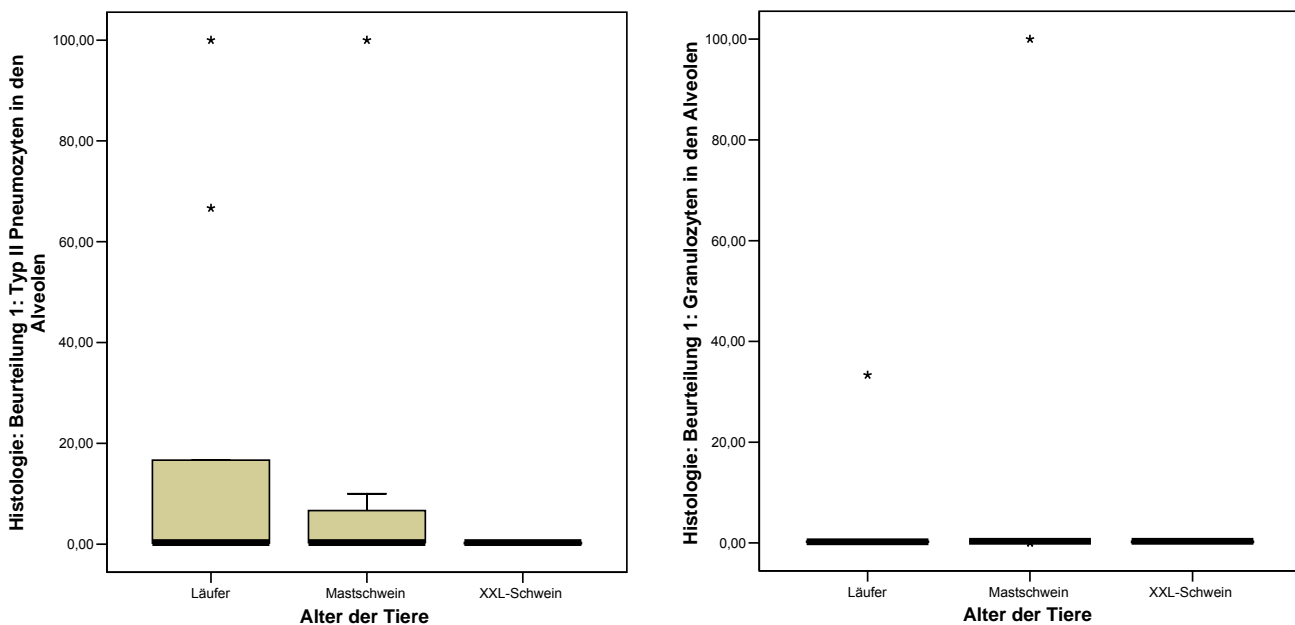


Abb. 43: Vermehrung von Zellen im Bereich des Interstitiums, Tiere aus Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO)
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

Im Bereich der Alveolen wurden Typ-II-Pneumozyten am häufigsten bei den Läufern beschrieben, Plasmazellen und Fibrinexsudation fanden sich in sehr geringem Ausmaß bei Mastschweinen und XXL-Schweinen (Abb. 44).



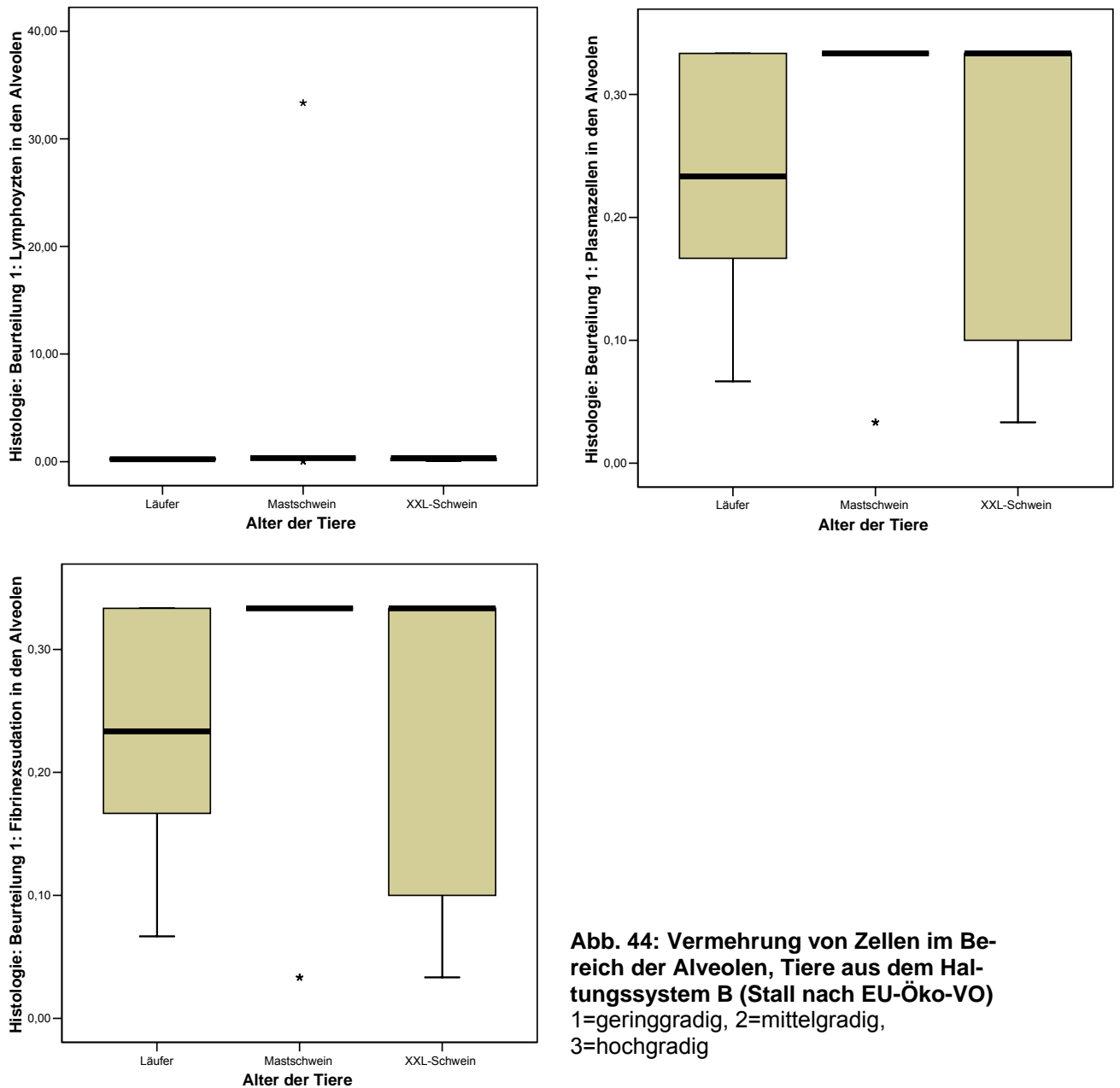


Abb. 44: Vermehrung von Zellen im Bereich der Alveolen, Tiere aus dem Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO)
 1=geringgradig, 2=mittelgradig,
 3=hochgradig

Häufigkeit einzelner Befundmuster

Deutliche Unterschiede im Befundmuster zwischen den Tieren verschiedenen Alters fanden sich für

- Peribronchiolitis
- Lymphknötchenhyperplasie
- Alveolarwandinfiltration.

Dabei handelte es sich mehrheitlich um gering- bis mittelgradige Befunde bei nur wenigen Tieren (Abb. 45). Der Schwerpunkt der Befunde lag im Bereich des Interstitiums – allein bei den Mastschweinen fiel eine Alveolarwandinfiltration auf.

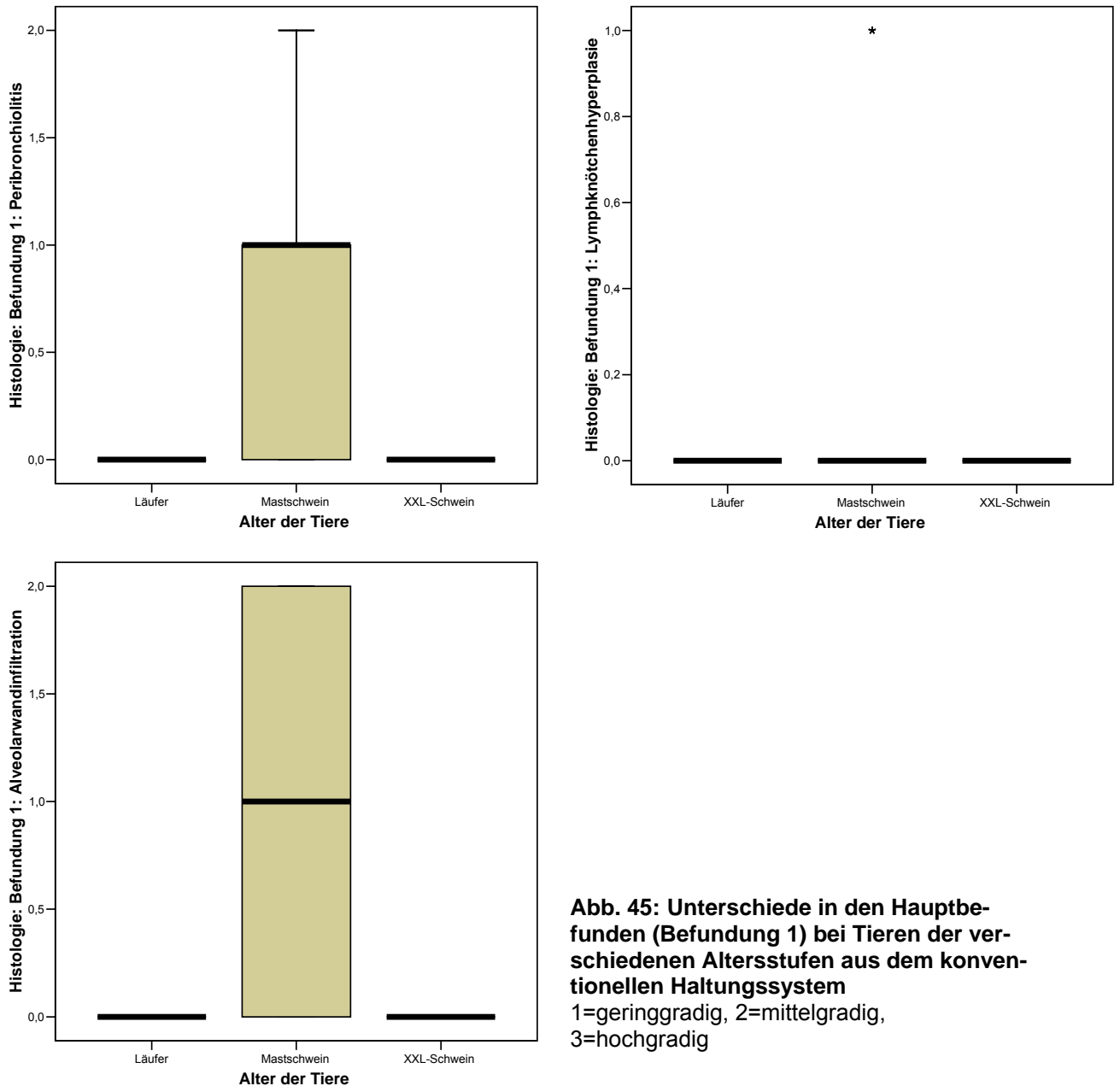
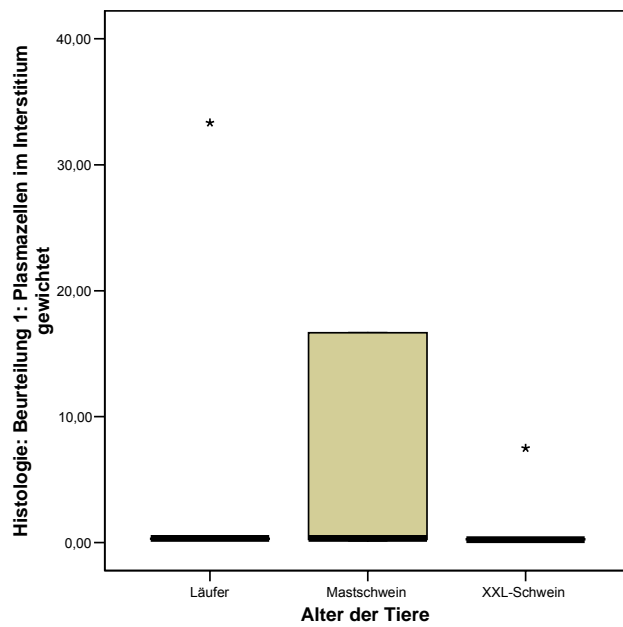
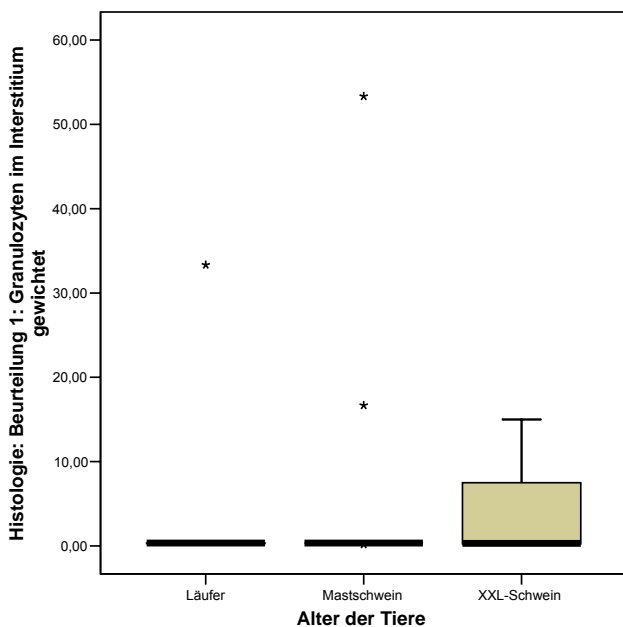
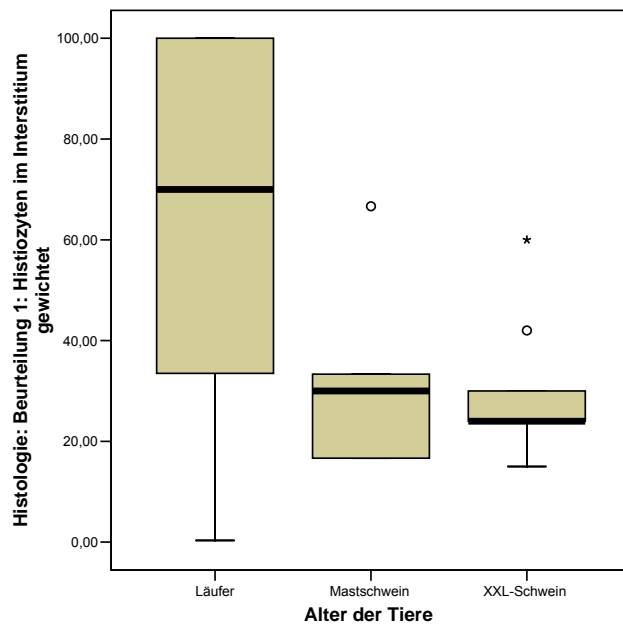
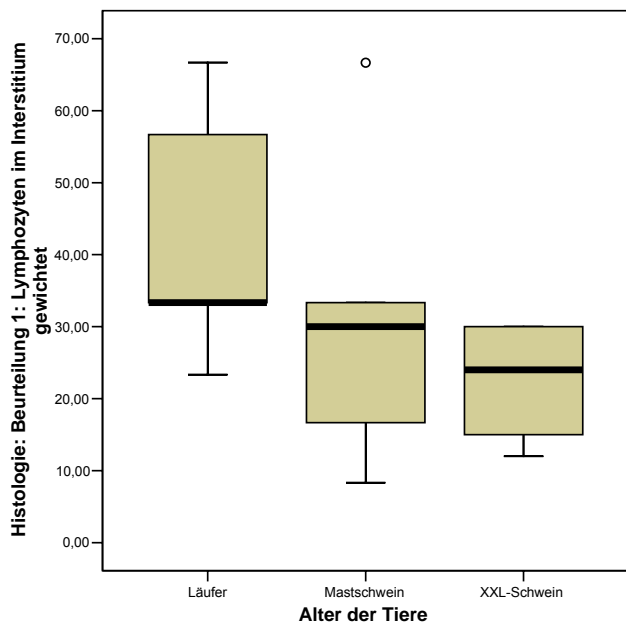


Abb. 45: Unterschiede in den Hauptbefunden (Befundung 1) bei Tieren der verschiedenen Altersstufen aus dem konventionellen Haltungssystem
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

4.2.3.3 Haltungssystem C: Tiefstreu Stall mit Auslauf

Vorkommen einzelner Zellen bzw. Strukturen

Veränderungen im Bereich des Interstitiums fanden sich bei allen untersuchten Altersstufen, wobei Lymphozyten und Histozyten besonders bei den Läufern auftraten, Plasmazellen und Fibrozyten besonders bei den Mastschweinen und Granulozyten sowie eine geringgradige Proliferation der Bronchioli bei den XXL-Schweinen (Abb. 46).



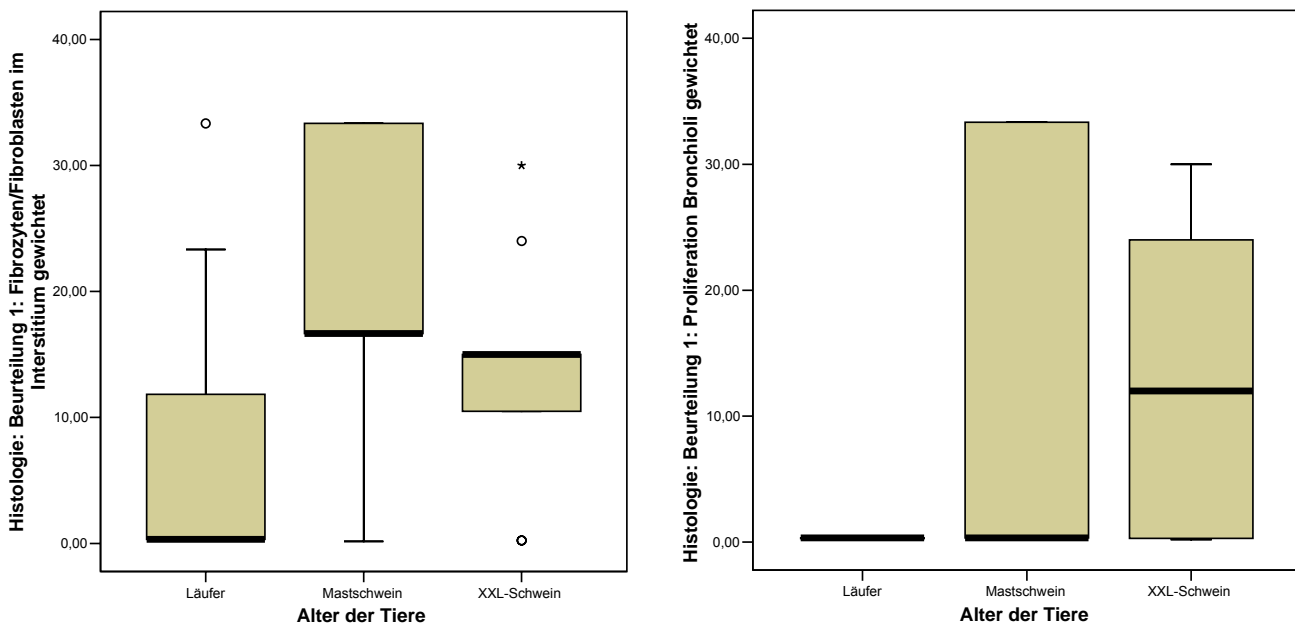
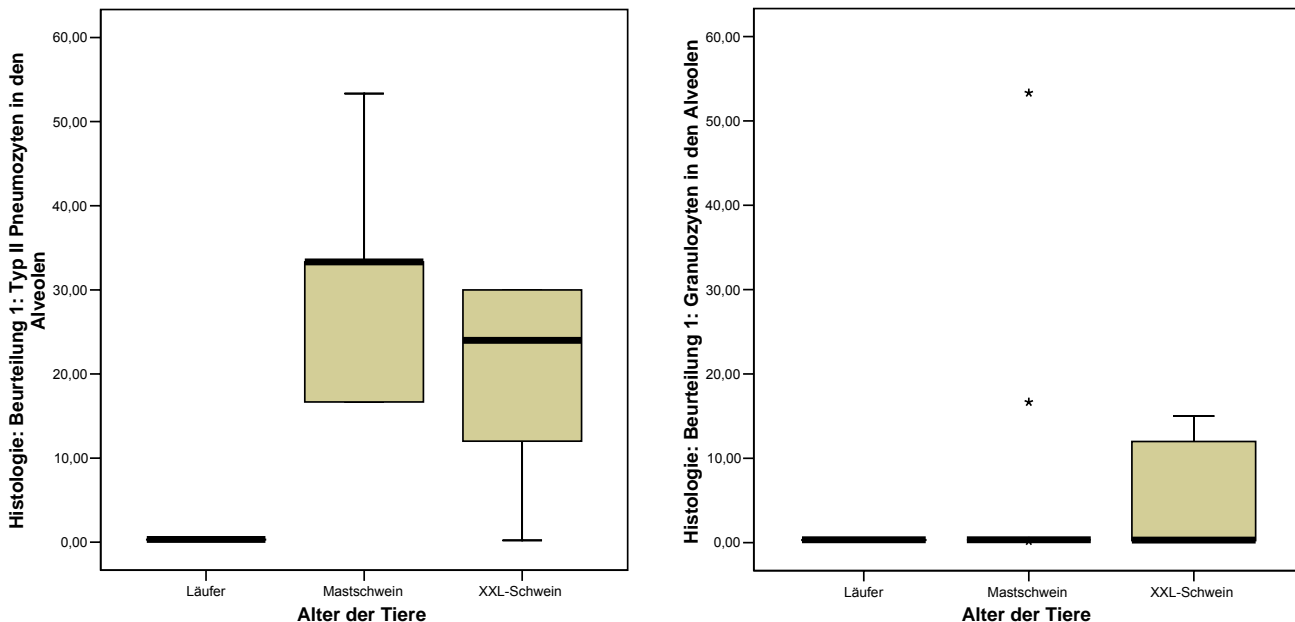


Abb. 46: Vermehrung von Zellen im Bereich des Interstitiums, Tiere aus Haltungssystem C (Tiefstreu Stall mit Auslauf)
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

Im Bereich der Alveolen wurde eine Vermehrung von Typ-II-Pneumozyten und Lymphozyten bei Mastschweinen und XXL-Schweinen festgestellt. Granulozyten wurden bei den XXL-Schweinen, Fibrinexsudation bei den Mastschweinen dokumentiert (Abb. 47).



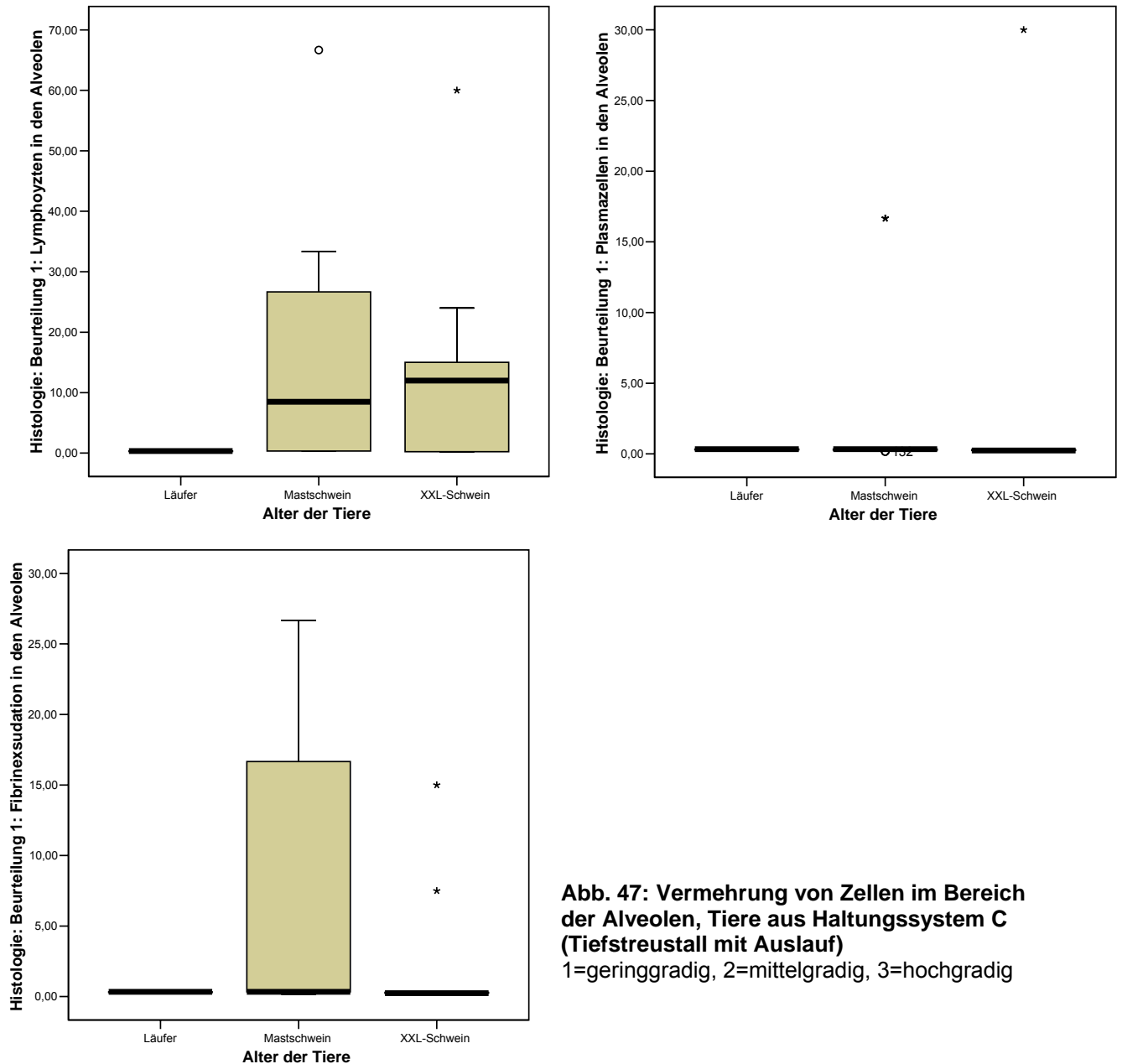


Abb. 47: Vermehrung von Zellen im Bereich der Alveolen, Tiere aus Haltungssystem C (Tiefstreu Stall mit Auslauf)
1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

Häufigkeit einzelner Befundmuster

Deutliche Unterschiede im Befundmuster zwischen den Tieren verschiedenen Alters fanden sich für

- Peribronchiolitis
- Alveolarwandinfiltration
- Atelektase,

wobei es sich mehrheitlich um mittel- bis hochgradige Befunde v.a. bei den Läufern handelte (Abb. 48).

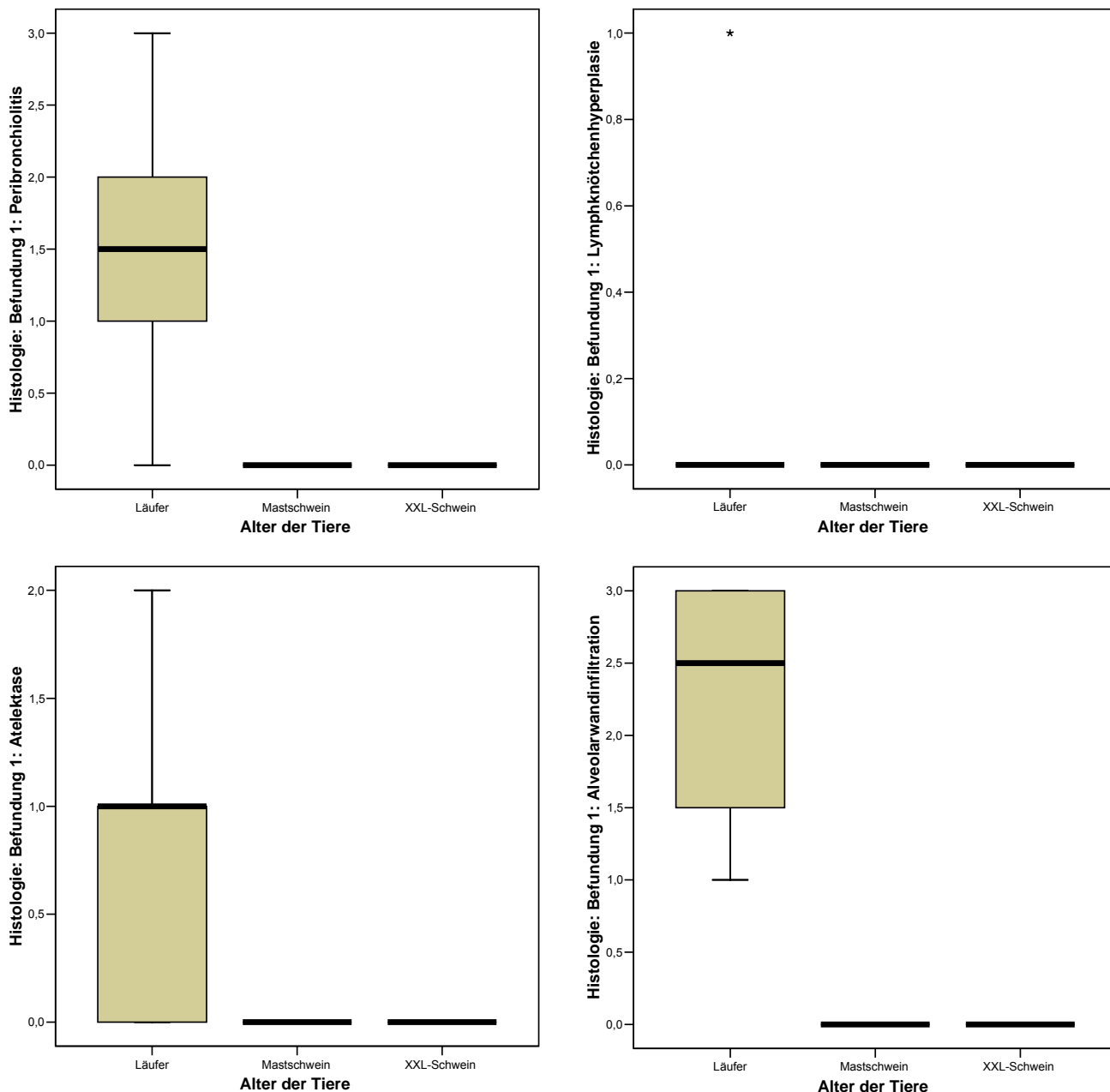


Abb. 48: Unterschiede in den Hauptbefunden (Befundung 1) bei Tieren der verschiedenen Altersstufen aus dem konventionellen Haltungssystem
1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

4.2.3.4 Abschließende Beurteilung der histologischen Befunde

Entsprechend der geschilderten Befunde ist davon auszugehen, dass die makroskopisch auffälligen Bereiche aus den Lungenspitzenlappen, die der histologischen Untersuchung zugeführt wurden, am ehesten auf ein infektiöses Geschehen zurückzuführen waren. In der Regel handelte es sich hierbei um virale Infektionen, die teilweise mit einer bakteriellen Superinfektion einhergingen. Hinweise auf ein vorwiegend nicht-infektiöses irritativ-toxisches Geschehen fanden sich nicht.

Im Vergleich der Befundmuster in den verschiedenen Haltungssystemen wurde deutlich, dass das infektiöse Geschehen in den unterschiedlichen Beständen mit verschiedenen histo-pathologischen Bildern einherging, die vermutlich auf unterschiedliche Krankheitserreger zurückzuführen waren.

4.2.4 Untersuchung der bronchoalveolären Lavage

Wie unter Material und Methoden (S.6) geschildert, erfolgte die bronchoalveoläre Lavage bei den Tieren der unterschiedlichen Altersstufen mit Volumina, die der Größe der Tiere angepasst waren. Auch der gespülte Bereich war – entsprechend der Körpergröße der Tiere – unterschiedlich: bei den Ferkeln und Läufern wurden beide Lungen gespült, bei den Mastschweinen und XXL-Schweinen nur der rechte Spitzenlappen. Die Volumina wurden angepasst an die Körpergröße der Tiere modifiziert.

4.2.4.1 Tiere aus dem konventionellen Haltungssystem (System A)

Im konventionellen Haltungssystem standen Proben von 10 Ferkeln, 10 Läufern und 9 Mastschweinen zur Verfügung. Die Recovery der BAL-Flüssigkeit war bei den Ferkeln am höchsten und bei den Mastschweinen am geringsten. Die Gesamtzellzahl war bei Ferkeln und Mastschweinen ungefähr gleich, bei den Läufern dagegen höher (Abb. 49)

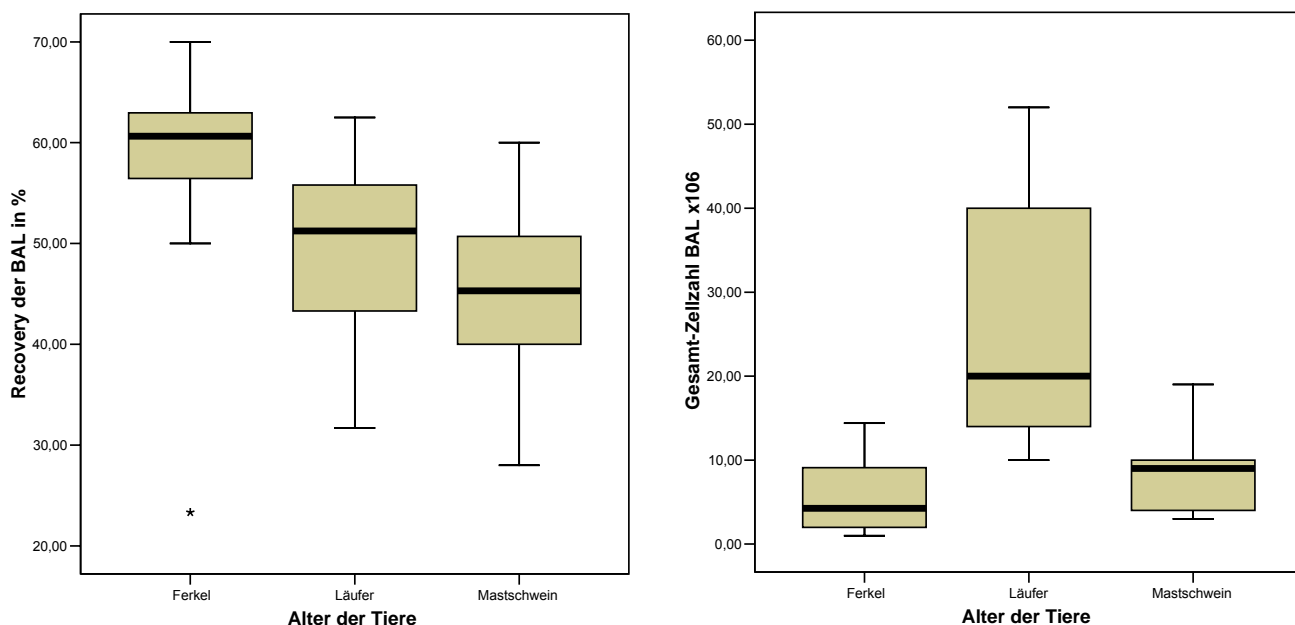


Abb. 49: Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie Gesamtzellzahl bei Tieren verschiedener Altersstufen, konventionelles Haltungssystem

Deutliche bzw. signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test) fanden sich für die Parameter:

- Makrophagen relativ ($p < 0,001$)
- Makrophagen absolut ($p < 0,01$)
- Lymphozyten relativ ($p < 0,01$)
- Lymphozyten absolut ($p < 0,001$)
- Neutrophile Granulozyten relativ ($p < 0,001$)
- Neutrophile Granulozyten absolut ($p < 0,001$)
- Eosinophile Granulozyten relativ ($p < 0,001$)
- Eosinophile Granulozyten absolut ($p < 0,001$)
- Epithelzellen relativ ($p < 0,001$)
- Epithelzellen absolut ($p < 0,001$)

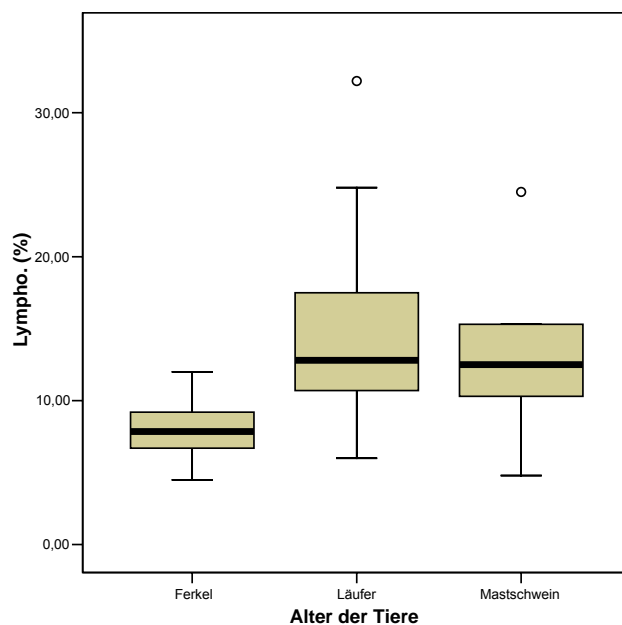
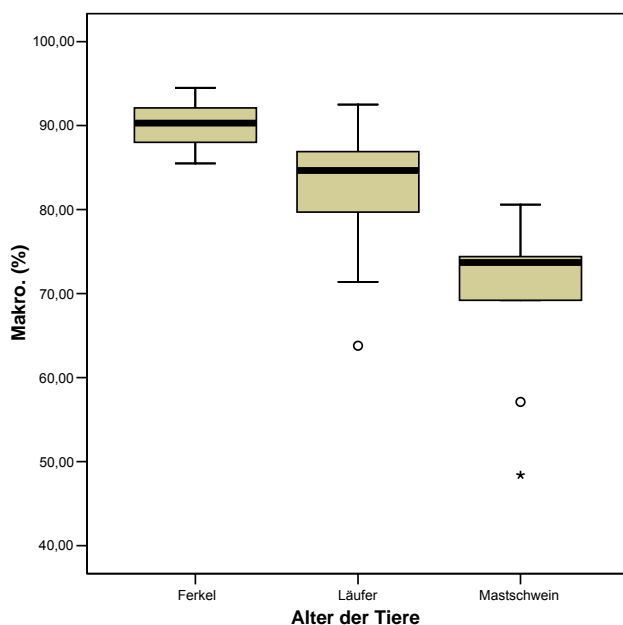
- Nitrat und Nitrit ($p=0,064$)

Die relativen Werte der einzelnen Parameter sind nachfolgend grafisch dargestellt (Abb. 50).

Insgesamt kommt es über den Verlauf der Aufzucht und Mast zu einer Reduktion des prozentualen Anteils der Makrophagen und zu einem Anstieg des prozentualen Anteils von Lymphozyten sowie neutrophilen und eosinophilen Granulozyten. Wie für die Endmastschweine in Strang 1 dargestellt verhielt sich die Nitrat/Nitrit-Konzentration auch bei den vorliegend untersuchten Tieren parallel zum prozentualen Anteil der Makrophagen: Bei den Ferkeln und Läufern konnte Nitrat/Nitrit am häufigsten nachgewiesen werden, bei den Mastschweinen dagegen in keinem Fall (Tabelle 37).

Tabelle 37: Häufigkeit des Nachweises von Nitrat/Nitrit bei Tieren unterschiedlichen Alters aus dem konventionellen Haltungssystem (System A)

	Alter der Tiere		
	Ferkel	Läufer	Mastschwein
kein Nachweis	5 50,0%	7 70,0%	9 90,0%
Nachweis erfolgt	5 50,0%	3 30,0%	0 ,0%



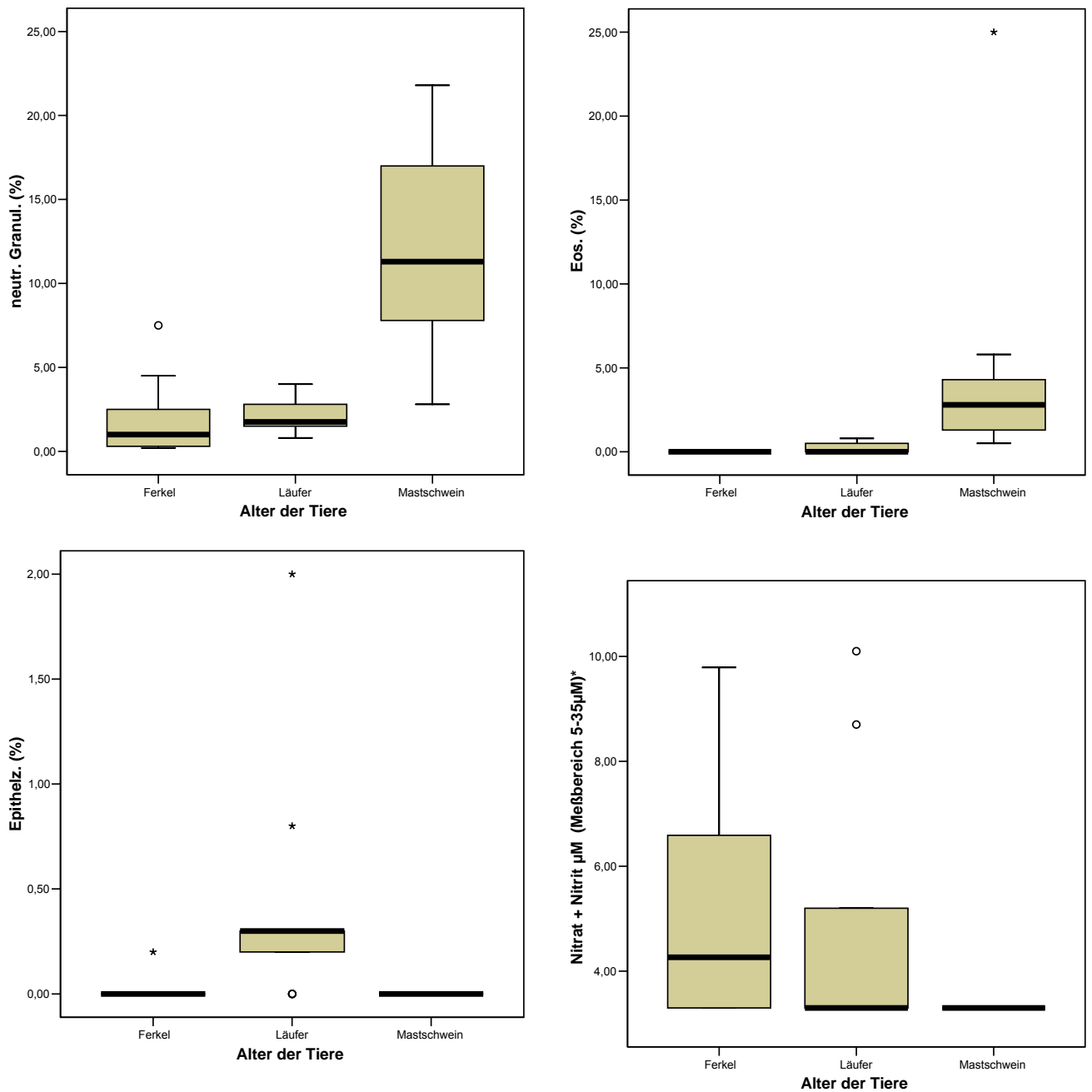


Abb. 50: BAL bei Tieren aus dem konventionellen Haltungssystem – in den einzelnen Altersstufen unterschiedliche Befunde

4.2.4.2 Tiere aus dem Bestand „EU-Öko-VO“ (System B)

In System B (Mastschweine und XXL-Schweine aus dem Stall nach EU-Öko-VO; Läufer des zugehörigen Ferkelerzeugers) standen jeweils 10 Tiere der verschiedenen Altersklassen zur Verfügung.

Die Recovery der BAL-Flüssigkeit war bei den Tieren verschiedenen Alters unterschiedlich, die Gesamtzellzahl dagegen war ungefähr gleich (Abb. 51).

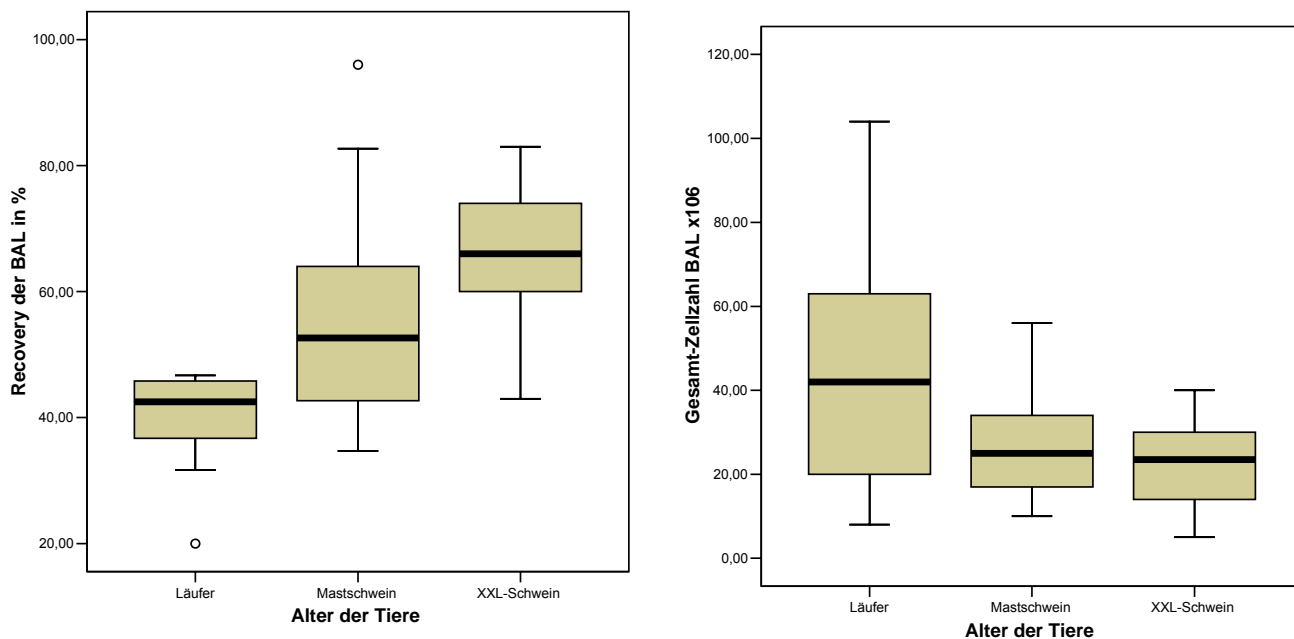


Abb. 51: Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie Gesamtzellzahl bei Tieren verschiedener Altersstufen, Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO)

Im Hinblick auf die übrigen Parameter fanden sich deutliche oder signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test) in Bezug auf:

- Lymphozyten relativ ($p < 0,05$)
- Lymphozyten absolut ($p < 0,05$)
- Eosinophile Granulozyten relativ ($p < 0,01$)
- Eosinophile Granulozyten absolut ($p = 0,094$)
- Epithelzellen relativ ($p < 0,05$)
- Epithelzellen absolut ($p < 0,05$)

Mittels Jonckhhere-Terpstra-Test wurde zusätzlich ein angedeuteter Unterschied in der Zahl der Makrophagen (absolut) deutlich ($p = 0,074$).

In der grafischen Darstellung sind die relativen Befunde für Makrophagen und Lymphozyten sowie für Nitrat/Nitrit zusammengefasst (Abb. 52). Abweichend von den Befunden in Strang 1 (Endmastschweine) bzw. den Befunden für die verschiedenen Altersstufen im konventionellen Haltungssystem verhielt sich die Nitrat/Nitrit-Konzentration im Haltungssystem B anders als die Makrophagenkonzentration, d.h. in der Tendenz gingen die höchsten Makrophagenkonzentrationen mit den niedrigsten Nitrat/Nitrit-Konzentrationen einher. Der Nachweis von Nitrat/Nitrit war bei den Läufern ungefähr doppelt so häufig möglich wie bei den Mastschweinen und XXL-Schweinen (Tabelle 38).

Tabelle 38: Häufigkeit des Nachweises von Nitrat/Nitrit bei Tieren unterschiedlichen Alters aus Haltungssystem B (Mastschweinestall nach EU-Öko-VO)

	Alter der Tiere		
	Läufer	Mastschwein	XXL-Schwein
kein Nachweis	4	8	7
	40,0%	80,0%	70,0%
Nachweis erfolgt	6	2	3
	60,0%	20,0%	30,0%

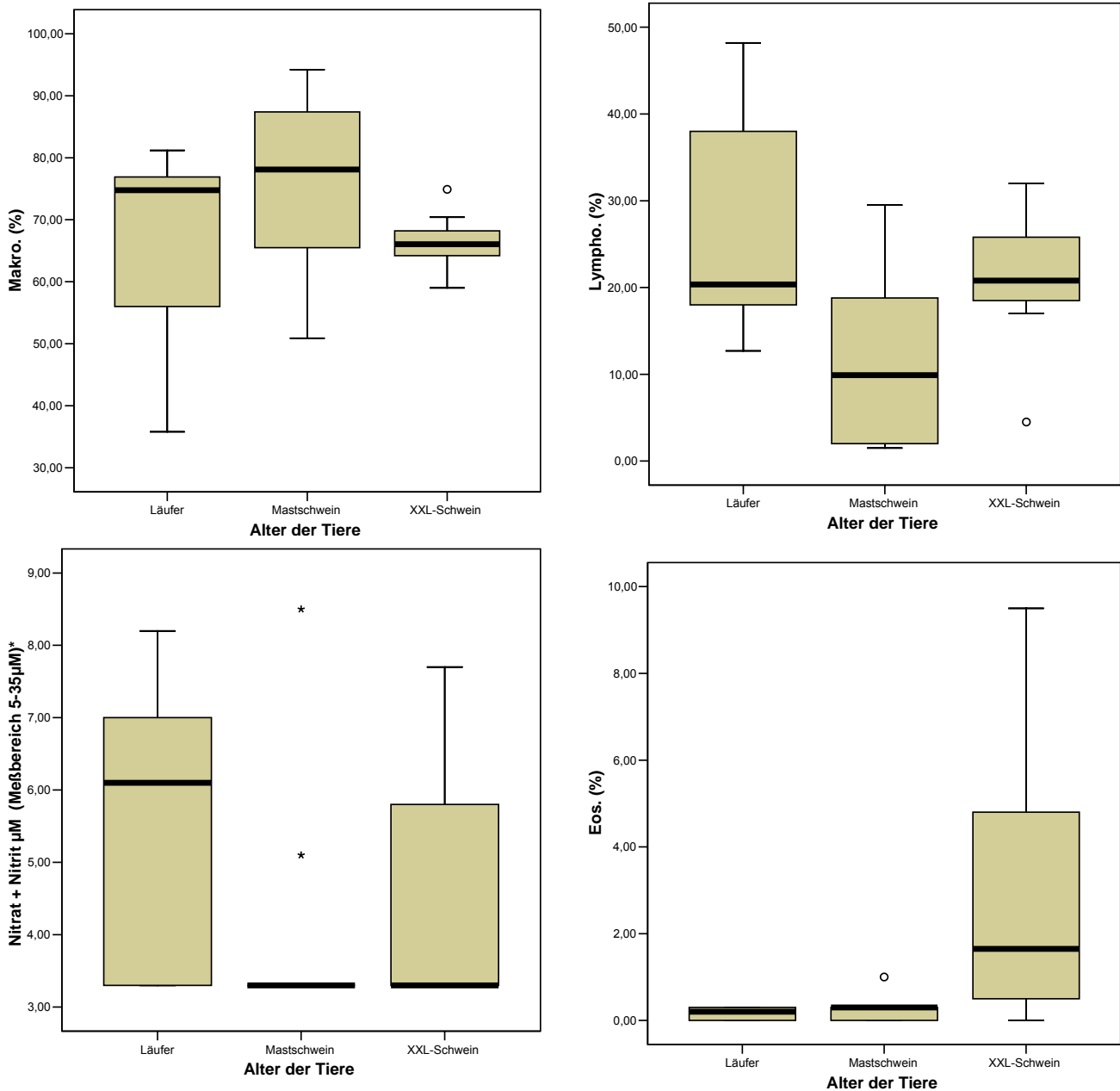


Abb. 52: BAL bei Tieren aus dem Haltungssystem B – Makrophagen, Lymphozyten und eosinophile Granulozyten sowie Nitrat/Nitrit-Konzentration

4.2.4.3 Tiere aus dem Bestand „Tiefstreu mit Auslauf“ (System C)

In System C (Läufer, Mastschweine und XXL-Schweine wurden im selben Betrieb erzeugt bzw. aufgezogen und gemästet) standen Proben von 8 Läufern, 9 Endmastschweinen und 10 XXL-Schweinen zur Verfügung.

Die Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie die Gesamtzellzahl war bei den Tieren verschiedenen Alters ungefähr gleich (Abb. 53).

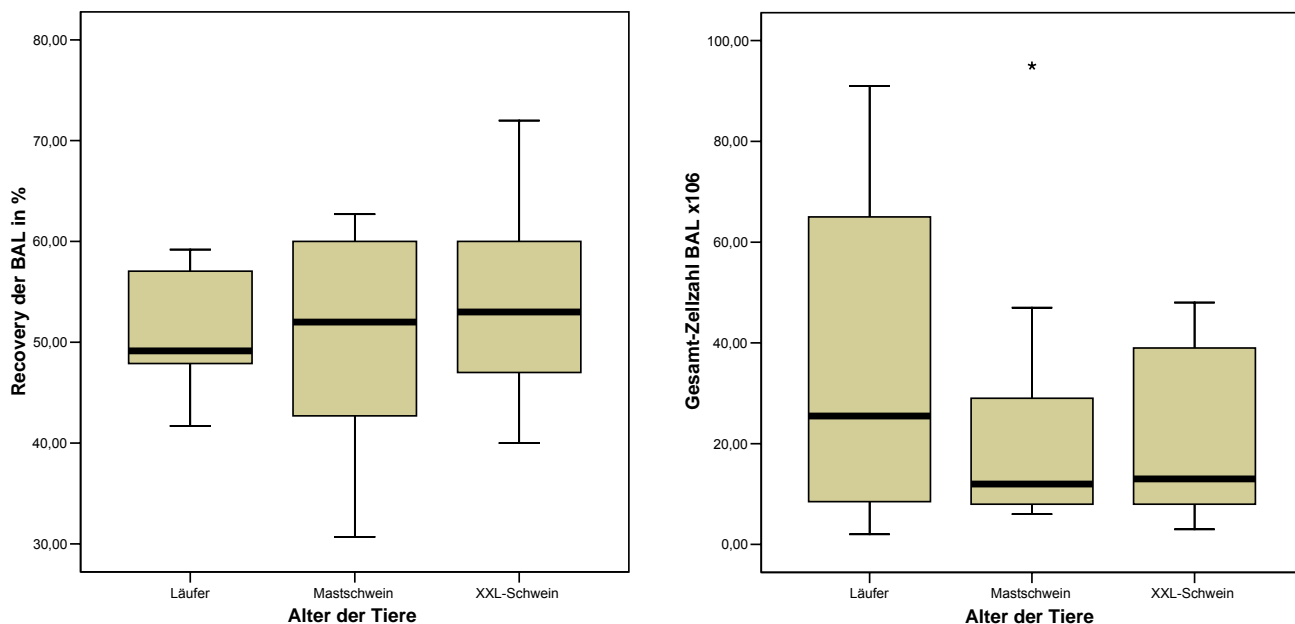


Abb. 53: Recovery der BAL-Flüssigkeit sowie Gesamtzellzahl bei Tieren verschiedener Altersstufen, Haltungssystem C (Tiefstreu Stall mit Auslauf)

Im Hinblick auf die übrigen Parameter fanden sich deutliche oder signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test) in Bezug auf:

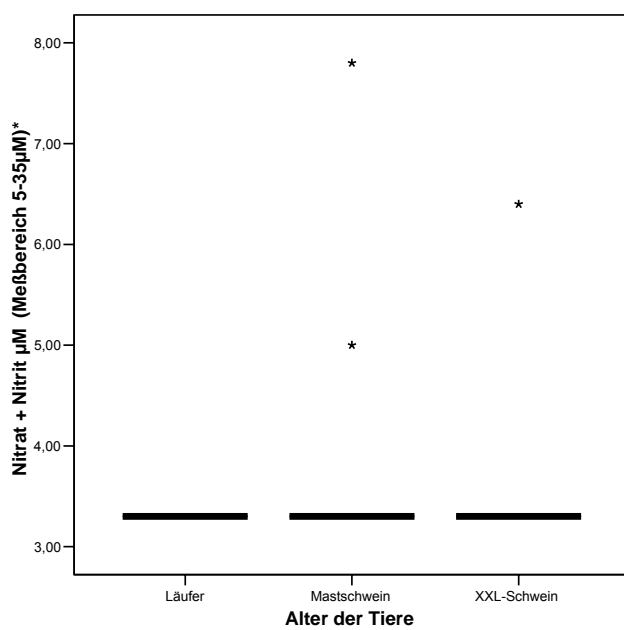
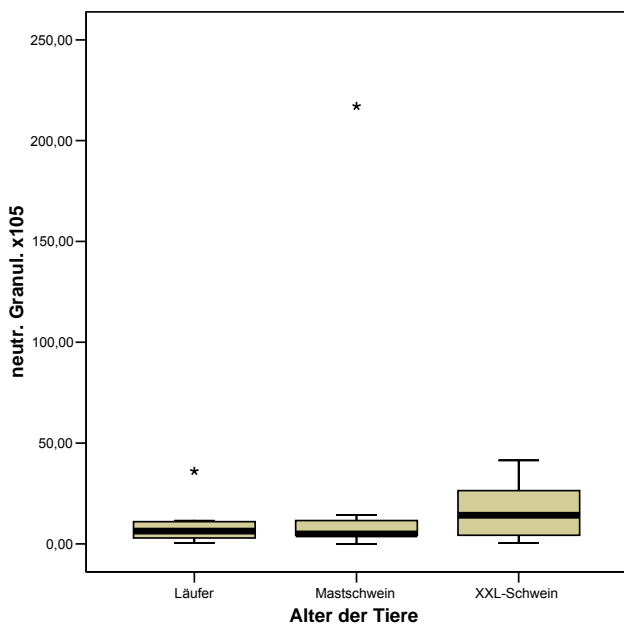
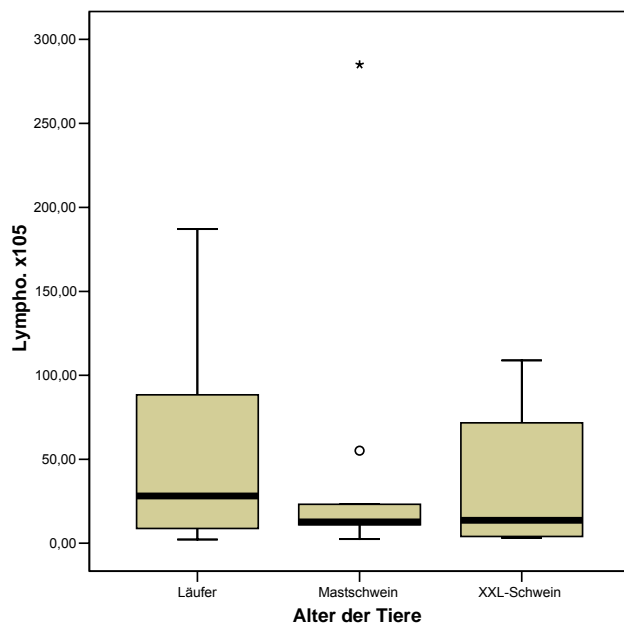
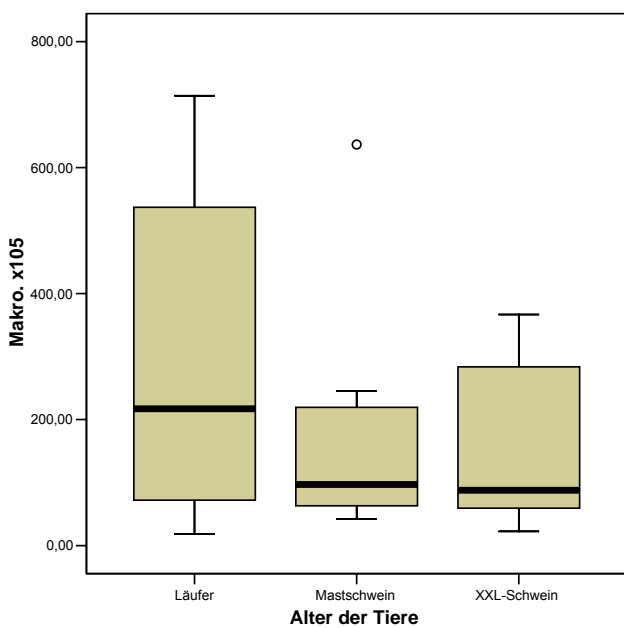
- Makrophagen relativ ($p < 0,05$)
- Eosinophile Granulozyten relativ ($p < 0,01$)
- Eosinophile Granulozyten absolut ($p = 0,094$)
- Epithelzellen relativ ($p = 0,082$)
- Epithelzellen absolut ($p = 0,059$)

Im Jonckheere-Terpstra-Test wurde weiterhin ein Unterschied für die neutrophilen Granulozyten (relativ, $p < 0,05$) deutlich. Nitrat/Nitrit konnte in fast allen Proben nicht nachgewiesen werden (Tabelle 39).

Die Befunde einzelner Parameter sind nachfolgend grafisch dargestellt (Abb. 54). Mit Ausnahme der neutrophilen und eosinophilen Granulozyten ist kein klarer Verlauf über die verschiedenen Altersstufen zu erkennen.

Tabelle 39: Häufigkeit des Nachweises von Nitrat/Nitrit bei Tieren unterschiedlichen Alters aus Haltungssystem C (Tiefstreu Stall mit Auslauf)

	Alter der Tiere		
	Läufer	Mastschwein	XXL-Schwein
kein Nachweis	8 100,0%	8 80,0%	9 90,0%
Nachweis erfolgt	0 ,0%	2 20,0%	1 10,0%



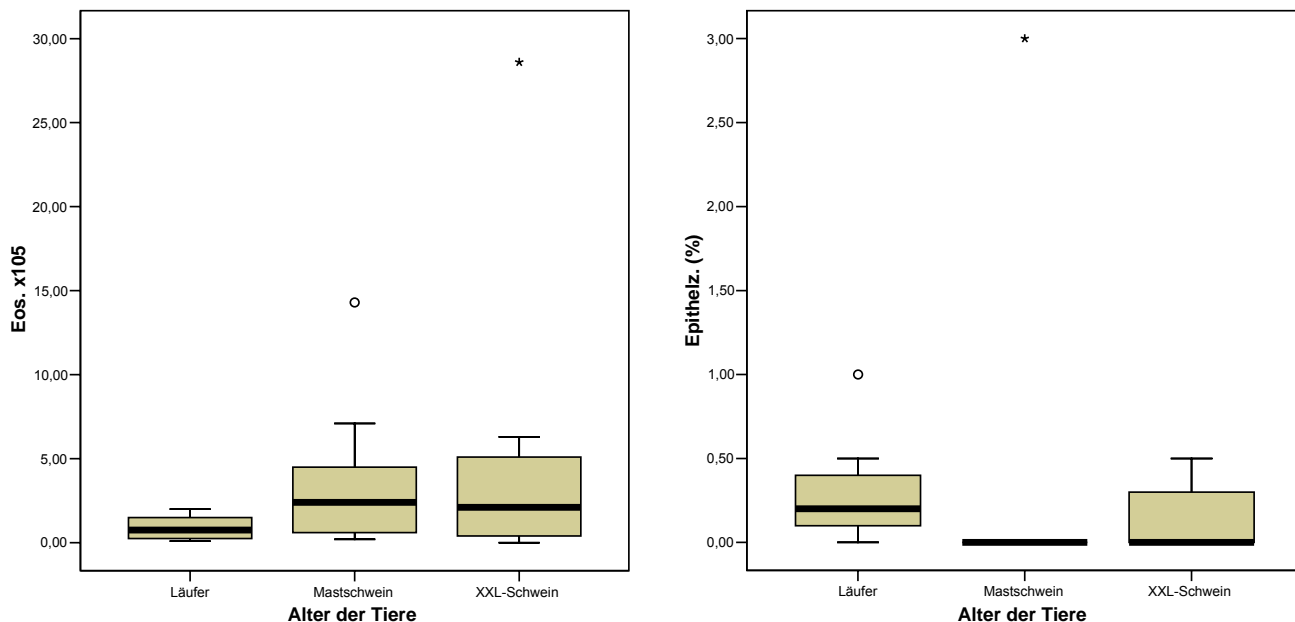


Abb. 54: BAL bei Tieren aus dem Haltungssystem C – Makrophagen, Lymphozyten, neutrophile Granulozyten, eosinophile Granulozyten und Epithelzellen sowie Nitrat/Nitrit-Konzentration

4.2.4.4 Vergleich der BAL-Befunde in den verschiedenen Altersgruppen

Im direkten Vergleich der Befunde bei den Tieren der verschiedenen Altersgruppen wurden die Unterschiede der verschiedenen Haltungssysteme deutlich.

Läufer

Die Recovery der BAL-Flüssigkeit und die Gesamtzellzahl war bei den Läufern aus den drei Haltungssystemen ungefähr gleich (Abb. 55).

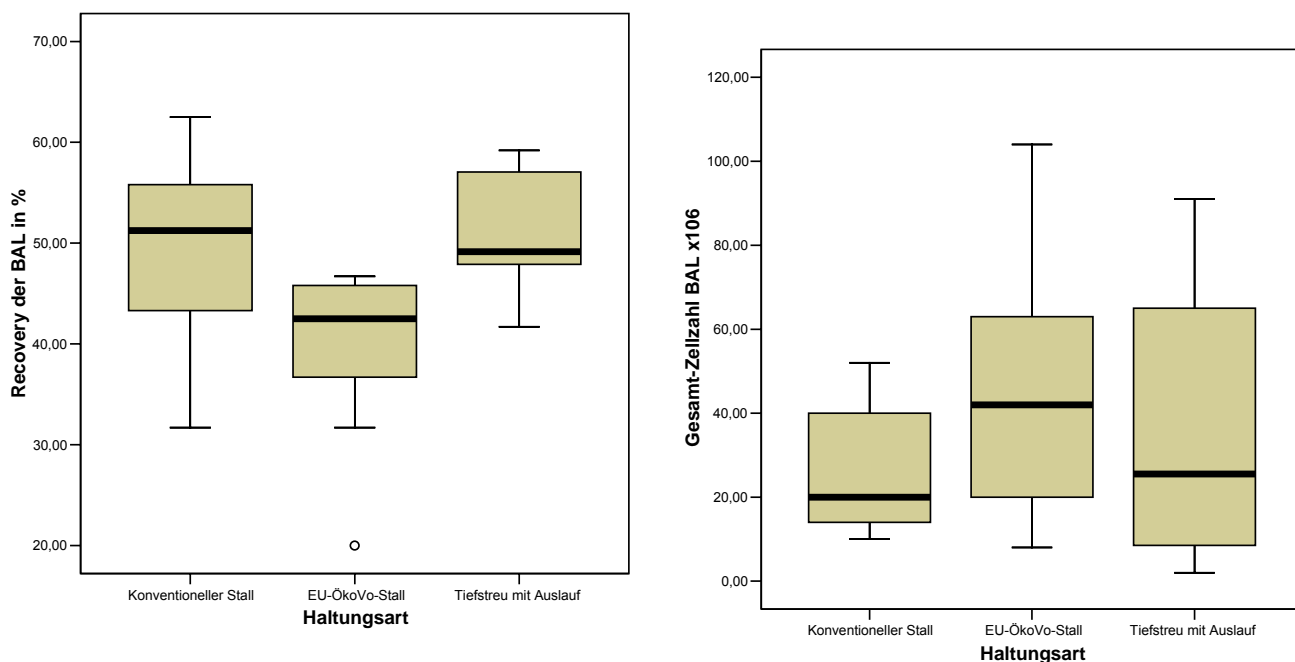


Abb. 55: Recovery der BAL-Flüssigkeit und Gesamtzellzahl bei Läufern aus verschiedenen Haltungssystemen

Im Hinblick auf den Nachweis von Zellen in der BAL wiesen die Läufer aus dem konventionellen Haltungssystem und dem Tiefstreustall mit Auslauf (System C) die höchsten Makrophagen- und die niedrigsten Konzentrationen von neutrophilen Granulozyten und Lymphozyten auf. Die Nitrat/Nitrit-Konzentrationen deuteten auf niedrigere Werte im konventionellen und Tiefstreustall hin als im Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO) (Abb. 56). Im Tiefstreustall war Nitrat/Nitrit in keinem Fall, im Stall nach EU-Öko-VO am häufigsten nachweisbar (Tabelle 40).

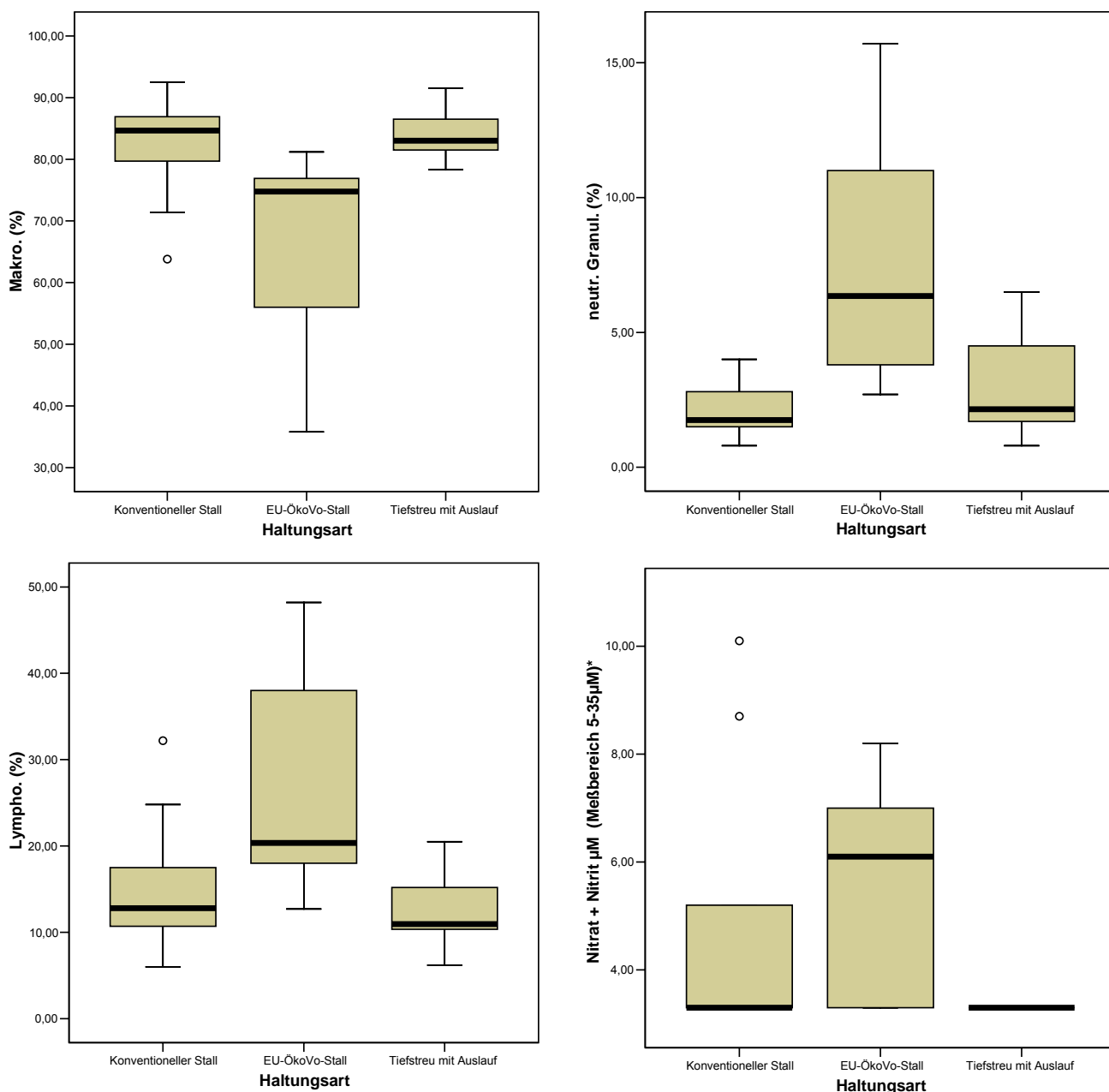


Abb. 56: BAL bei Läufern aus den verschiedenen Haltungssysteme – Makrophagen, Lymphozyten, neutrophile Granulozyten sowie Nitrat/Nitrit-Konzentration

Tabelle 40: Nachweis von Nitrat/Nitrit bei Läufern in den drei Haltungssystemen

	Haltungsart		
	Konventioneller Stall	EU-Öko-VO-Stall	Tiefstreu mit Auslauf
kein Nachweis	7 70,0%	4 40,0%	8 100,0%
Nachweis erfolgt	3 30,0%	6 60,0%	0 ,0%

Mastschweine

Auch bei den Mastschweinen waren die Recovery der BAL-Flüssigkeit bei den Tieren aus den verschiedenen Haltungssystemen ungefähr gleich. Die Gesamtzellzahl war bei den Mastschweinen im konventionellen System am niedrigsten (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0,05$) (Abb. 57).

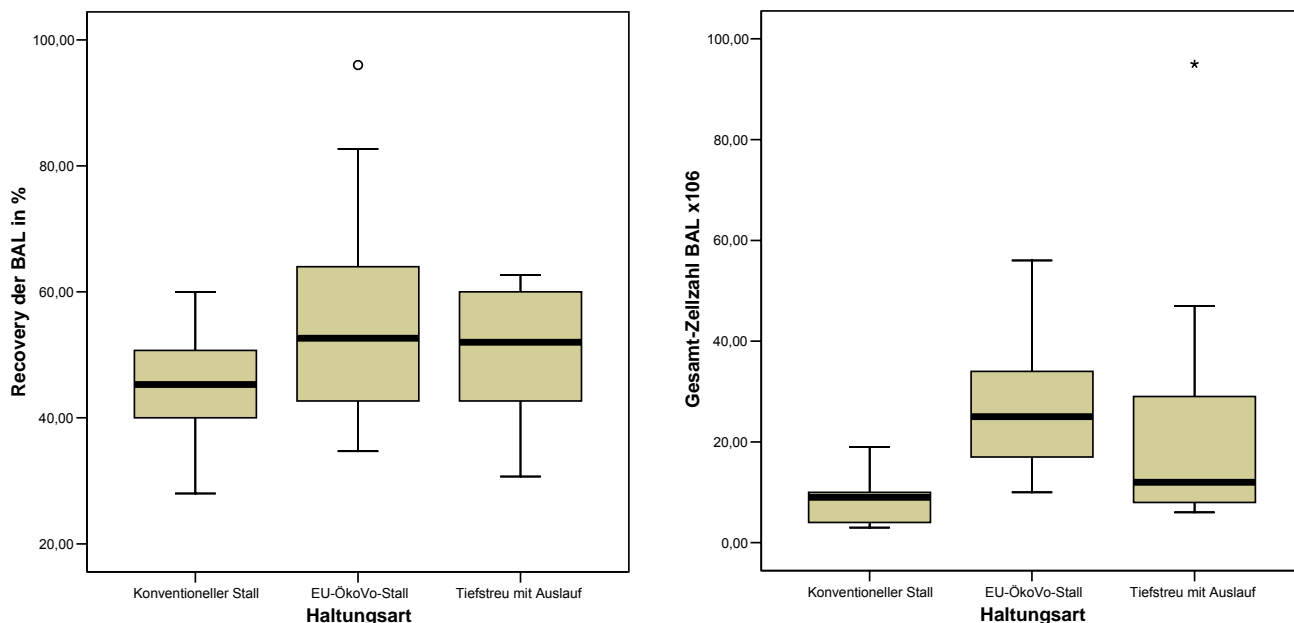


Abb. 57: Recovery der BAL-Flüssigkeit und Gesamtzellzahl bei Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen

Unterschiede in der Zellzusammensetzung der BAL fanden sich nur für die Epithelzellen und eosinophilen Granulozyten, angedeutet auch für die Makrophagen und neutrophilen Granulozyten. Die eosinophilen Granulozyten und Lymphozyten waren hierbei bei den Mastschweinen aus Haltungssystem B am niedrigsten, die Konzentration der Makrophagen und Lymphozyten entsprechend am höchsten (Abb. 58). Nitrat/Nitrit konnte bei den Tieren aus den verschiedenen Systemen nur vereinzelt nachgewiesen werden (Tabelle 41).

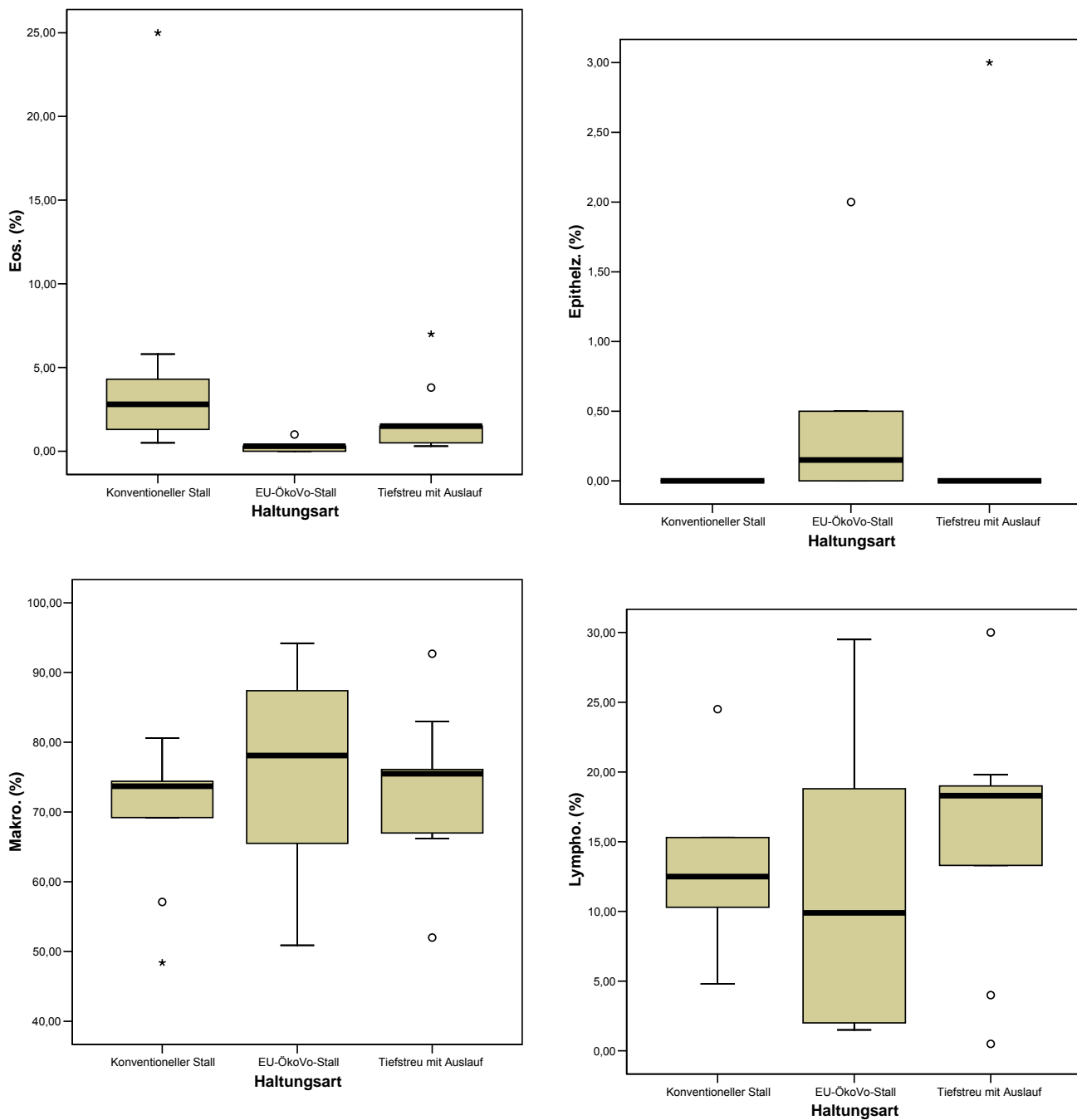


Abb. 58: BAL-Befunde bei Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen

Tabelle 41: Nachweis von Nitrat/Nitrit bei Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen

	Haltungsart		
	Konventioneller Stall	EU-Öko-VO-Stall	Tiefstreu mit Auslauf
kein Nachweis	9	8	8
	90,0%	80,0%	80,0%
Nachweis erfolgt	0	2	2
	,0%	20,0%	20,0%

XXL-Schweine

Bei den XXL-Schweinen war die Recovery der BAL-Flüssigkeit bei den Tieren aus Haltungssystem C deutlich geringer als bei den XXL-Schweinen aus dem Stall nach EU-Öko-VO. Die Gesamtzellzahl dagegen war bei beiden Tiergruppen vergleichbar (Abb. 59).

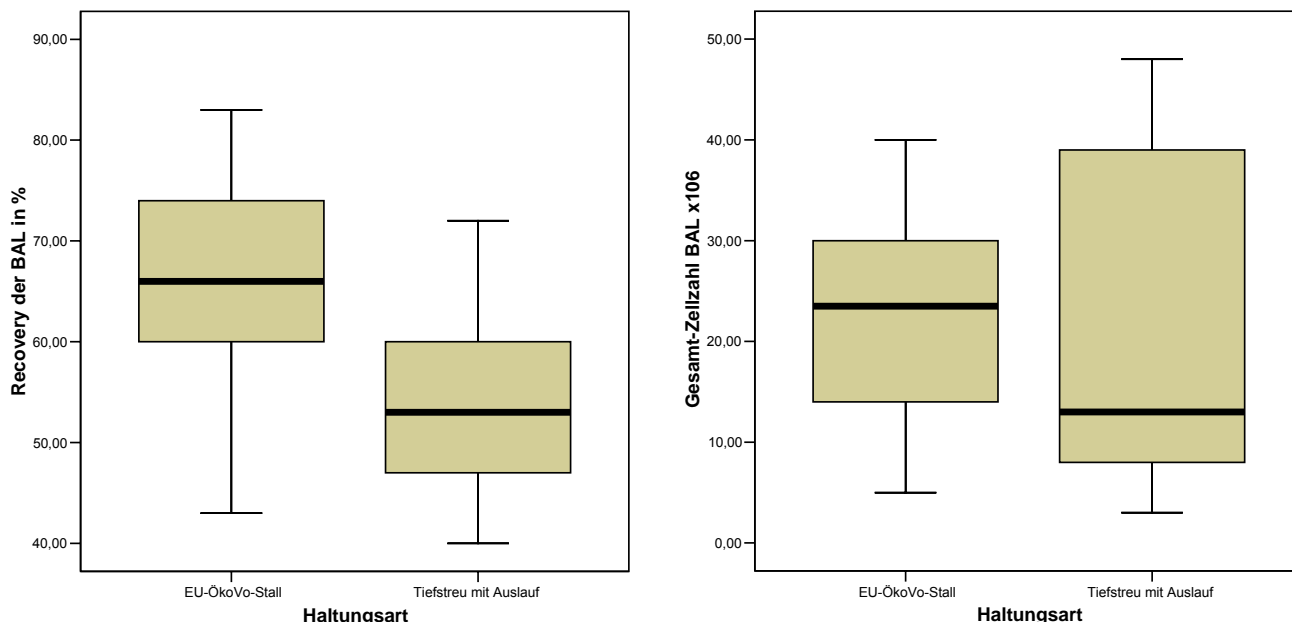


Abb. 59: Recovery der BAL-Flüssigkeit und Gesamtzellzahl bei XXL-Schweinen aus verschiedenen Haltungssystemen

Die Makrophagenkonzentration war bei den XXL-Schweinen aus Haltungssystem C höher, die Lymphozytenkonzentration sowie die Nitrat/Nitrit-Konzentration niedriger als bei den Tieren aus System B (Abb. 60). Nitrat/Nitrit konnte bei den Schweinen aus System B etwas häufiger nachgewiesen werden als bei den Tieren aus System C (Tabelle 42).

Tabelle 42: Nachweis von Nitrat/Nitrit bei XXL-Schweinen aus System B und System C

	Haltungsart	
	EU-Öko-VO-Stall (System B)	Tiefstreu mit Auslauf (System C)
kein Nachweis	7 70,0%	9 90,0%
Nachweis erfolgt	3 30,0%	1 10,0%

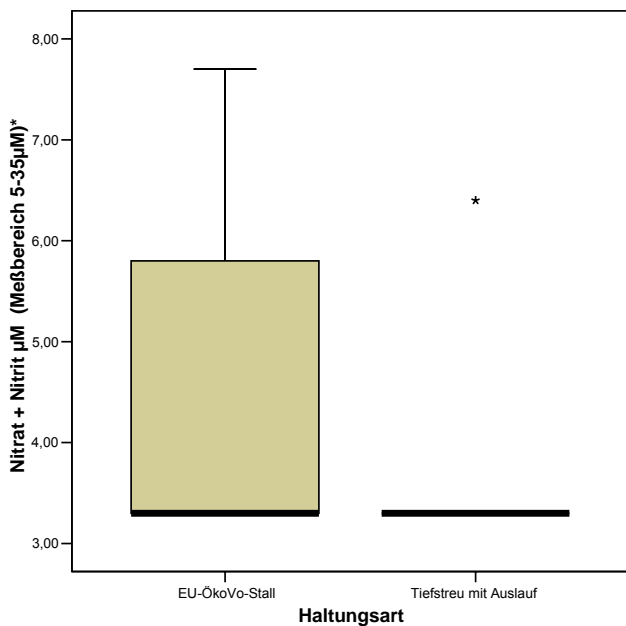
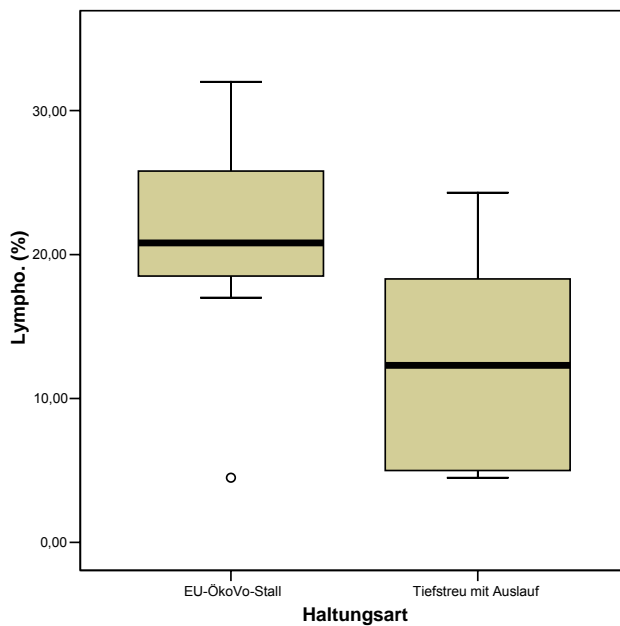
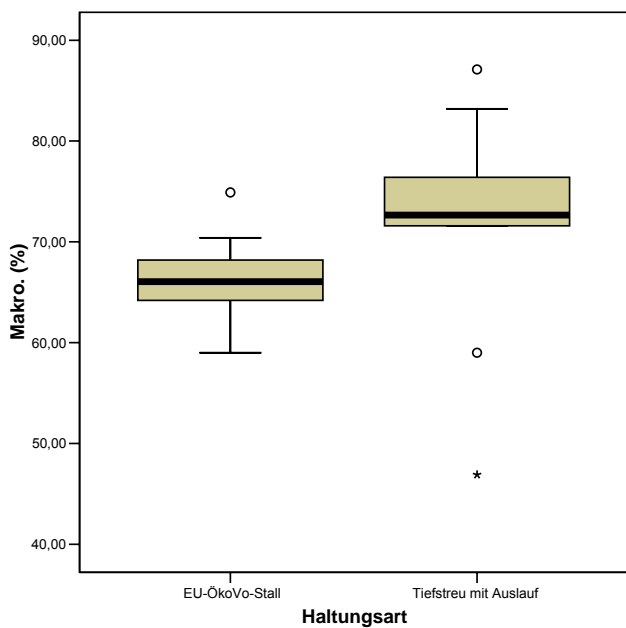


Abb. 60: BAL – Konzentration von Makrophagen, Lymphozyten und Nitrat/Nitrit bei XXL-Schweinen aus verschiedenen Haltungssystemen

5 Zusammenschau und Diskussion

5.1 Diskussion der eingesetzten Methoden

Vor dem Hintergrund der geschilderten Ergebnisse wurde deutlich, dass die in Strang 1 und Strang 2 gewählten Konzepte sehr gut dazu geeignet waren, die aufgeworfenen Fragen zu beantworten.

Insbesondere war es gelungen:

- den im Stall gehaltenen Mastschweinen aus Projekt 02OE615 Schweine aus Freilandhaltung vergleichend gegenüber zu stellen (Strang 1),
- über die Untersuchung von Tieren verschiedener Altersstufen mögliche Adaptationseffekte im Bereich der Atemwege zu beschreiben (Strang 2),
- zwei ökologische Haltungssysteme mit unterschiedlichem Management zu vergleichen (Strang 2)

Die Beurteilung der Lungengesundheit erfolgte hierbei in Abhängigkeit von Stallluftqualität und Managementfaktoren.

5.1.1 Luftqualität in den betrachteten Haltungssystemen

Im Vergleich der Messwerte zur Beschreibung der Haltungsbedingungen von Mastschweinen (Strang 1) wurde deutlich, dass es über den Einschluss des Haltungssystems Freilandhaltung in den Vergleich der Mastschweinehaltungssysteme sehr gut gelang, Schweine mit einer verhältnismäßig geringen Exposition gegenüber luftgetragenen Endotoxinen, Bakterien und Schimmelpilzen mit Tieren zu vergleichen, die während der Mastzeit einer höheren Luftkonzentration biologischer Parameter im Stall ausgesetzt waren (Abb. 61).

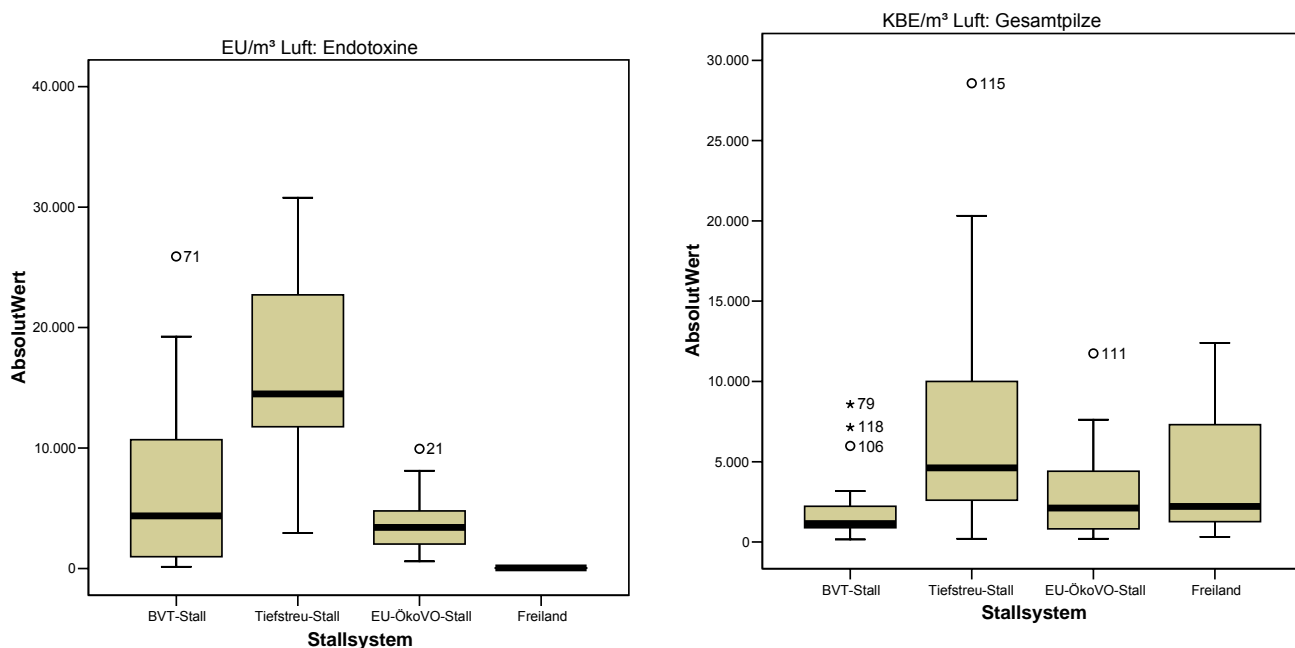


Abb. 61: Endotoxin- und Gesamtpilzkonzentration im Bereich der Mastschweinehaltung (Strang 1)

In Strang 2 stand bei der Beschreibung der Haltungssysteme im Vordergrund, die Luftqualität während Aufzucht und Mast über explorative Messungen zu erfassen. Im Stallsystem A (konventionelles System) bewegten sich die gemessenen Stallinnenlufttemperaturen und -feuchten in einem normalen Bereich. Die gemessenen Gaskonzentrationen an NH₃ und CO₂ lagen in einem sehr niedrigen Bereich. Gaskon-

zentrationen an CH₄ und H₂S konnten nicht nachgewiesen werden. Dies lässt darauf schließen, dass die Stallluftqualität im Hinblick auf die gemessenen Schadgaskonzentrationen insgesamt als überdurchschnittlich gut bewertet werden kann. Die biologischen Belastungen der Stallluft in Haltungssystem A wiesen eine über die Altersstufen steigende Konzentration von Endotoxin in der Stallluft auf. Hierdurch wurde – wie schon in Projekt 02OE615 – erneut gezeigt, dass optimale Gaskonzentrationen im Stall durchaus mit erhöhten Endotoxinkonzentrationen einhergehen können. Im Vergleich mit den beiden anderen Haltungssystemen B und C wurde deutlich, dass in System A v.a. die Luft im Abferkel- und teilweise auch im Aufzuchtbereich geringere Konzentrationen an Mikroorganismen und Endotoxinen enthielt als in den beiden ökologischen Haltungssystemen (Abb. 62). Im Haltungsbereich der Mastschweine und/oder XXL-Schweine war dagegen die Endotoxinkonzentration in den ökologischen Haltungssystemen deutlich geringer als im konventionellen System A. Die Schimmelpilzkonzentrationen waren dagegen in den ökologischen Systemen weitaus höher als im konventionellen System. Im Hinblick auf das Messkonzept erwies es sich grundsätzlich als wichtig, auch in den ökologischen Haltungssystemen die Luftqualität bereits im Bereich der Ferkelhaltung zu erfassen, auch wenn die Tiere erst in einem höheren Lebensalter in die Betrachtung zur Tiergesundheit eingeschlossen wurden.

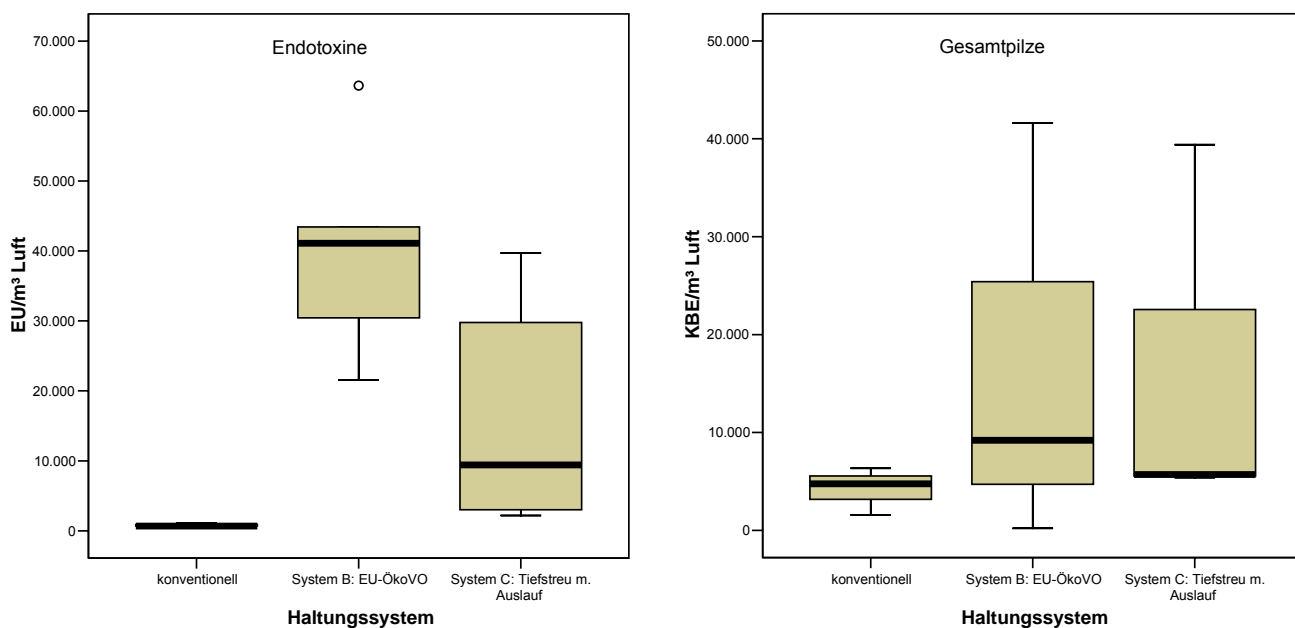


Abb. 62: Vergleich der Endotoxin- und Gesamtpilzkonzentrationen im Bereich der Ferkelhaltung – Haltungssysteme A-C in Strang 2

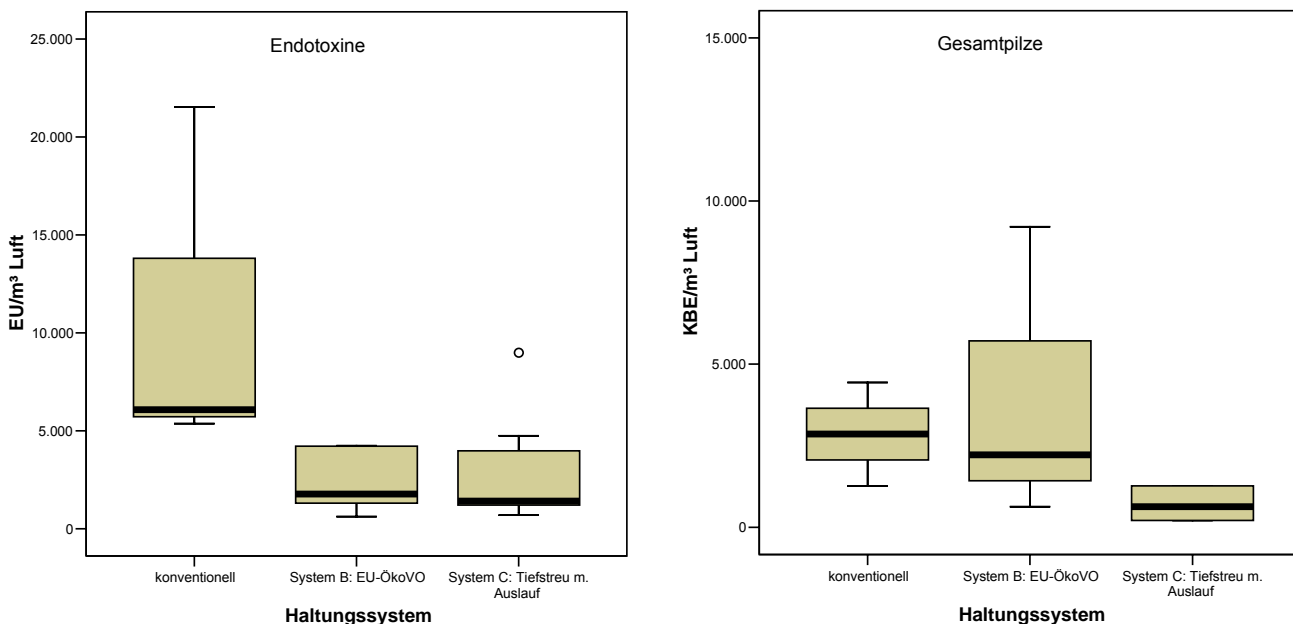
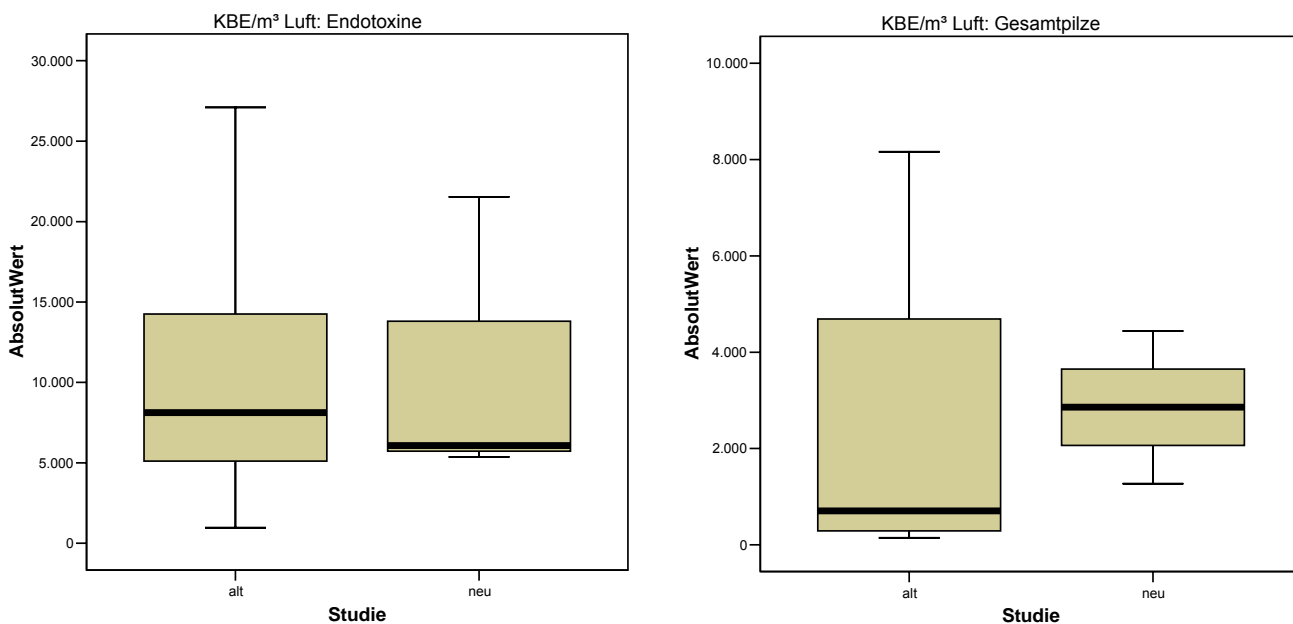


Abb. 63: Vergleich der Endotoxin- und Gesamtpilzkonzentrationen im Bereich der Haltung von Mast- bzw. XXL-Schweinen– Haltungssysteme A-C in Strang 2

Für das konventionelle Haltungssystem A und das Haltungssystem B (Stall nach EU-Öko-VO) konnte – zusätzlich zu den im Rahmen des Forschungsprojektes erhobenen Messwerten – auf die im Projekt 02OE615 gewonnenen Daten aus dem Mastschweinstall zurückgegriffen werden. Über diese war eine gute Beschreibung des Haltungssystems gelungen. Im Vergleich der aktuellen Messwerte mit denjenigen aus dem früheren Projekt zeigte sich für beide Mastschweinställe eine gute Übereinstimmung (Abb. 64 und Abb. 65).



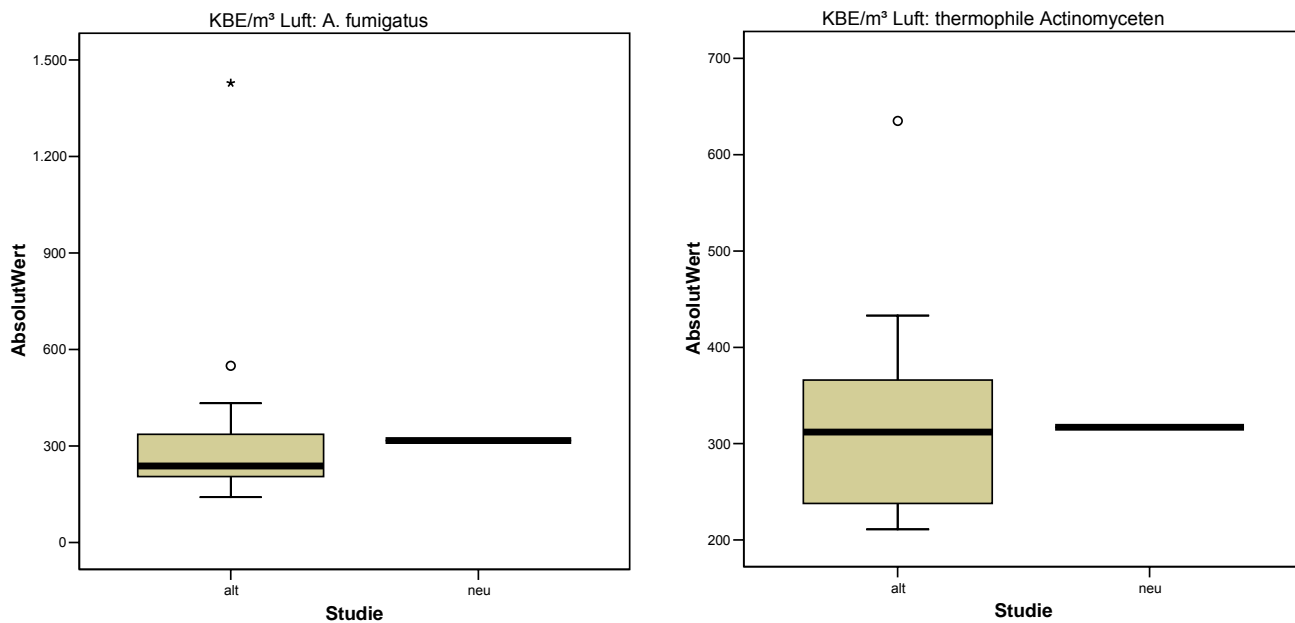
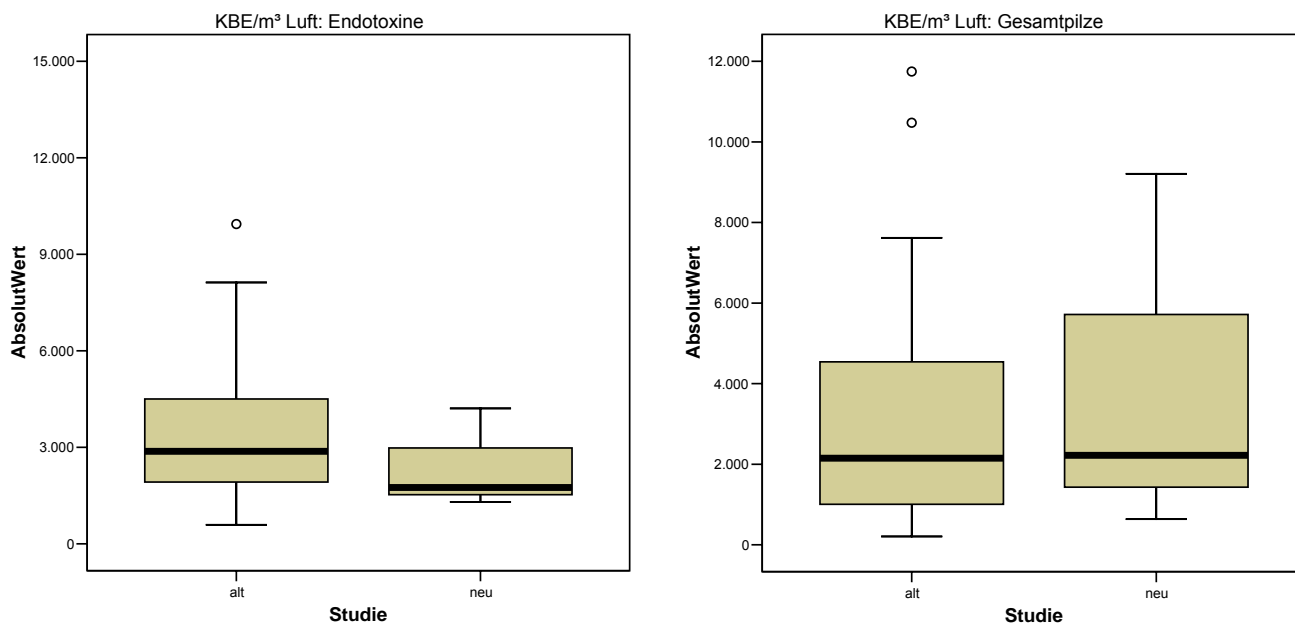


Abb. 64: Vergleich der Luftkonzentration biologischer Parameter im konventionellen Haltungssystem A (nur Mastschweinestall)
 alt = Messwerte aus Projekt 03OE615, neu = Messwerte aus Projekt 03 OE 370



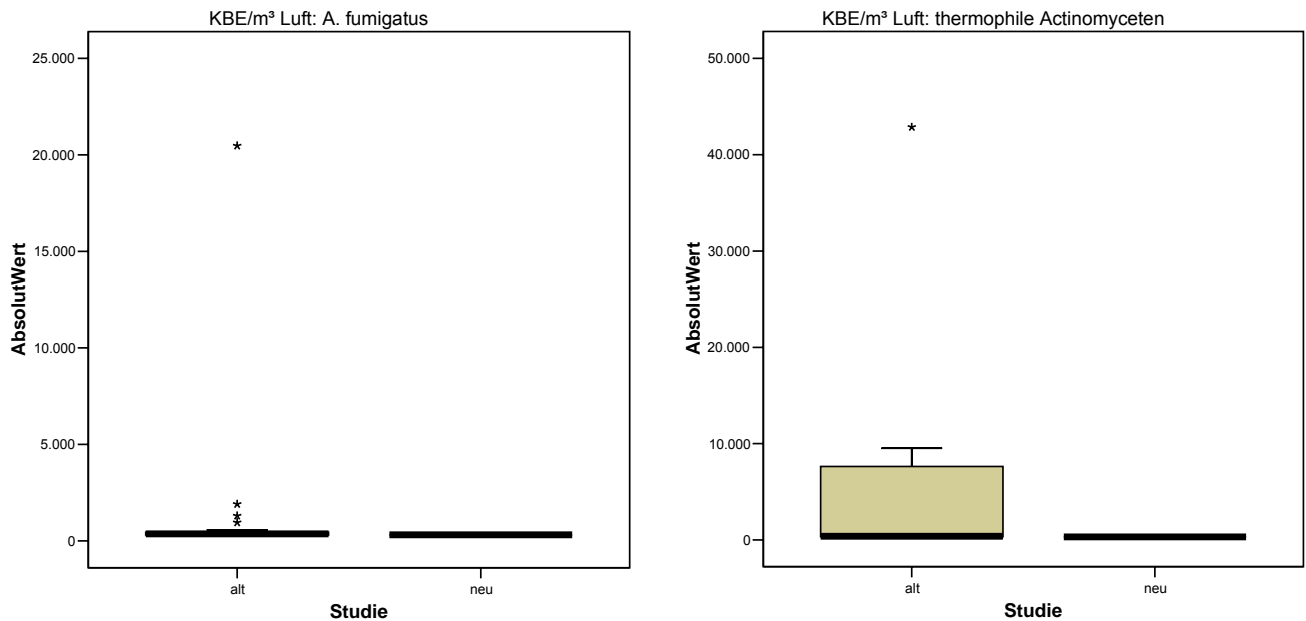


Abb. 65: Vergleich der Luftkonzentration biologischer Parameter im Haltungssystem B (nur Mastschweinestall nach EU-Öko-VO)
alt = Messwerte aus Projekt 03OE615, neu = Messwerte aus Projekt 03 OE 370

5.1.2 Management der beiden ökologischen Betriebe

Bei der Wahl der beiden ökologischen Haltungssysteme mussten zwei Kriterien erfüllt werden:

- über eine möglichst langfristige Beobachtung der Tiergesundheit sollten grundlegende Besonderheiten der beiden Betriebe bekannt sein.
- möglichst viele Altersstufen der Schweine sollten in einem Stall ähnlichen Konzentrationen an Gasen, Staub und biologischen Bestandteilen der Stallluft ausgesetzt sein.
- die Größe der Ställe sollte ungefähr vergleichbar sein.

Über die beiden gewählten Betriebe war eine größtmögliche Berücksichtigung beider Vorgaben möglich:

- in Haltungssystem B wurden Läufer, Mastschweine und XXL-Schweine in einem Stall gehalten, die Ferkel wurden zugekauft und stammen aus einem Warmstall
- in Haltungssystem C wurden Läufer und Mastschweine in einem Stall gehalten, die XXL-Tiere waren in einem anderen Stall desselben Betriebes untergebracht, die Ferkel stammten aus eigener Zucht
- die Auswertung der Schlachtkörperbefunden von Tieren aus beiden Betrieben wies auf Unterschiede im Bereich der Lungengesundheit und des parasitären Befalls (v.a. der Leber) hin (Tabelle 43)

Tabelle 43: Ergebnis der vorbereitenden Schlachtkörperuntersuchungen der beiden ökologischen Haltungssysteme (April-Oktober 2004)

	Haltungssystem B		Haltungssystem C	
	Mastschweine	XXL-Schweine	Mastschweine	XXL-Schweine
Zahl untersuchter Tiere	519	67	216	303
Tierkörperbefunde gesamt	99,81%: mind. 1 Befund	100%: mind. 1 Befund	100%: 2 Befunde	92% 2 Befunde, 8% 3 Befunde
Organbefunde gesamt	18,11% kein Befund 56,65% 1 Befund 12,72% 2 Befunde 10,79% 3 Befunde 1,73% 4 Befunde	20,9% haben keinen Befund 35,32% 1 Befund 26,37% 2 Befunde 14,93% 3 Befunde 1,49% 4 Befunde	1,39% - kein Befund 10,19% - 1 Befund 21,76% - 2 Befunde 59,72% - 3 Befunde 6,94% - 4 Befunde	11,33% haben keinen Befund 18,81% 1 Befund 33,66% 2 Befunde 31,68% 3 Befunde 3,96% 4 Befunde
Lunge	20,42% kein Befund 65,32% ggr 11,95% mgr 2,31% hgr	23,88% kein Befund 67,16% ggr 5,97% mgr 2,99% hgr	10,65% kein Befund 80,56% ggr 8,33% mgr 0,46% hgr	27,06% kein Befund 61,72% ggr 10,56% mgr 0,66% hgr
Leber	83,62% kein Befund 6,74% ausgeputzt 9,63% verworfen	62,69% kein Befund 13,19% ausgeputzt 8,96% verworfen	9,72% kein Befund 16,2% ausgeputzt 74,07% verworfen	26,07% kein Befund 38,22% ausgeputzt 35,64% verworfen
Brustfell	3,66% kein Befund 96,34% 3 Befunde	100% 3 Befunde	100% 3 Befunde	100% 3 Befunde (mgr bis hgr)
Perikarditis	15,41% mit Befund	3,96% mit Befund	16,67% mit Befund	8,25% mit Befund
Fleischqualität				
pH Wert:	99,27% über 6,0 - Mittelwert 6,1680		99,47% über 6,0 – Mittelwert 6,2056	
Fleischmaß:	58,6958		53,2542	
Speckmaß:	20,4595		18,9722	
Magerfleischanteil:	52,4736%		51,34%	

4.1.3 Angewandte Messverfahren und Untersuchungstechniken

Wie bereits in Projekt 02OE615 gezeigt, waren die angewandten Verfahren geeignet, die Stallluftqualität und die Tiergesundheit abzubilden. Über die histologische Untersuchung gelang die Differenzierung der makroskopisch dokumentierten Veränderungen im Bereich der Lunge. Die bronchoalveoläre Lavage war gut durchführbar, die BAL-Ergebnisse zeigten Unterschiede zwischen den einzelnen Tiergruppen auf.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Über die Kombination von Schlachtkörperuntersuchung, histologischer Untersuchung einer Gewebeprobe aus dem Lungenspitzenlappen und Analyse der bronchoalveolären Lavage gelang die differenzierende Darstellung der bei den Schweinen unterschiedlichen Alters dokumentierten auffälligen Befunde.

5.2.1 Schlachtkörperuntersuchung

Im Vordergrund standen auffällige Lungen- und Leberbefunde, wobei letztere v.a. auf den Befall mit Parasiten zurückzuführen waren.

Lungenbefunde

In Strang 1 betrug die Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde 32,5% (konventioneller Stall), 23,8% (Tiefstreustall), 85% (Stall nach EU-Öko-VO), 30% (Freilandhaltung 1) und 25% (Freilandhaltung 2).

In Strang 2 betrug die Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde zwischen 43,3% (konventionelles Haltungssystem), 64,3% (System C – Tiefstreu mit Auslauf) und 70% (System B – EU-Öko-VO). Im konventionellen Stall (System A) sowie im Tiefstreustall mit Auslauf (System C) stieg der Anteil auffälliger Befunde mit steigendem Alter der untersuchten Tiere. Abweichend davon fand sich der höchste Anteil auffälliger Befunde in System B bei den Läufern. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Ferkel in einem Warmstall gehalten wurden. Mit dem Wechsel in den Mastschweinstall waren die Tiere den für sie neuen klimatischen Bedingungen des frei belüfteten Stalles nach EU-Öko-VO ausgesetzt. Zugleich kann eine erhöhte Empfindlichkeit der Atemwege für Infektionskrankheiten vorgelegen haben, da die Tiere beim Ferkelproduzenten in einem Warmstall gehalten wurden, in dem im Vergleich besonders hohe Konzentrationen an Endotoxinen und Schimmelpilzen nachgewiesen wurden. Im Vergleich dazu war die Stallluftqualität sowohl im konventionellen Ferkelstall als auch im Tiefstreustall mit Auslauf deutlich besser einzustufen – und ging entsprechend mit einer geringeren Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde bei den Ferkeln bzw. Läufern einher.

Leberbefunde

Bei den auffälligen Leberbefunden war die Häufigkeit auffälliger Befunde in den beiden ökologischen Systemen deutlich höher als im konventionellen Stall (Strang 2, Tabelle 29). Vor dem Hintergrund, dass es sich mehrheitlich um Parasitenbefall handelte, wird die Bedeutung eines konsequenten Hygienemanagements deutlich.

5.2.2 Histologie

Im Rahmen der histologischen Befundung makroskopisch auffälliger Bereiche aus dem Lungenspitzenlappen wurde deutlich, dass die Veränderungen am ehesten auf ein infektiöses Geschehen zurückgeführt werden können und nicht vornehmlich auf einen irritativ-toxischen Prozess beruhen. Entsprechend der histo-pathologischen Bilder sind virale Infektionen – teilweise mit bakterieller Superinfektion die wahrscheinliche Ursache für die dokumentierten Veränderungen. In einigen Fällen ergaben sich Hinweise auf einen chronischen Erkrankungsprozesse (Vermehrung des Bindegewebes).

5.2.2.1 Strang 1

Fasst man die dargestellten Einzelbefunde in zu einem Befundmuster zusammen, konnten zwei grundsätzliche histopathologische Muster unterschieden werden.

1. ein eher infiltratives parenchymatöses Geschehen, d.h. eine Vermehrung der Zellen und teilweise auch des Bindegewebes zwischen den Lungenbläschen (Alveolen), das teilweise mit einer Proliferation der Bronchioli einherging,
2. ein entzündliches Geschehen im Bereich der Alveolen.

Während sich die Häufigkeit bzw. Stärke der Peribronchiolitis und der Lymphknötchenhyperplasie zwischen den untersuchten Beständen nicht deutlich unterschied, fanden sich Unterschiede im Hinblick auf die Alveolarwandinfiltration (deutliche Betonung von Freilandhaltung 2) sowie der Synzytialzellen und Atelektasen (Betonung des ökologischen Tiefstreustall). Eine Zuordnung des histo-pathologischen Bildes zu einem Krankheitserreger war im Rahmen der Untersuchung nicht möglich.

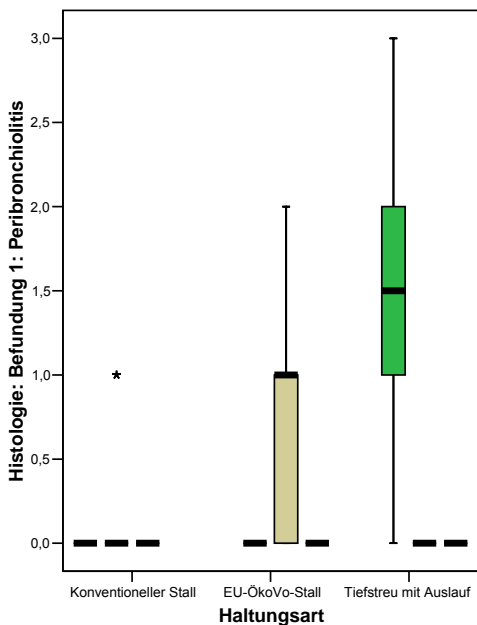
5.2.2.2 Strang 2

Im Vergleich der Befundmuster in den verschiedenen Haltungssystemen wurde deutlich, dass das infektiöse Geschehen in den unterschiedlichen Beständen mit verschiedenen histopathologischen Bildern einherging, die vermutlich auf unterschiedliche Krankheitserreger zurückzuführen waren. In der grafischen Darstellung wurde deutlich, dass die unterschiedlichen Altersgruppen in den verschiedenen Haltungssystemen, typische und relativ einheitliche Befundmuster aufwiesen (Abb. 66).

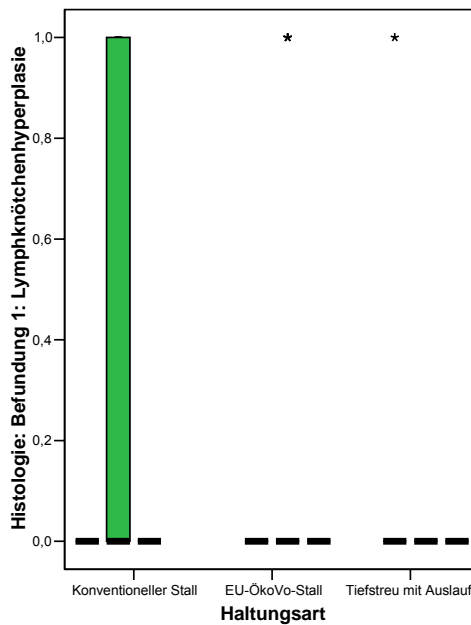
Neben monoformen Befunden (Alveolarwandinfiltration bei konventionellen Ferkeln) konnten typische Befundkombinationen für verschiedene Bestände bzw. Altersgruppen beschrieben werden:

- Läufer aus konventionellem Haltungssystem
Lymphknötchenhyperplasie **plus**
interstitielle Infiltration **plus**
Synzytialzellen **plus**
interstitielles Ödem
- Läufer aus Haltungssystem C (Tiefstreustall mit Auslauf)
Peribronchiolitis **plus**
Alveolarwandinfiltration **plus**
Atelektase

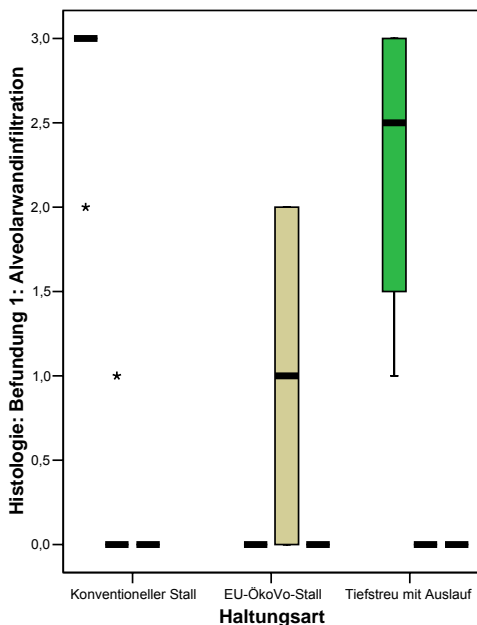
- Mastschweine aus Haltungssystem B (EU-Öko-VO)
Peribronchiolitis plus
Alveolarwandinfiltration



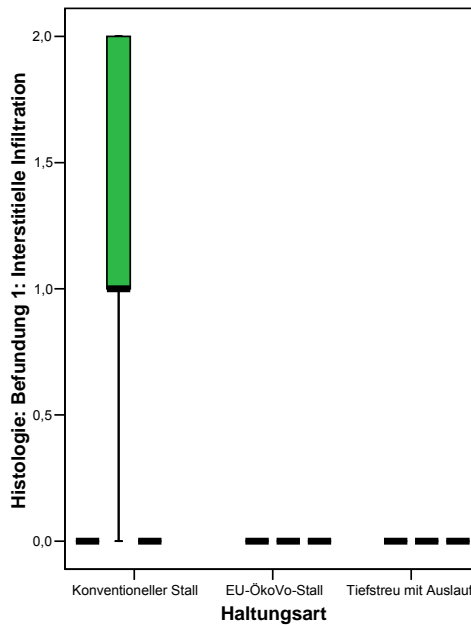
Alter der Tiere
 ■ Ferkel
 ■ Läufer
 ■ Mastschwein
 ■ XXL-Schwein



Alter der Tiere
 ■ Ferkel
 ■ Läufer
 ■ Mastschwein
 ■ XXL-Schwein



Alter der Tiere
 ■ Ferkel
 ■ Läufer
 ■ Mastschwein
 ■ XXL-Schwein



Alter der Tiere
 ■ Ferkel
 ■ Läufer
 ■ Mastschwein
 ■ XXL-Schwein

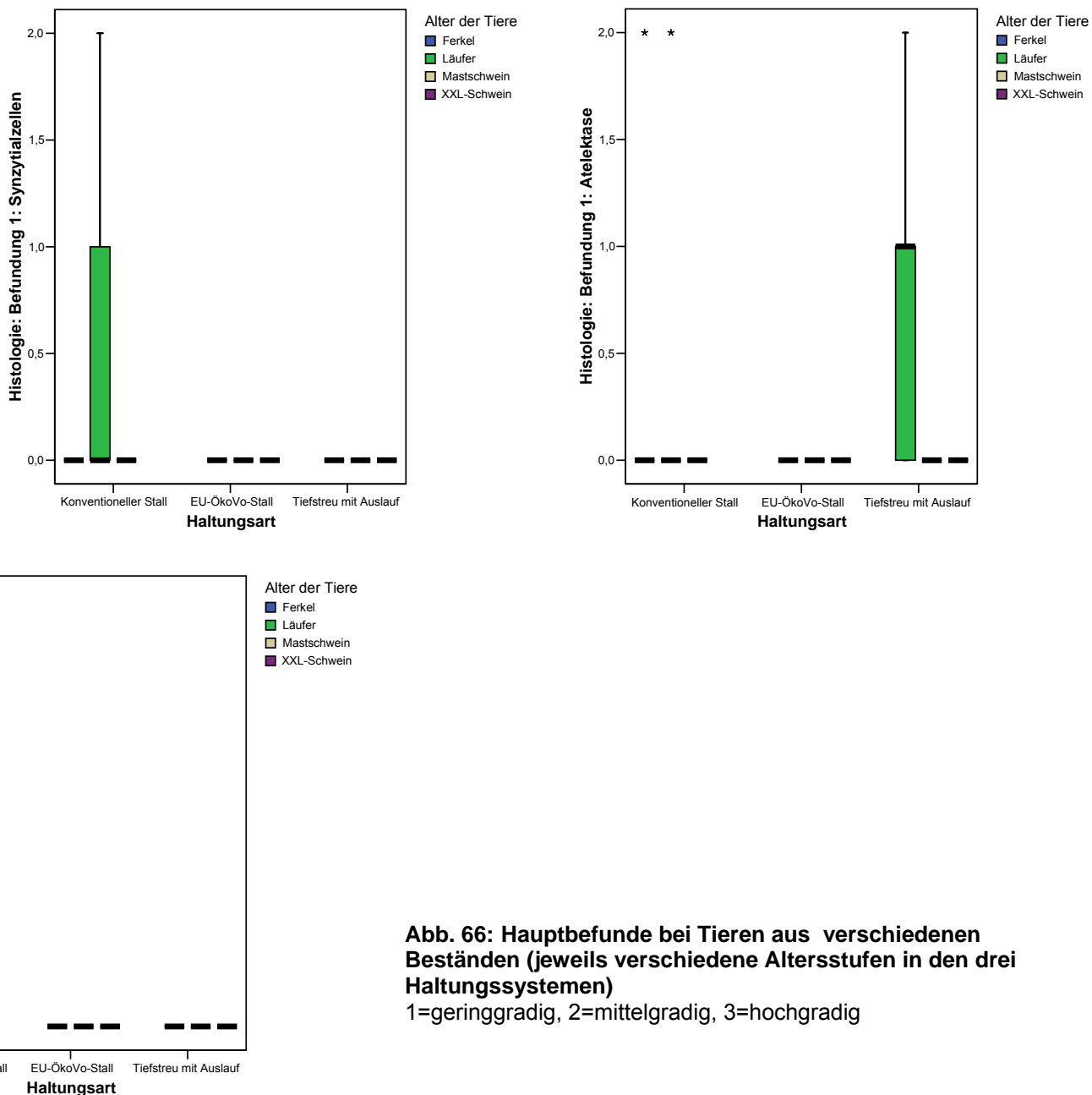


Abb. 66: Hauptbefunde bei Tieren aus verschiedenen Beständen (jeweils verschiedene Altersstufen in den drei Haltungssystemen)
 1=geringgradig, 2=mittelgradig, 3=hochgradig

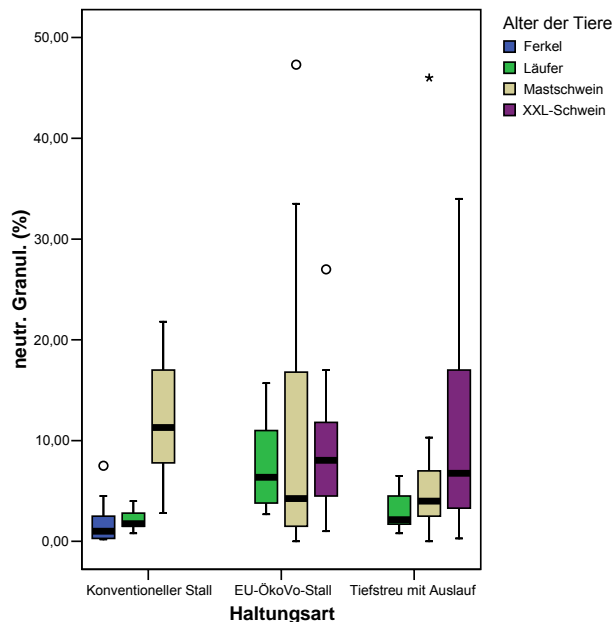
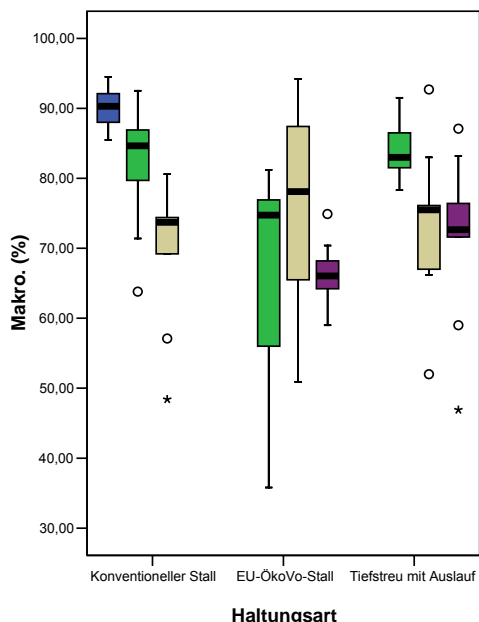
5.2.3 Bronchoalveoläre Lavage

Daten aus der Literatur weisen darauf hin, dass es in der BAL-Flüssigkeit bei Schweinen bei gesunden Tieren v.a. Makrophagen das Zellbild prägen. Bei schlechterem respiratorischen Gesundheitszustand der Tiere steigt der prozentuale Anteil von Lymphozyten und Granulozyten, so dass der relative Anteil der Makrophagen geringer wird.¹⁸ Zusätzlich konnte in einem experimentellen Ansatz gezeigt werden, dass die akute Endotoxinexposition ebenfalls zu einem relativen Anstieg der Lymphozyten- und entsprechend relativen Abfall der Makrophagen-Konzentration führen kann.¹⁶ Wenn das Geschehen nicht durch sonstige inflammatorische Prozesse modifiziert wird, folgt die Nitrat/Nitrit-Konzentration in der Regel dem Verlauf der Makrophagen-Konzentration in der BAL.¹⁹ Vor diesem Hintergrund erfolgte die Deutung der im vorliegenden Forschungsvorhaben erhobenen Befunde. Allgemein zeigten die erhobenen Befunde teilweise sehr große Schwankungen.

In Strang 1 wiesen die Freilandschweine im Vergleich aller untersuchten Mastschweine tendenziell die höchsten Konzentrationen von Makrophagen und die niedrigsten Konzentrationen von Lymphozyten in der BAL auf. Die Nitrat/Nitrit-Konzentration verlief analog zur Makrophagenkonzentration, d.h. die höchsten Werte fanden sich wiederum bei den Freilandschweinen. Vor dem Hintergrund der Daten aus der Literatur wiesen die Freilandschweine folglich die geringsten entzündlichen Veränderungen im Bereich der Atemwege auf.

Die genannten Unterschiede waren im Winter nicht so deutlich wie im Sommer, was darauf zurückgeführt werden könnte, dass die Freilandschweine sich bei kühleren Temperaturen vermehrt in den Schutzhütten aufhielten – und damit höher belastete Luft einatmeten als im Sommer. Zugleich muss jedoch berücksichtigt werden, dass die für die BAL eingesetzte Menge an Spülflüssigkeit bei den Mastschweinen in Sommer und Winter unterschiedlich war.

In Strang 2 zeichnete sich im Verlauf über die verschiedenen Altersstufen im konventionellen Haltungssystem eine vergleichbare Tendenz ab: der Anteil der Makrophagen und die Nitrat/Nitrit-Konzentration nahm mit zunehmendem Alter ab, die Konzentration der neutrophilen Granulozyten und der Lymphozyten dagegen zu. Dies spricht für eine Zunahme des entzündlichen Geschehens im Verlauf der Aufzucht und Mast. Mit Ausnahme der Nitrat/Nitrit-Konzentration fand sich ein ähnlicher Verlauf auch in Haltungssystem C (Tiefstreustall mit Auslauf) (Abb. 67). In Haltungssystem B war diese Tendenz nicht so deutlich, was möglicherweise darauf zurückgeführt werden kann, dass die Ferkelaufzucht in diesem Haltungssystem in einem Warmstall erfolgte und die Tiere danach in den Außenklima-Maststall mit der geringeren Luftbelastung wechselten. Zudem war in diesem Haltungssystem das Ausmaß infektiöser Veränderungen der Lunge (vgl. Schlachtkörperuntersuchung) auch deutlich höher als in den anderen Beständen.



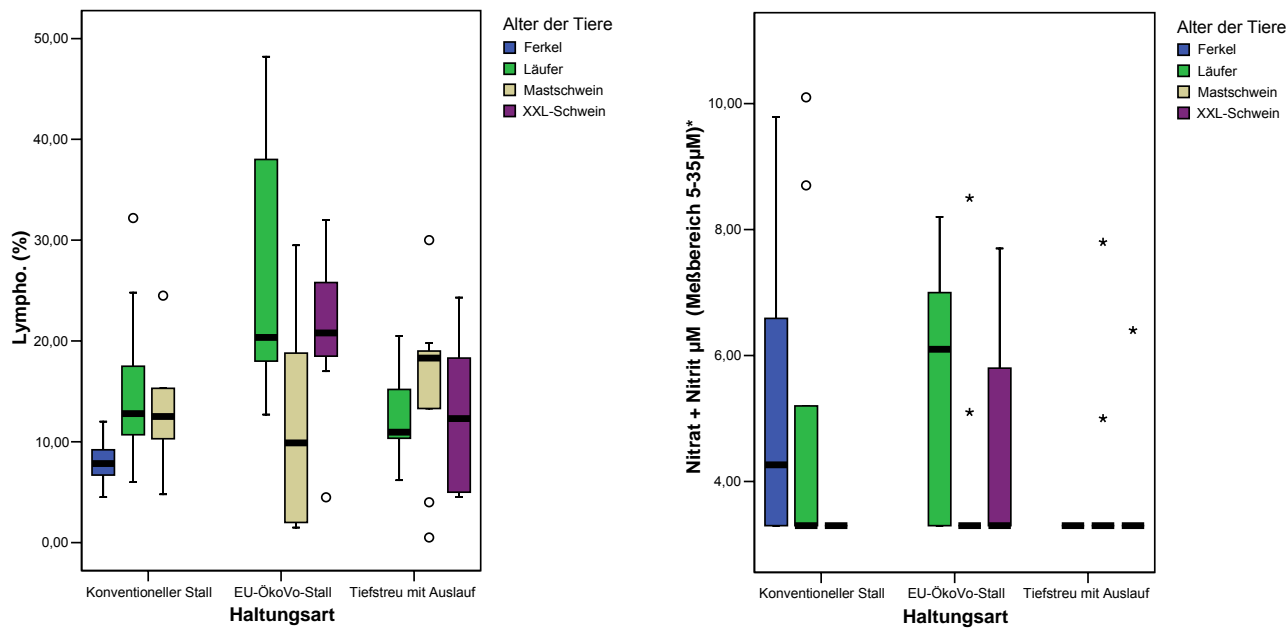


Abb. 67: Vergleichende Darstellung der BAL-Befunde über die verschiedenen Altersstufen in den Haltungssystemen A-C, Strang 2

5.3 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse

Im Vergleich der Tiere aus verschiedenen Haltungssystemen wurde deutlich, dass die Stallluftqualität – in der vorliegenden Untersuchung abgebildet über die Konzentration luftgetragener Endotoxine und Schimmelpilze – einen bedeutenden Einfluss auf die Häufigkeit und Ausprägung auffälliger Lungenbefunde bei den Schweinen hat. Am Beispiel der beiden ökologischen Haltungssysteme wurde die Bedeutung der Stallluftqualität bereits für die Ferkelaufzucht deutlich: aus den Bedingungen des Warmstalles kommend, in dem hohe Endotoxin- und Schimmelpilzkonzentrationen dokumentiert wurden, zeigten die Läufer in System B deutlich häufiger auffälliger Lungenbefunde als die gleichaltrigen Tiere in System C.

Dieser enge Zusammenhang von Endotoxin-Konzentration und Ausmaß auffälliger Lungenbefunde ließ sich im Rahmen der Studie jedoch nicht durchgängig darstellen, wie z.B. der Vergleich der Lungenbefunde von Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen zeigte: den höchsten Anteil auffälliger Lungenbefunde wiesen hier die Tiere aus dem Stall nach EU-Öko-VO auf, deren Endotoxinexposition im Vergleich zu den anderen Stall-Haltungssystemen jedoch am geringsten war. Wie dargestellt, war das Management in diesem System nicht optimal, so dass dieser Faktor das Geschehen möglicherweise dominierte. Denn auf dem Hintergrund der histologischen Befundung ist davon auszugehen, dass die Auffälligkeiten im Bereich der Lungen v.a. Folgen eines infektiösen Geschehens sind, das in der Regel auf – in der vorliegenden Untersuchung - nicht näher differenzierte virale Infekte zurückzuführen ist. Die histo-pathologischen Veränderungen betrafen das Lungeninterstitium und/oder die Alveolen und zeigten in unterschiedlichem Ausmaß Hinweise auf ein chronisches Geschehen.

Mit Hilfe der bronchoalveolären Lavage konnte im Vergleich von Mastschweinen aus verschiedenen Haltungssystemen wie auch über die Untersuchung der Zeitreihe von Schweinen aus dem konventionellen Haltungssystem dargestellt werden, dass höhere Endotoxinkonzentrationen zu einer Reduktion der relativen Makrophagenkonzentration bei einem relativen Anstieg der Lymphozyten führen. Dies ist dahingehend zu deuten, dass es in Abhängigkeit von der Exposition zu unspezifischen entzündlichen Prozesse im Bereich der Atemwege kommt. Diese scheinen mit einer permissiven Wirkung gegenüber (viralen) respiratorischen Infektionen einher zu gehen, wie in einem experimentellen Ansatz am Beispiel der PRRS-Virus-Infektion gezeigt werden konnte¹⁵ Aufgrund des im vorliegenden Forschungsvorhaben gewählten Ansatzes ist es jedoch nicht möglich zu überprüfen, ob die in Strang 1 als Positiv-Kontrolle dienenden Freilandschweine tatsächlich weniger anfällig für respiratorische Infektionskrankheiten waren als die in Ställen gehaltenen Tiere. Im Hinblick auf das histopathologische Bild eines makroskopisch auffälligen Lungenbezirkes waren kaum grundsätzliche Unterschiede zwischen Freilandschweinen und Mastschweinen aus Stallhaltung festzustellen. Zudem schien die Häufigkeit und Schwere auffälliger Lungenbefunde in der vorliegenden Untersuchung bei weitem durch das (Hygiene)-Management der Betriebe beeinflusst worden zu sein und weniger durch die Luftkonzentration an Staub, Schadgasen und/oder Endotoxinen und anderen biologischen Parametern. Die Frage nach dem Zusammenhang von Endotoxinexposition und Häufigkeit und Schwere von respiratorischen Infektionen könnte letztlich nur im Rahmen einer Längsschnittuntersuchung überprüft werden, wobei darauf geachtet werden müsste, dass das Hygienemanagement (inkl. Impfungen und Entwurmungen) bei den dann zu untersuchenden Tieren aus Freilandhaltung und verschiedenen Stallhaltungen vergleichbar gut ist.

6 Schlussfolgerungen

Die Befunde und Ergebnisse, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gewonnen wurden, lassen sich zu den folgenden Aussagen und Empfehlungen verdichten:

- Die auffälligen Befunde im Bereich der Lungen von Schweinen sind am ehesten auf ein infektiöses Geschehen unter Beteiligung von Viren zurückzuführen.
- Auffällige Lungenbefunde kamen in den untersuchten Betrieben sowohl im konventionellen als auch in den ökologischen Haltungssystemen vor, ohne dass das histo-pathologische Bild Hinweise auf grundsätzliche Unterschiede in der Genese der Veränderungen gäbe.
- Managementfaktoren haben einen bedeutenden Anteil am Infektionsgeschehen. Insbesondere zu nennen ist die Bekämpfung von Endoparasiten, ein ausreichender Impfschutz und eine optimale Bestandshygiene. Zu empfehlen ist darüber hinaus, die Zahl der Ferkelzulieferer möglichst einzugrenzen und bereits bei der Ferkelaufzucht auf die Umsetzung von Hygienemaßnahmen und Infektionsprophylaxe (Impfungen, Entwurmung) zu achten.
- Befunde aus der Literatur^{15, 18} weisen darauf hin, dass die Belastung der Stallluft durch Endotoxine einen zusätzlichen negativen Effekt auf die immunologische Kompetenz der Schweine-Lungen hat. Vor diesem Hintergrund sind Haltungsbedingungen zu wählen, die mit einer möglichst geringen Endotoxinexposition der Tiere einhergehen.

Gerade im Hinblick auf die Reduktion der Endotoxinexposition besteht noch großer Forschungsbedarf. Vor dem Hintergrund der dokumentierten großen Häufigkeit auffälliger Lungenbefunde bei den Tieren – und der bekannten Zusammenhänge der Stallluftqualität mit dem Auftreten von Atemwegserkrankungen bei Beschäftigten in der Landwirtschaft - sollten jedoch in der konventionellen wie auch ökologischen Schweinehaltung weitere Anstrengungen unternommen werden, die Haltungsbedingungen und das Management derart anzupassen, dass die Exposition für die Tiere und den arbeitenden Menschen geringer wird. Wie bereits im Projekt 02OE615 aufgezeigt, sind eingestreute Haltungsverfahren hierbei nicht schlechter zu beurteilen als nicht-ingestrierte Haltungsverfahren, wenn die baulich-technischen Gegebenheiten an die Erfordernisse des Haltungsverfahrens angepasst sind.

7 Dank

Das Forschungsvorhaben wäre ohne die Hilfe der folgenden Personen nicht durchführbar gewesen:

Frau Dipl.-Ing. Nicole Blomberg, Herr Dipl.-Ing. Heiko Diefenbach, Herr cand.-Ing. Jan Klemme, Herr stud.-Ing. Matthias Fritzsche und Frau cand.-Ing. Martha Ilsemann (Bergische Universität Wuppertal) - Durchführung der Luftmessungen im Hinblick auf die Belastung mit Mikroorganismen und deren Stoffwechselprodukten sowie die arbeitsmedizinischen Staubmessung.

Frau Angelika Häußermann und Herr Christian Appel (Universität Hohenheim) - Durchführung der Stallluftmessungen (Gase und Staub) auf dem Unteren Lindenhof

Frau Tierärztin Marlene Ebke und Frau Tierärztin Tina Benninger - Durchführung der Schlachtkörperuntersuchungen und der bronchoalveolären Lavage sowie Entnahme der histologischen Proben.

Frau PD Dr. Monika Raulf-Heimsoth mit dem Team des Bereichs Allergologie/Immunologie des BGFA Bochum - Aufarbeitung und Untersuchung der BAL sowie die ausführliche Diskussion der Befunde.

Herr Dr. Ulrich Eskens und Frau Tierärztin Anne Nessler, Abteilung 2 – Veterinärmedizin, Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Gießen – histo-pathologische Untersuchung und ausführliche Diskussion der Befunde.

Herr Dr. Michael Lohmeyer mit dem Team vom Mikrobiologischen Labor Dr. Balfanz – Dr. Lohmeyer GbR - mikrobiologische Analysen der Luftproben.

sowie weitere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den verschiedenen Institutionen – allen voran die Landwirte, Betriebsleiter und Beschäftigten der Betriebe und Schlachthöfe, auf denen die Untersuchungen durchgeführt wurden.

8 Anhang

8.1 Anhang zu Material und Methoden

8.1.1 Anhang zur Schlachtkörperuntersuchung

Tabelle 44: Befundschlüssel Tierkörper

<p>Leber Parasiten</p> <p>bei Vorkommen von Milkspots zusätzlich Quantifizierung durch Angabe „Leber ausgeputzt bzw. verworfen“</p>	<p>Leber Entzündung</p> <p>bei akuten oder chron. Veränderungen zusätzlich Quantifizierung durch Angabe „Leber ausgeputzt bzw. verworfen“</p>	<p>Lunge ggr.</p> <p>Veränderungen die weniger als 10% der Lunge betreffen. „nur Spitzlappen betroffen“</p>	<p>Lunge mgr.</p> <p>Veränderungen die mehr als 10% der Lunge betreffen. „mehrere Stellen über die gesamte Lunge verteilt“</p>	<p>Lunge hgr.</p> <p>Veränderungen die mehr als 30% der Lunge betreffen.</p>
<p>Leber ausgeputzt</p> <p>nur Teile der Leber werden entfernt (2-3 Milkspots)</p>	<p>Leber verworfen</p> <p>die Leber wird komplett vom Geschlinge abgeschnitten (mehr als 3 Milkspots)</p>	<p>Herzbeutelentzündung</p> <p>das Herz wird vom Geschlinge abgeschnitten</p>	<p>Geschlinge TBC[#]</p>	<p>Sonstige</p> <p>alle nicht aufgeführten Befunde</p>
<p>Darm verwachsen</p> <p>einzelne Verwachsungen unterschiedlicher Darmabschnitte</p>	<p>Darm entzündet</p> <p>einzelne Entzündungsherde unterschiedlicher Darmabschnitte</p>	<p>Darm Parasiten</p> <p>von außen sichtbarer Parasitenbefall unterschiedlicher Darmabschnitte</p>	<p>Darm TBC[#]</p>	<p>Darm Abszesse</p> <p>alle Abszesse unterschiedlicher Darmabschnitte, auch wenn sie die Tauglichkeit nicht beeinflussen</p>

[#]Tuberkulose

Tabelle 45: Befundschlüssel Organe

Brustfellentz. ggr. Veränderungen „Fünfstückgroß“	Brustfellentz. mgr. Veränderungen Handtellergröße	Brustfellentz. hgr. alle großflächigeren Veränderungen	Abszess alle Abszesse am Tierkörper, auch wenn sie die Tauglichkeit nicht beeinflussen	Hautschäden Veränderungen, die Hinweise auf Parasiten oder schlechte Haltungsbedingungen zulassen
Bauchfellentz. ggr. Veränderungen „Fünfstückgroß“	Bauchfellentz. mgr. Veränderungen Handtellergröße	Bauchfellentz. hgr. alle großflächigeren Veränderungen	Gelenke krankhafte Veränderungen an den distalen Gliedmaßen, auch wenn sie die Tauglichkeit nicht beeinflussen	
PSE* einseitig/beidseitig	TBC[#]	Myositis	Rotlauf	Septikämie
Ikterus	Eber/Zwitter	Hodenrest	Nierenveränderung	Sonstige

[#]Tuberkulose^{*}Pale, Soft and Exudative

8.2 Anhang zu Ergebnisse

8.2.1 Anhang zu Ergebnisse Strang 1

8.2.1.1 Anhang zu Luftqualität Strang 1

Zusätzlich zu den im Kapitel „Ergebnisse“ gezeigten Befunden wiesen die explorativen Messungen auf deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Konzentration von thermophilen Actinomyceten und *Aspergillus fumigatus* hin.

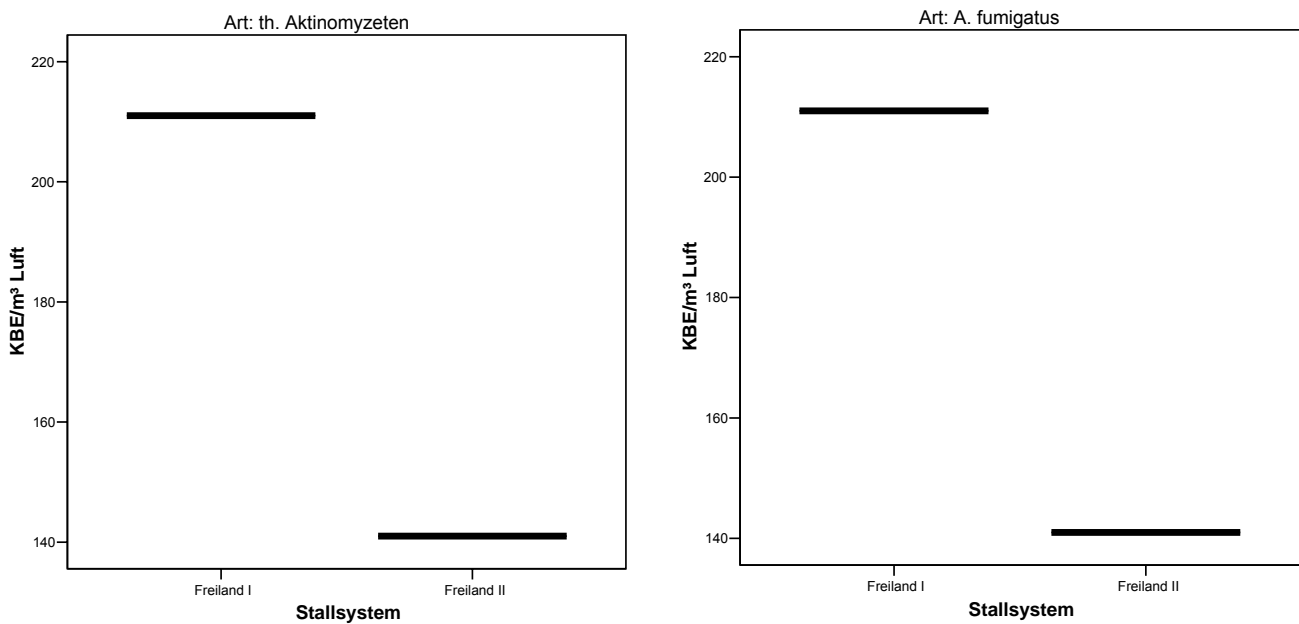


Abb. 68: Konzentration von thermophilen Actinomyceten und *A. fumigatus* in den Hütten der beiden Freilandhaltungssystem

Die Exposition gegenüber Staub stellte sich sehr uneinheitlicher dar, was vor allem an den Umgebungsbedingungen in der Freilandhaltung lag (Abb. 69, Abb. 70, Abb. 71).

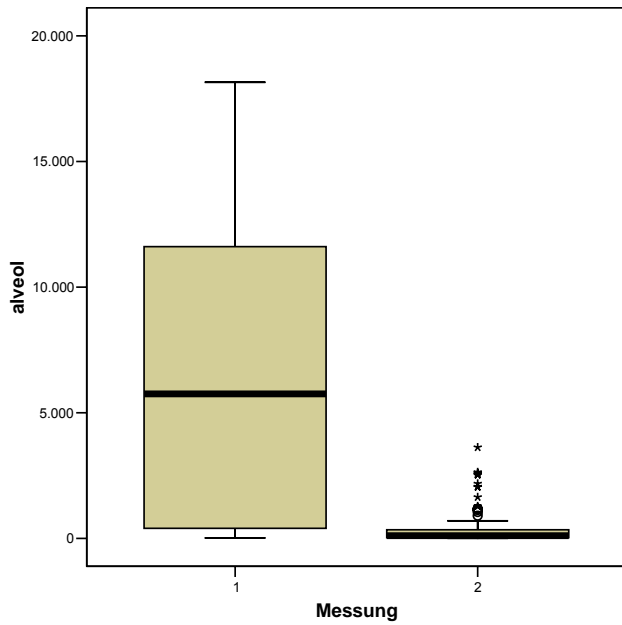
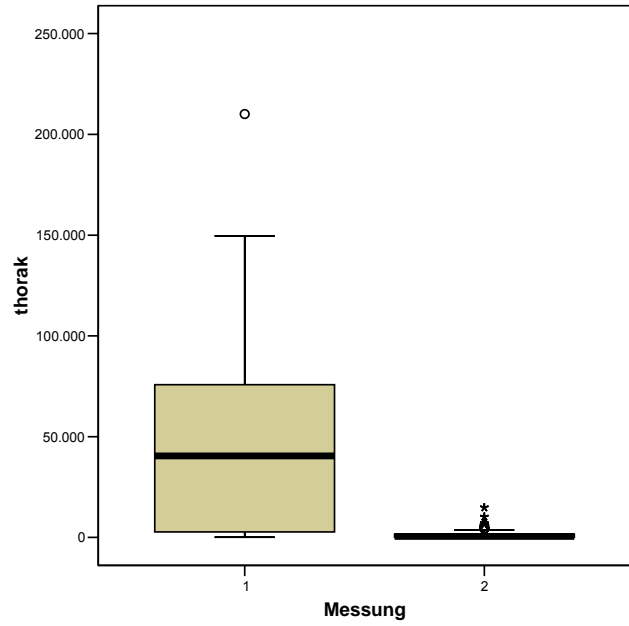
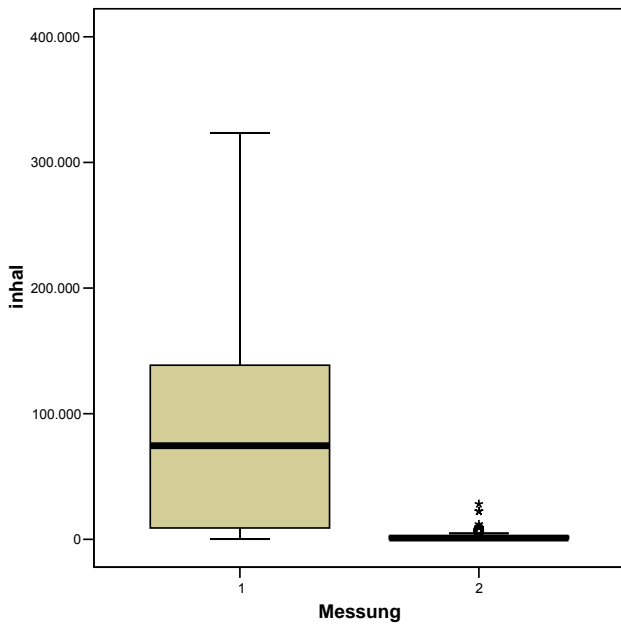


Abb. 69 Vergleich der Staubkonzentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in den beiden Freilandhaltungssystemen (Hütte), Messwerte aus kalter und warmer Jahreszeit

(Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thorakal = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

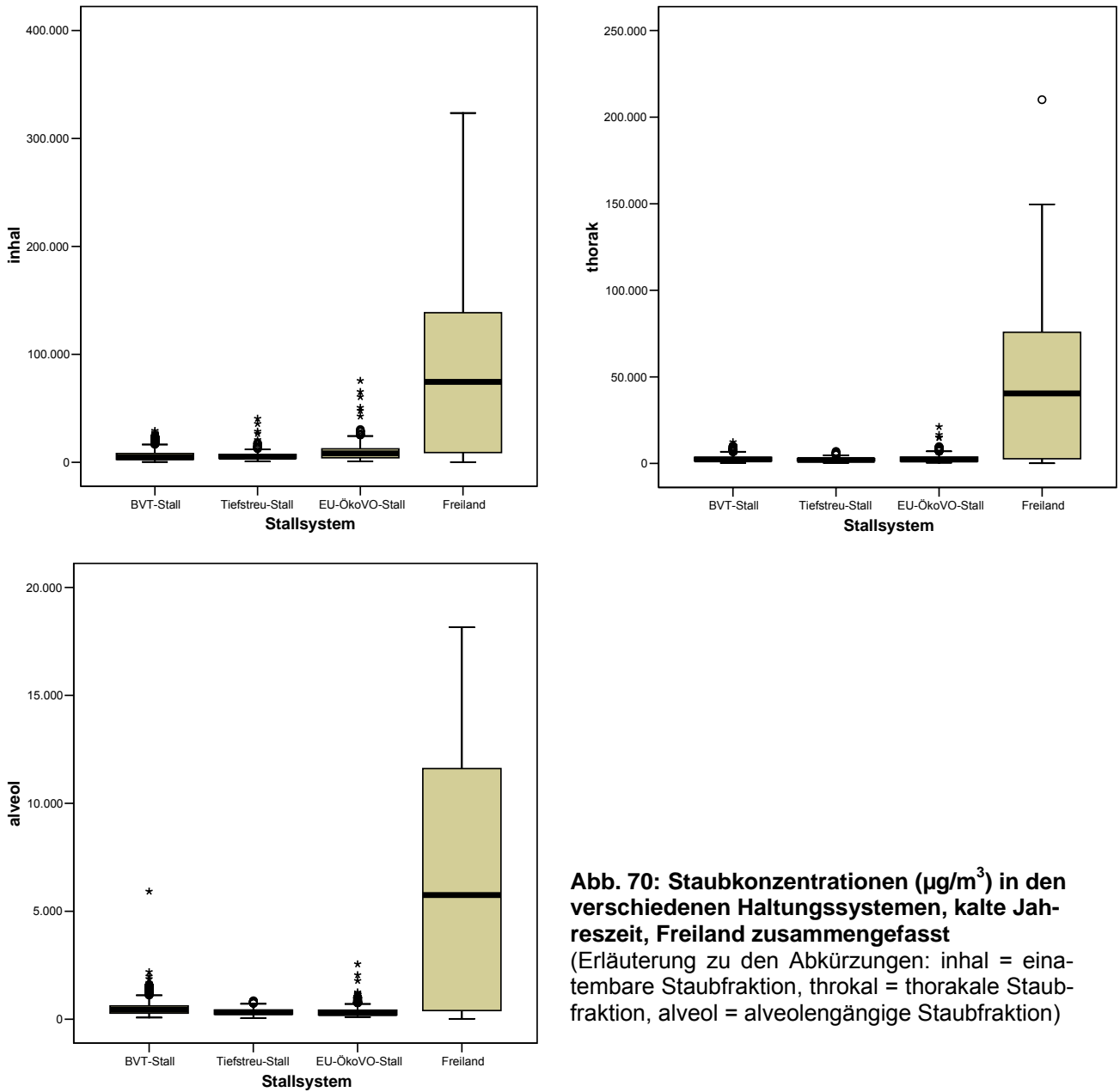


Abb. 70: Staubkonzentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in den verschiedenen Haltungssystemen, kalte Jahreszeit, Freiland zusammengefasst
 (Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thorakal = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

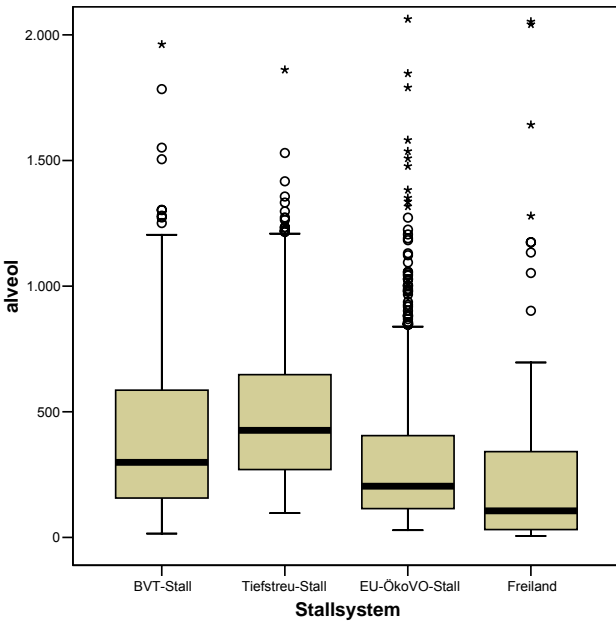
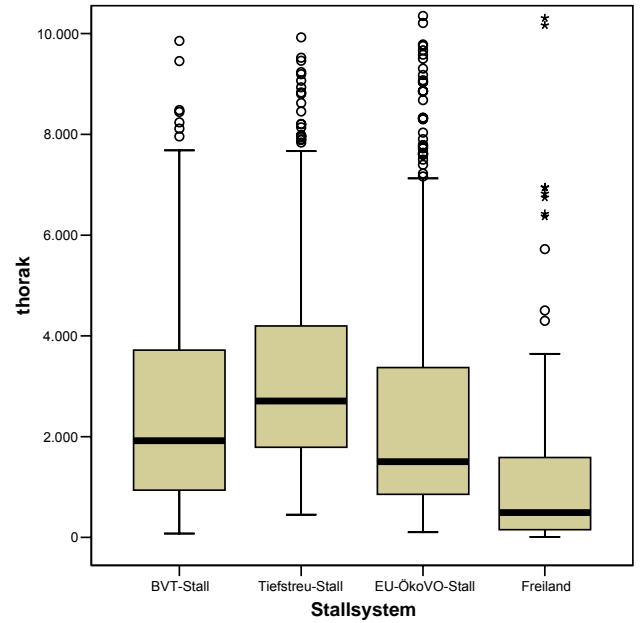
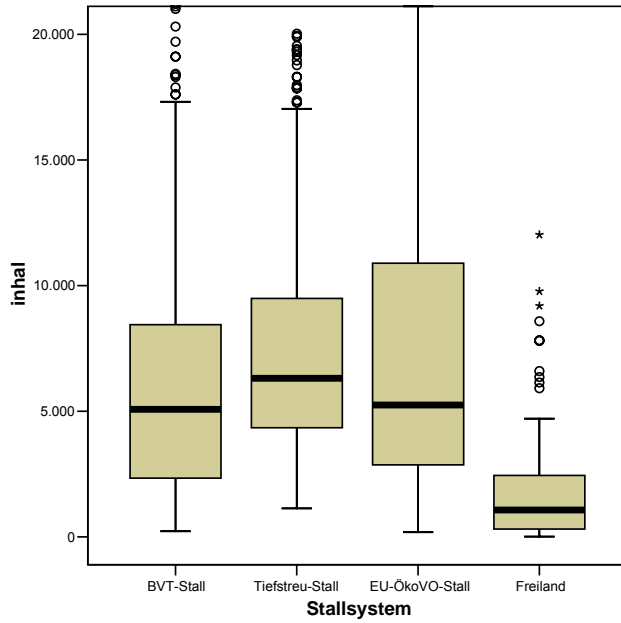


Abb. 71: Staubkonzentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in den verschiedenen Haltungssystemen, warme Jahreszeit, Freiland zusammengefasst
 (Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thorakal = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

8.2.1.2 Anhang zu histologischen Untersuchung Strang 1

1. Art und Häufigkeit des Vorkommens einzelner Zellen

Zusätzlich zu den unter „Ergebnisse“ gezeigten Zellmustern, fanden sich folgende Befunde unter den häufigsten Befundmustern (Beurteilung 1) (Abb. 72):

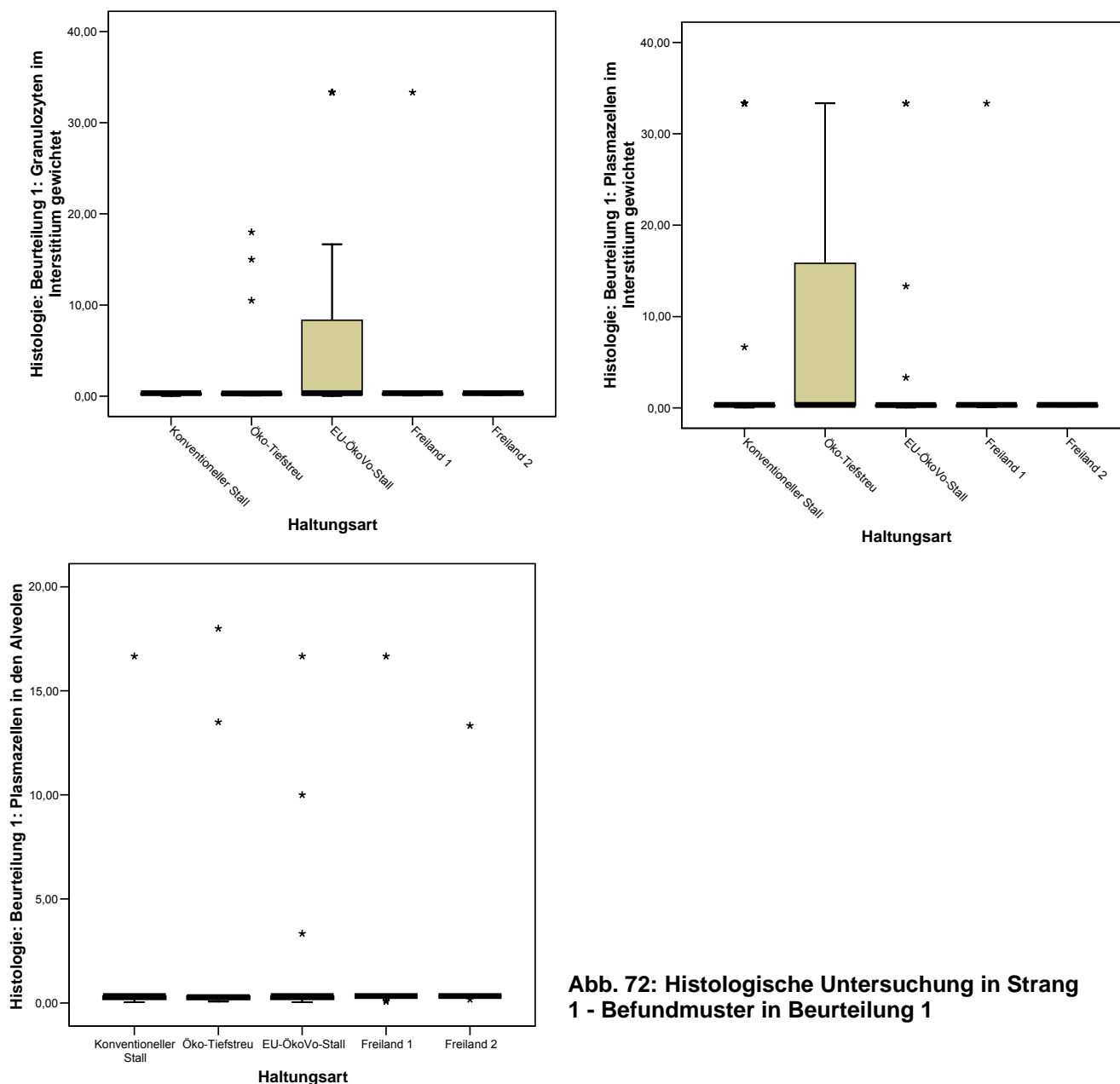
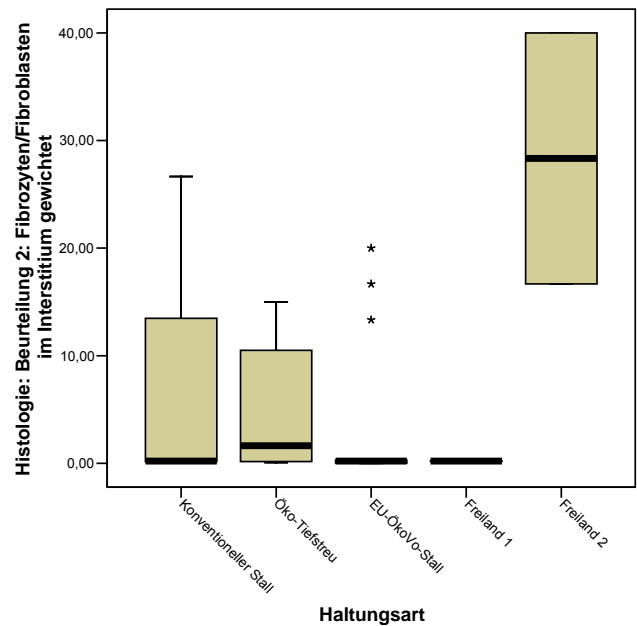
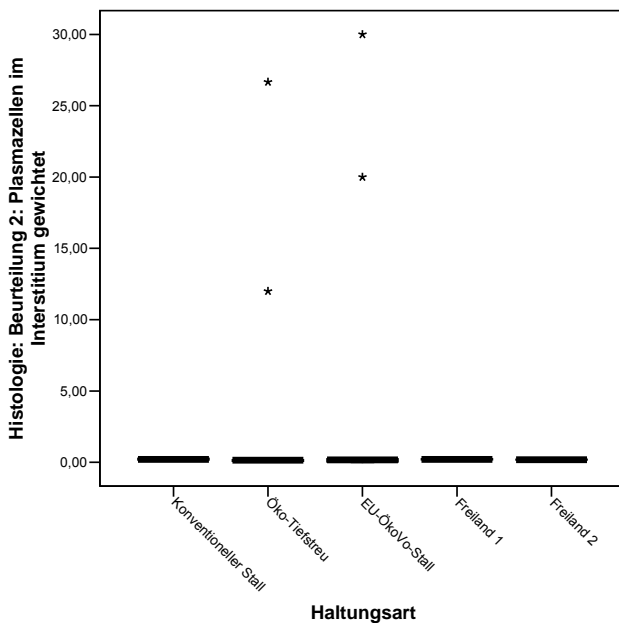
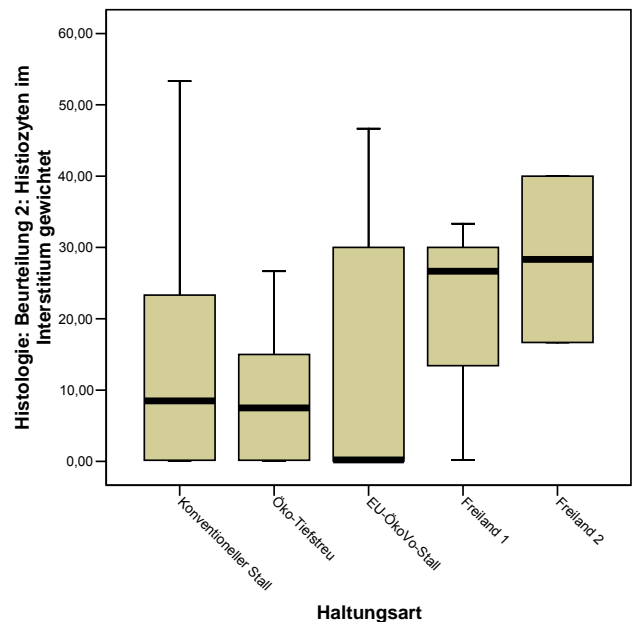
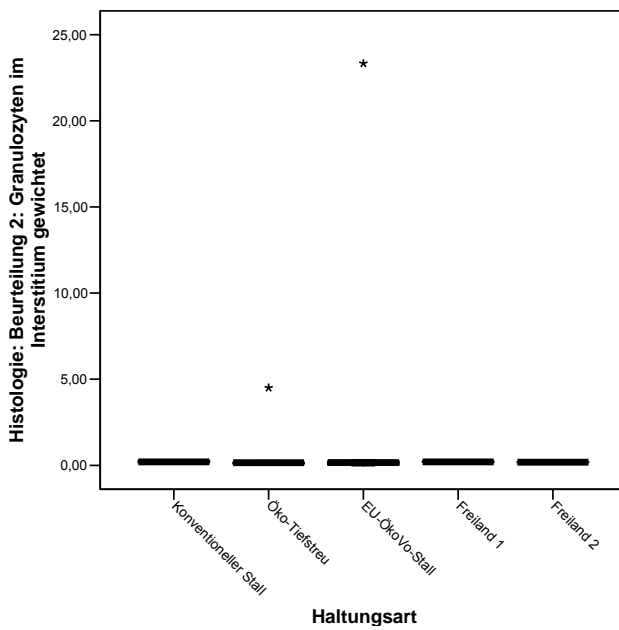
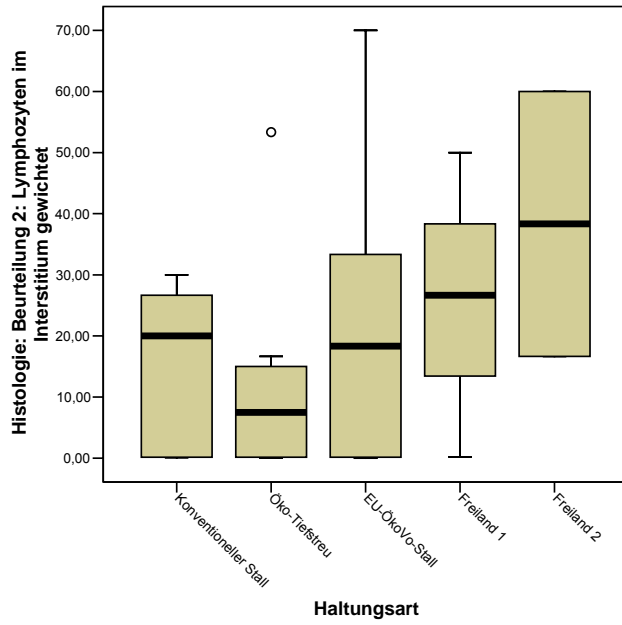
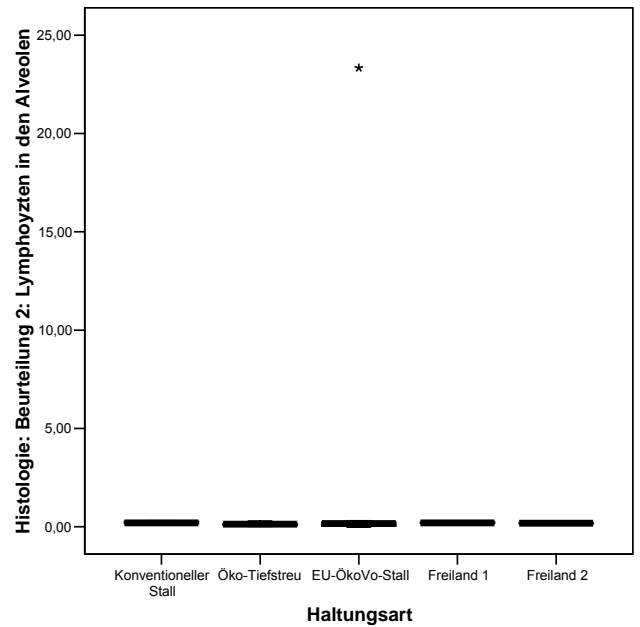
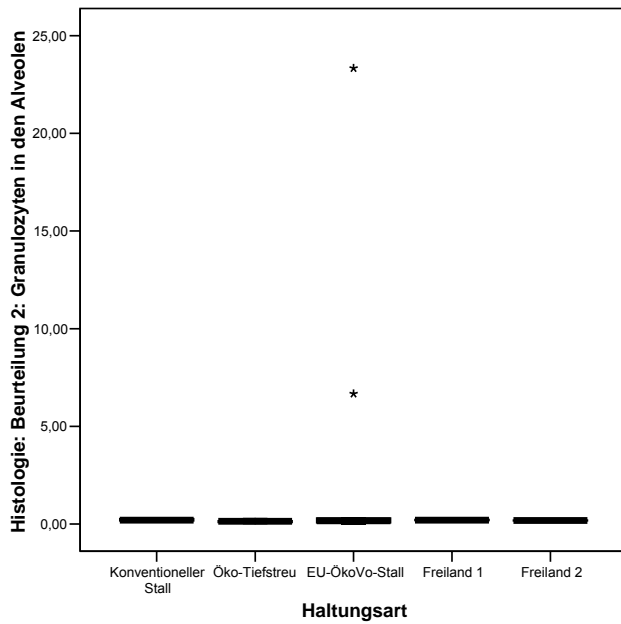
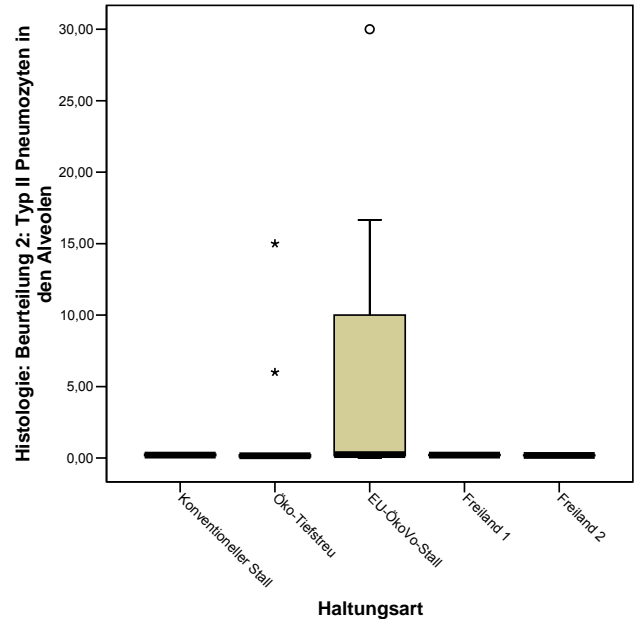
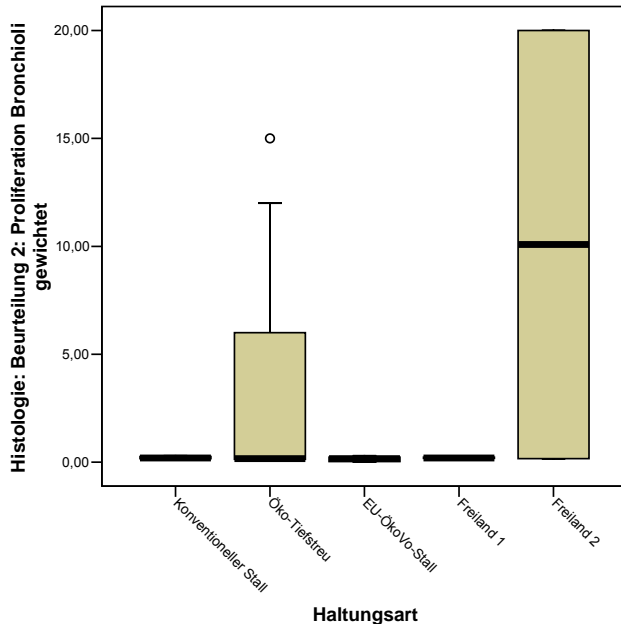


Abb. 72: Histologische Untersuchung in Strang 1 - Befundmuster in Beurteilung 1

Bei Beurteilung der übrigen Felder (Beurteilung 2) ergaben sich die in Abb. 73 dargestellten Verteilungen. Die im Vergleich zu Beurteilung 1 durchschnittlich niedrigeren Index-Werte sind darauf zurück zu führen, dass die dargestellten Muster die geringere Zahl von Feldern prägte.





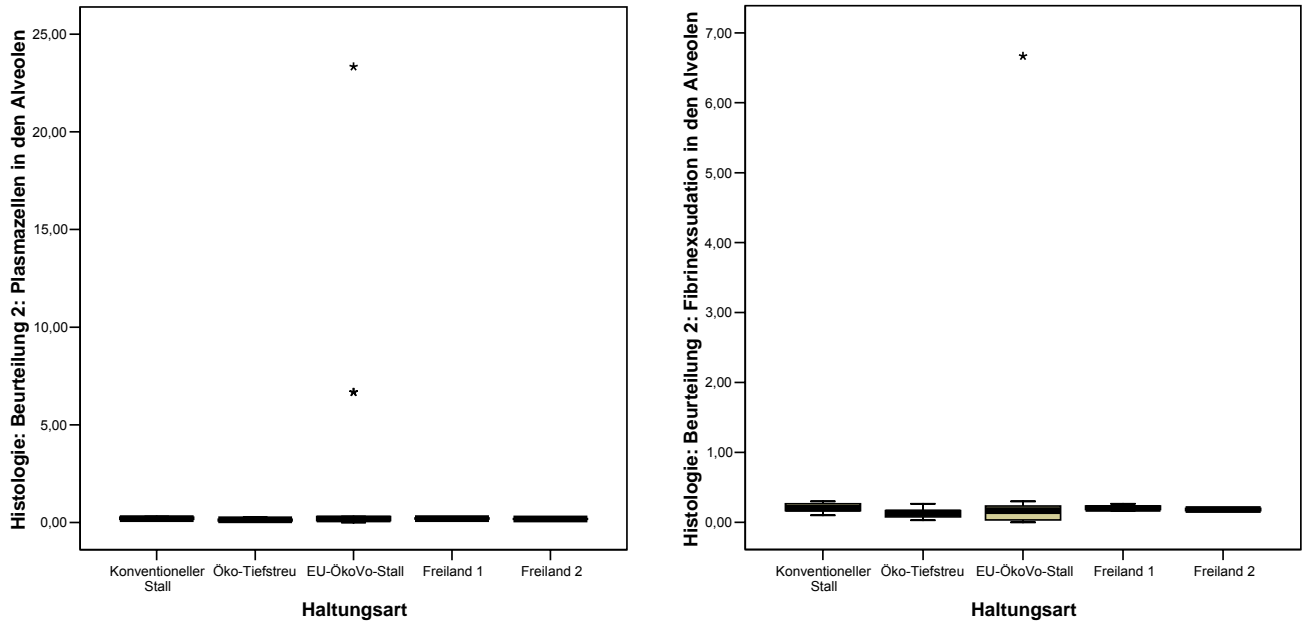
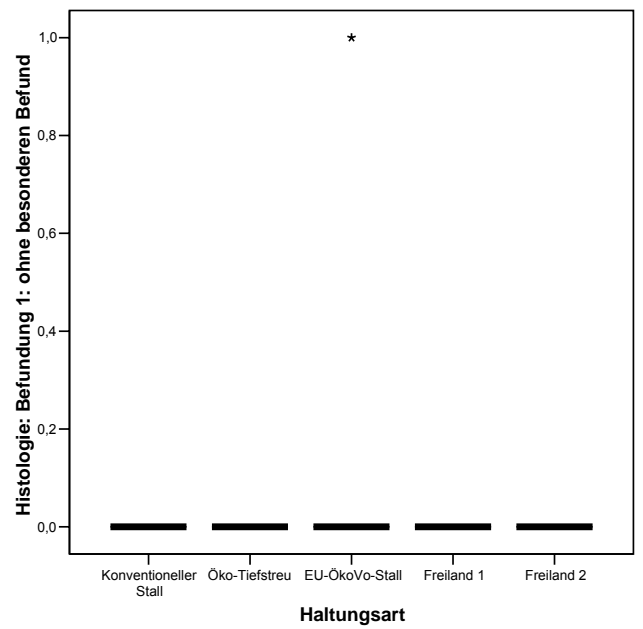
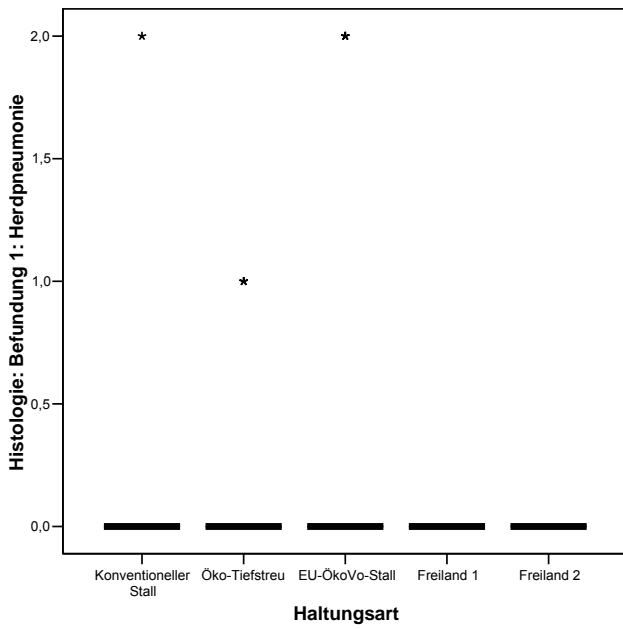
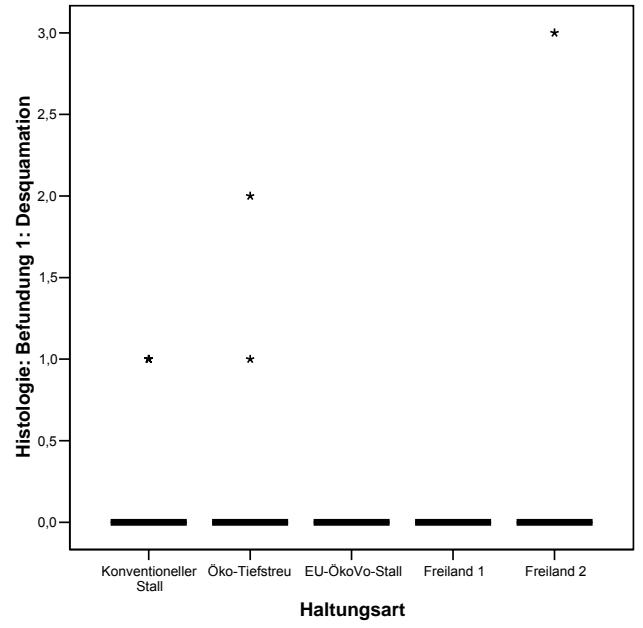
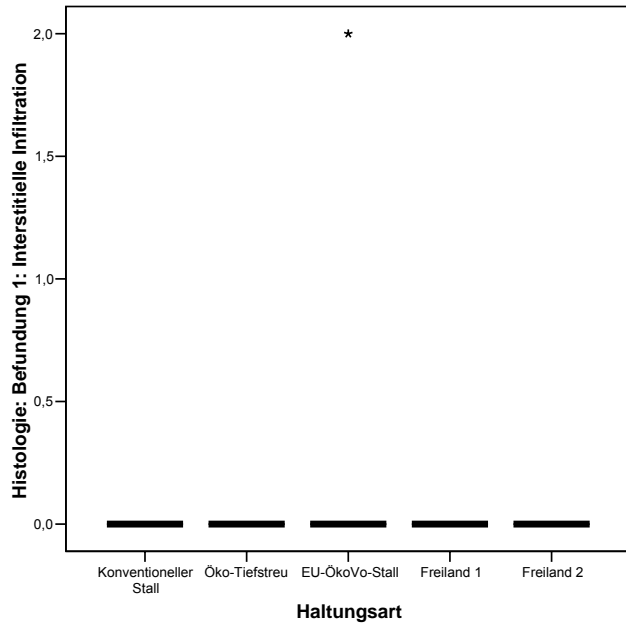


Abb. 73: Histologische Untersuchung in Strang 1 – seltener vorkommende Zellen und Strukturen (Beurteilung 2)

Im Hinblick auf typische Befundmuster ließen sich in der Beurteilung 2 (seltener Muster) keine für die einzelnen Bestände typischen Muster differenzieren (Abb. 74).



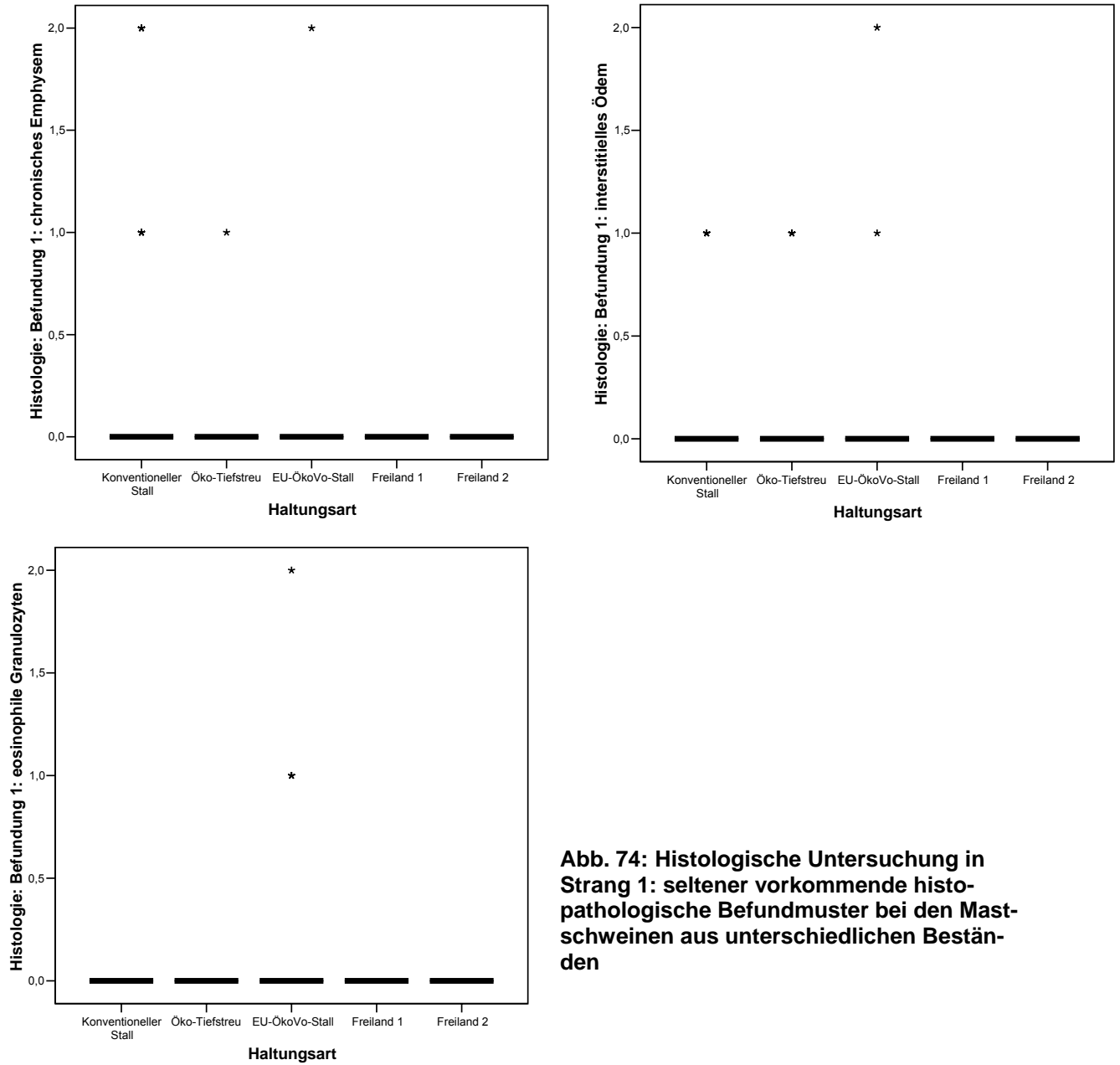


Abb. 74: Histologische Untersuchung in Strang 1: seltener vorkommende histopathologische Befundmuster bei den Mastschweinen aus unterschiedlichen Beständen

8.2.2 Anhang zu Ergebnissen in Strang 2

8.2.2.1 Anhang zu Luftqualität Strang 2

Arbeitsmedizinische Staubfraktionen - System A: konventionelles Haltungssystem

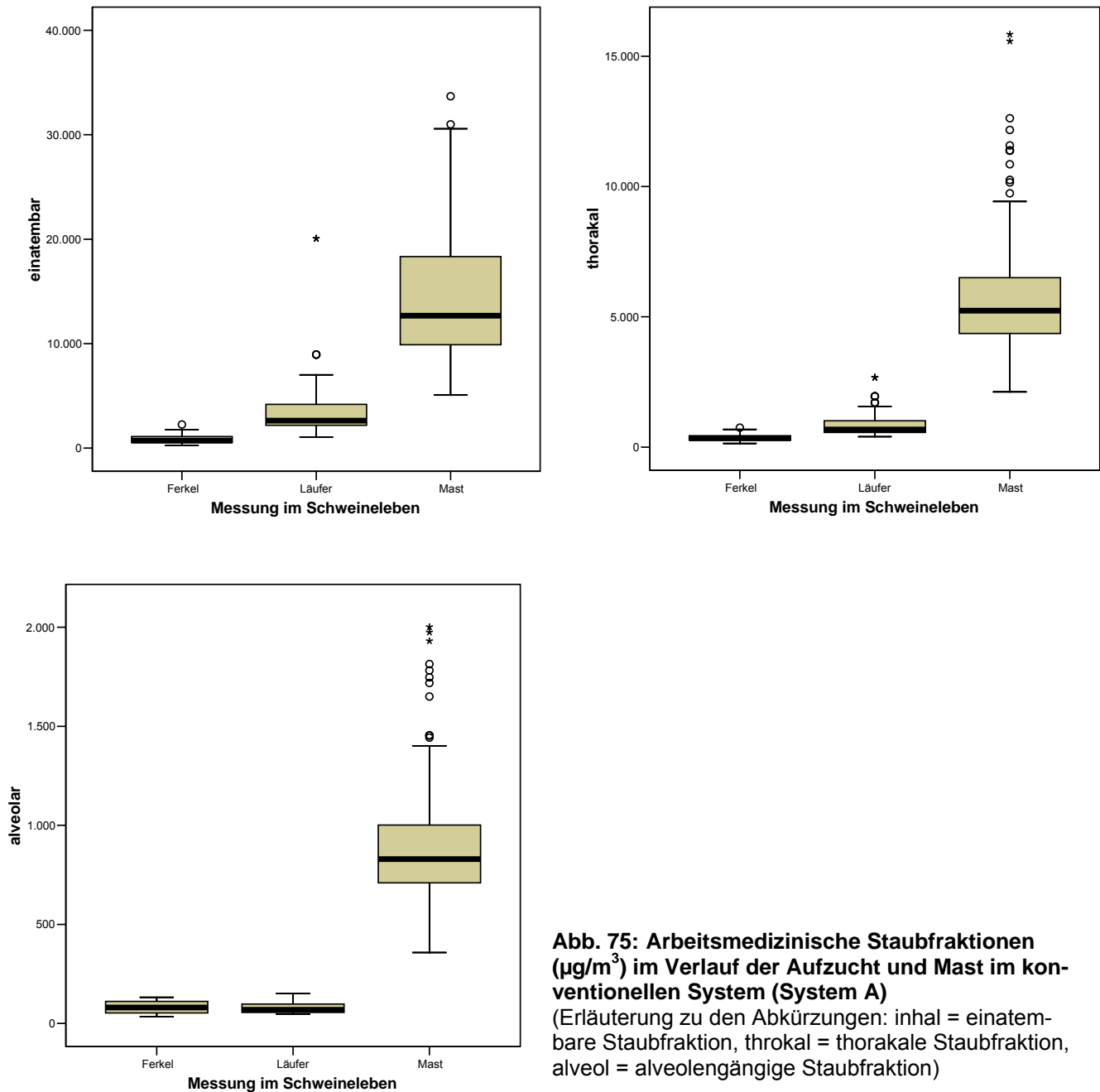


Abb. 75: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Verlauf der Aufzucht und Mast im konventionellen System (System A)

(Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thoral = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

Arbeitsmedizinische Staubfraktionen - System B: Stall nach EU-Öko-VO mit Ferkelzulieferer

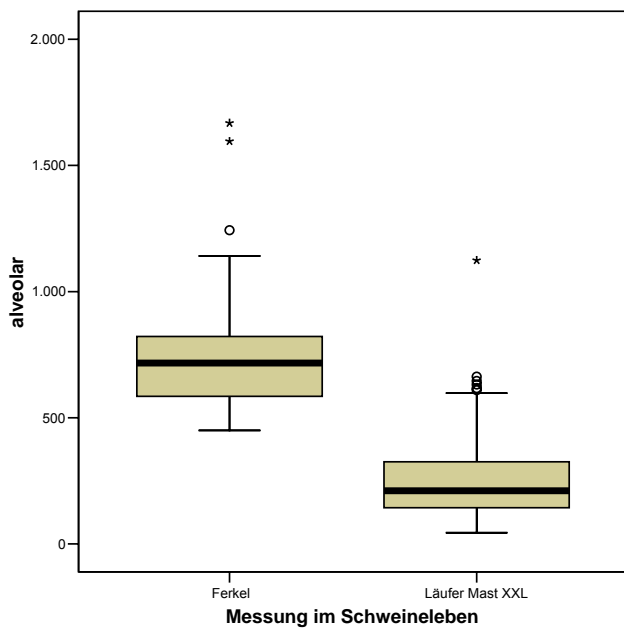
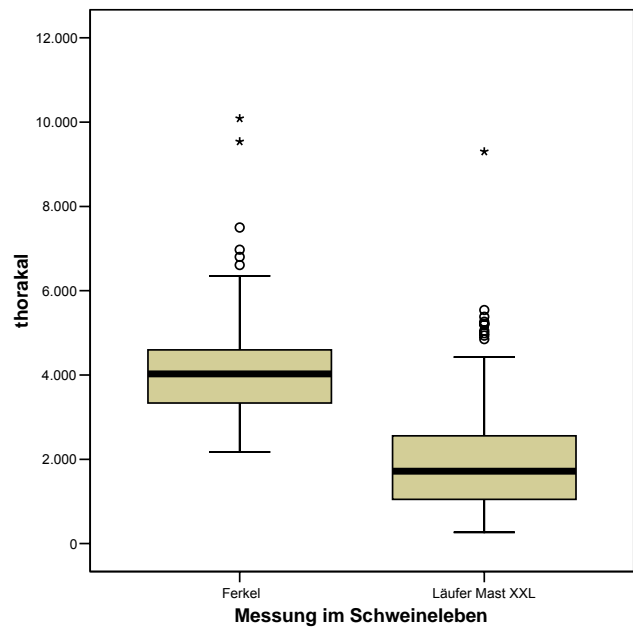
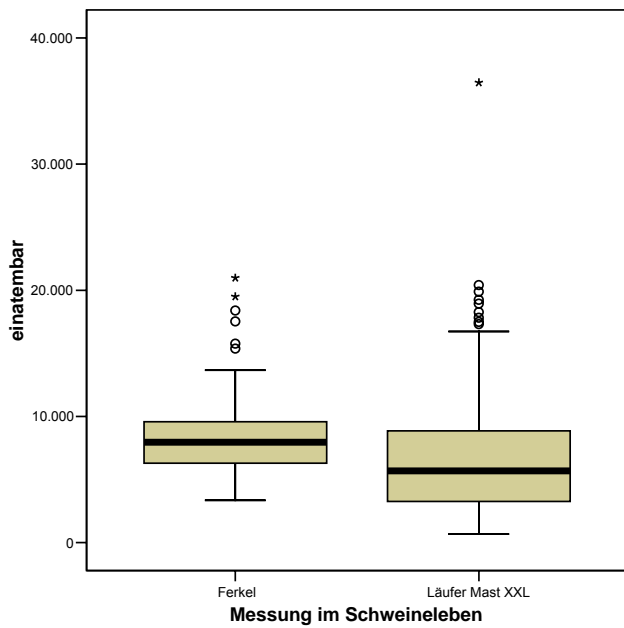


Abb. 76: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Verlauf der Aufzucht und Mast im System B (Mastschweinestall nach EU-Öko-VO)
 (Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, throkal = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

Arbeitsmedizinische Staubfraktionen - System C: Tiefstrestall mit Auslauf

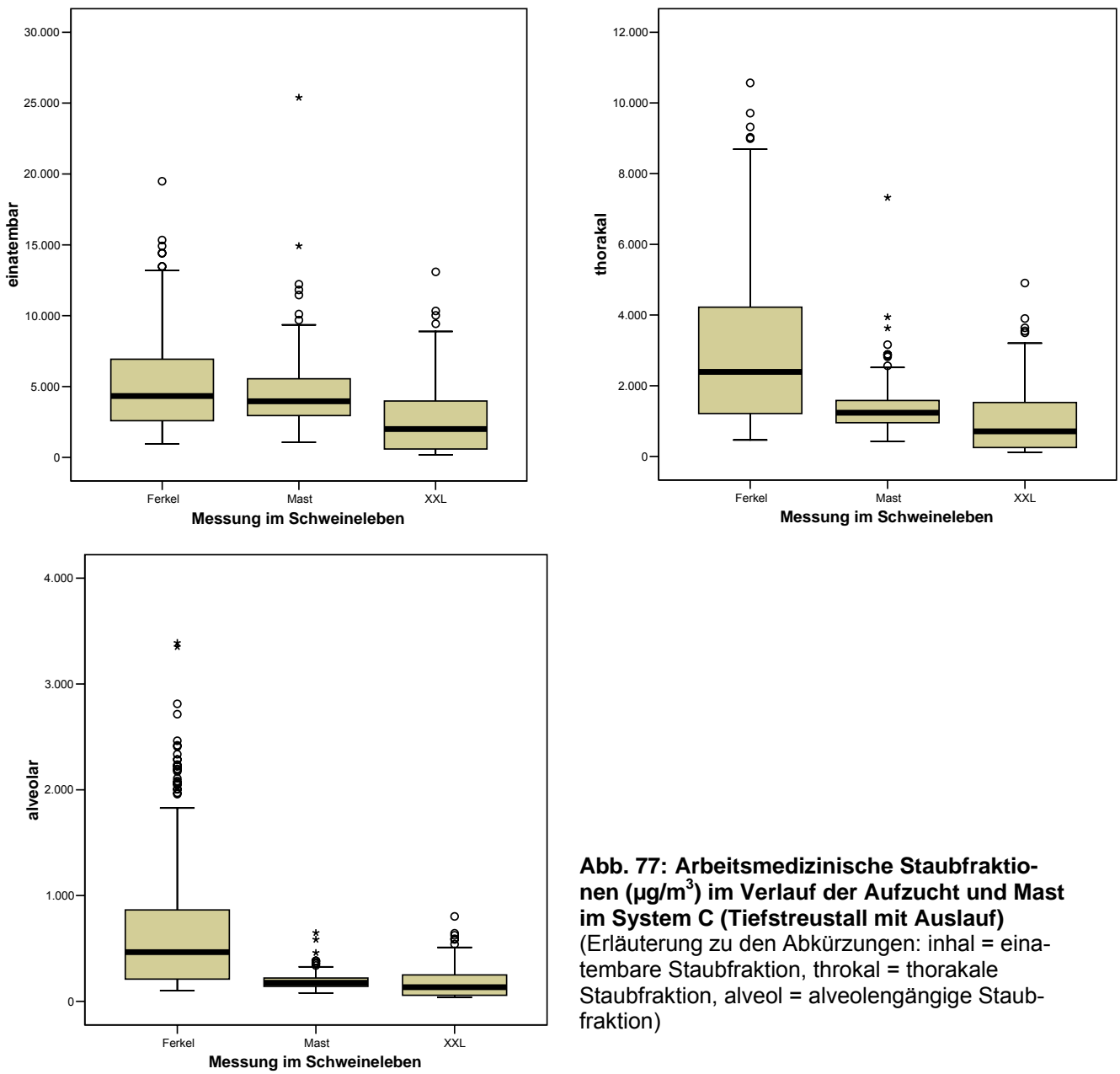


Abb. 77: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Verlauf der Aufzucht und Mast im System C (Tiefstrestall mit Auslauf)
 (Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thorakal = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

Vergleich der arbeitsmedizinischen Staubfraktionen in den drei Haltungssystemen:
Ferkel

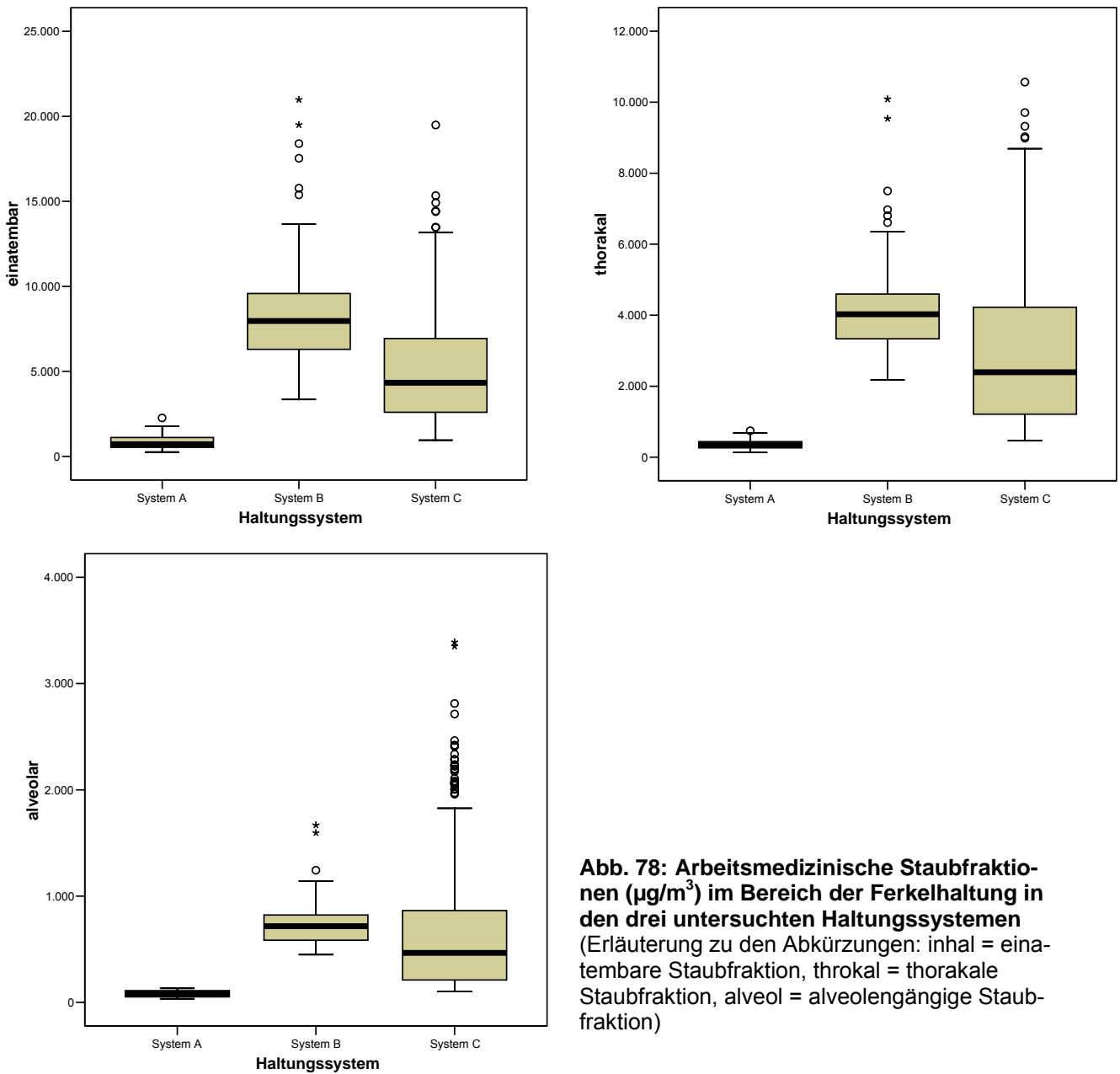


Abb. 78: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Bereich der Ferkelhaltung in den drei untersuchten Haltungssystemen (Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = eintembare Staubfraktion, throkakal = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

Vergleich der arbeitsmedizinischen Staubfraktionen in den drei Haltungssystemen:
Läufer

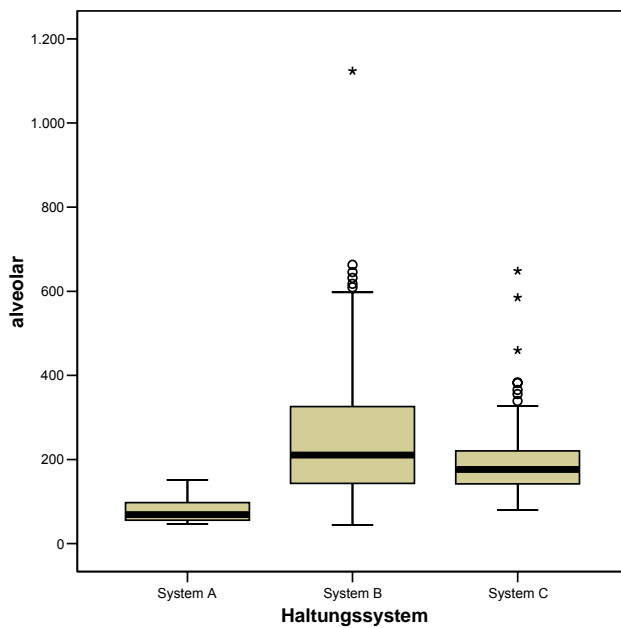
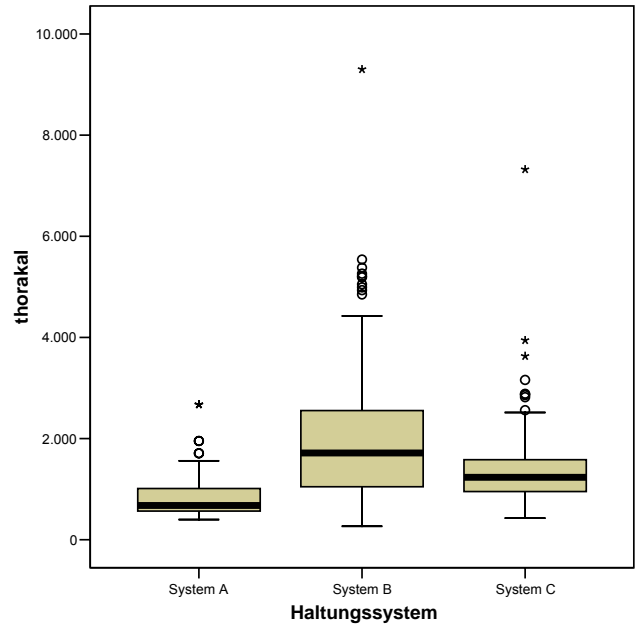
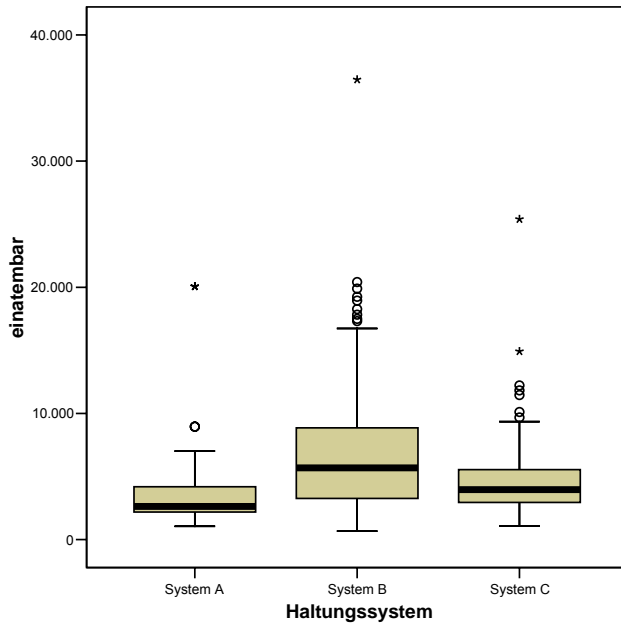


Abb. 79: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Bereich der Ferkelhaltung in den drei untersuchten Haltungssystemen

(Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thoral = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

Vergleich der arbeitsmedizinischen Staubfraktionen in den drei Haltungssystemen: Mastschweine

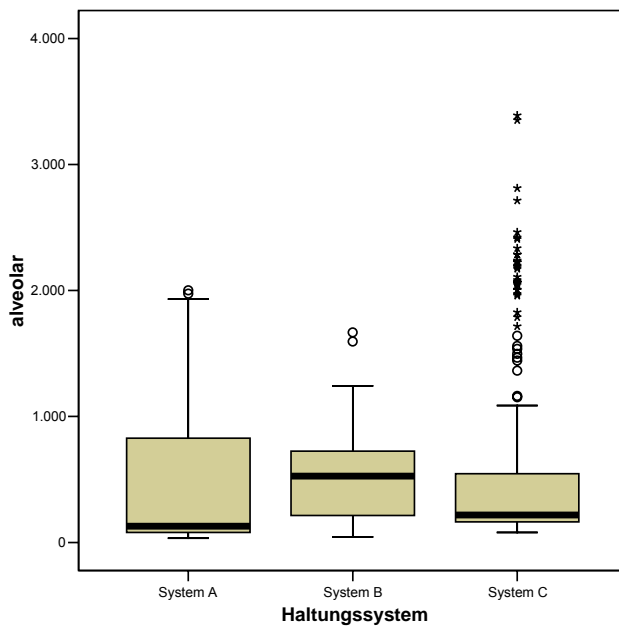
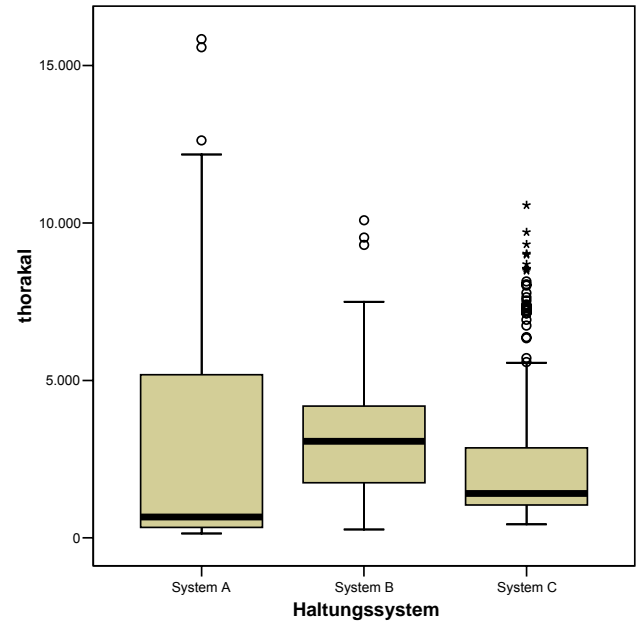
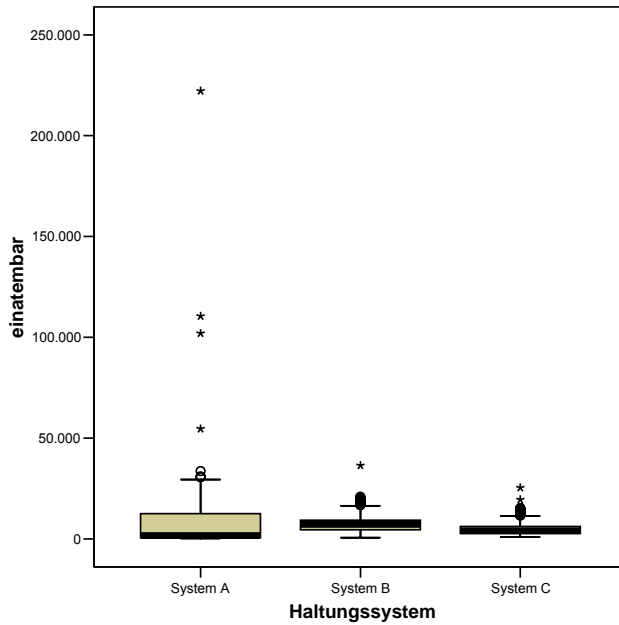


Abb. 80: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Bereich der Ferkelhaltung in den drei untersuchten Haltungssystemen

(Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thoral = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

Vergleich der arbeitsmedizinischen Staubfraktionen in den drei Haltungssystemen:
XXL-Schweine

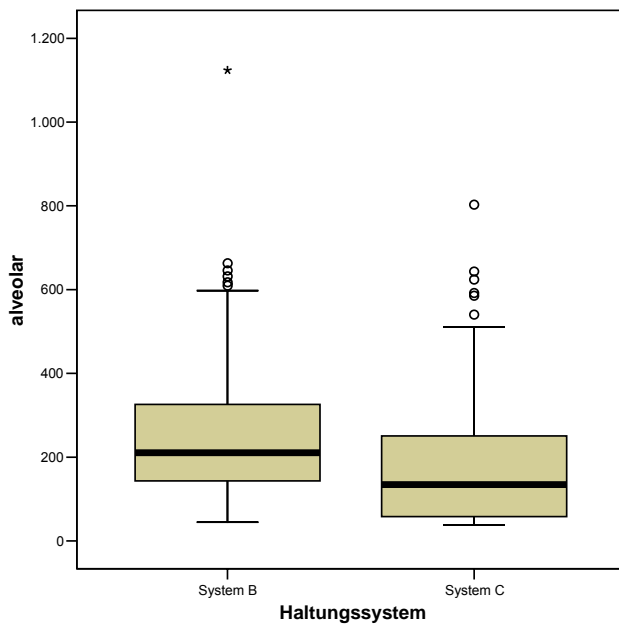
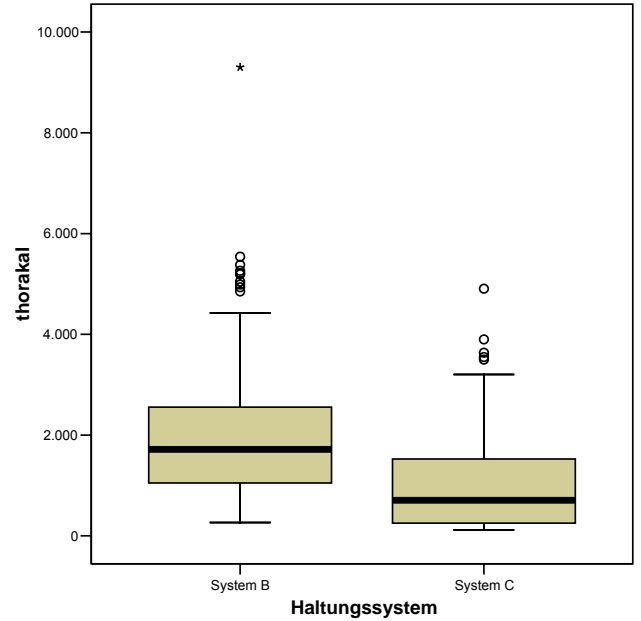
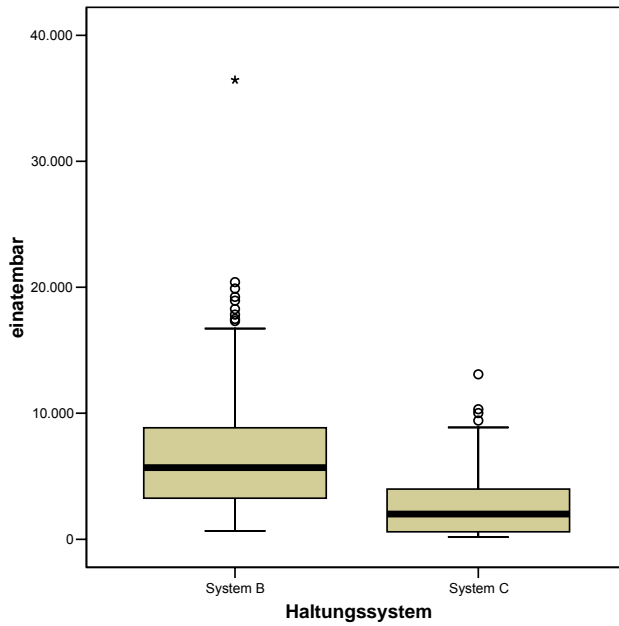


Abb. 81: Arbeitsmedizinische Staubfraktionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Bereich der Ferkelhaltung in den drei untersuchten Haltungssystemen

(Erläuterung zu den Abkürzungen: inhal = einatembare Staubfraktion, thoral = thorakale Staubfraktion, alveol = alveolengängige Staubfraktion)

9 Literatur

- ¹ Elbers, A. R. W., M. J. M. Tielen, W. A. J. Cromwijk, P. H. V. Voorst, J. T. Bais, G. Verhaeghen, A. A. De Bruyn (1992): Logbook recording on pig finishing farms in an Integrated Quality Control (IQC) project. *Tijdschr. Diergeneesk.* **117**, 41-48.
- ² Wolf, P. U. (1986): Untersuchungen zu Ursachen und Häufigkeit von Organbeurteilungen bei Schlachtschweinen – ein Beitrag zur Erhöhung der diagnostischen Aussagekraft der Fleischuntersuchungsstatistiken. Diss. Leipzig.
- ³ Zejda, J.E., Barber, E., Dosman, J.A., Olenchock, S.A., McDuffie, H.H., Rhodes, C., Hurst, T.: Respiratory health status in swine producers relates to endotoxin exposure in the presence of low dust levels, *J Occup Med*, **36**, 1994, 49-46.
- ⁴ Vogelzang, P.F.J., van der Gulden, J.W.J., Folgering, H., Kolk, J.J., Heederik, D., Preller, L, Tielen, J.M.J., Van Schayck, C.P.: Endotoxin exposure as a major determinant of lung function decline in pig farmers, *Am J Respir Crit Care Med*, **157**, 1998, 15-18.
- ⁵ Kirychuk, S., Senthilselvan, A., Dosman, J.A., Zhou, C., Barber, E.M., Rhodes, C.S., Hurst, T.S.: Predictors of longitudinal changes in pulmonary function among swine confinement workers, *Can Respir J*, **5**, 1998, 472-478.
- ⁶ Donham, K.J., Reynolds, S.J., Whitten, P., Merchant, J.A., Burmeister, L., Popen-dorf, W.J.: Respiratory dysfunction in swine production facility workers: dose response relationships of environmental exposures and pulmonary function, *Am J Ind Med*, **27**, 1995, 405-418.
- ⁷ Heederik, D., van Zwielen, R., Brouwer, R.: Across-shift lung function changes among pig farmer, *Am J Ind Med*, **17**, 1990, 57-58.
- ⁸ Nowak, D., Denk, G., Jörres, R., Kirsten, D., Wiegand, B., Hartung, J., Koops, F., Szadkowski, D., Magnussen, H.: Entzündungsreaktion in der Nasenlavage nach Provokation mit Stallstäuben unterschiedlichen Endotoxingehalts, in: Kessel, R.: 34. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Wiesbaden, 16.-19.05.1994, Gentner-Verlag, Stuttgart, 1994, 483-485.
- ⁹ Nowak, D., Denk, G., Jörres, R., Kirsten, D., Koops, F., Szadkowski, D., Wiegand, B., Hartung, J., Magnussen, H.: Endotoxin-related inflammatory response in nasal lavage fluid after nasal provocation with swine confinement dusts, *Am J Respir Crit Care Med*, **149**, 1994, A401.
- ¹⁰ Wang, Z.: Acute cytokine responses to inhaled swine confinement building dust, in: Arbetslivsinstitutet – National Institute for Working Life, Schweden (Hrsg.): *Arbete och Hälsa*, Band 23, Eigenverlag, Solna, 1997.
- ¹¹ Essen, von S.G., Scheppers, L.A., Robbins, R.A., Donham, K.J.: Respiratory tract inflammation in swine confinement workers studied using induced sputum and exhaled nitric oxid, *J Toxicol Clin Toxicol*, **36**, 1998, 557-565.
- ¹² Sjögren, B., Wang, Z., Larsson, B.M., Larsson, K., Larsson, P.H., Westerholm, P.: Increase in interleukin-6 and fibrinogen in peripheral blood after swine dust inhalation, *Scand J Work Environ Health*, **25**, 1999, 39-41.
- ¹³ Cormier, Y., Israel-Assaqag, E., Racine, G., Duchaine, C.: Farming practice and the respiratory health risks of swine confinement buildings, *Eur Respir J*, **15**, 2000, 560-565.
- ¹⁴ Myers, M.J., Farrell, D.E., Snider, T.G. 3rd, Post, L.O.: Inflammatory cytokines, pleuropneumonia infection and the effect of dexamethasone, *Pathobiology*, **71**, 2004, 35-42.
- ¹⁵ Van Gucht, S., van Reeth, K., Pensaert, M.: Interaction between Porcine Reproductive-Respiratory Syndrome Virus and Bacterial Endotoxin in the Lungs of Pigs:

Potential of Cytokine Production and Respiratory Disease. J Clin Microbiol, 41, 2003, 960-966.

¹⁶ Urbain, B., Mast, J., Beerens, D., N'Guyen, T.Q., Goddeeris, B., Ansay, M., Gustin, P.: Effects of inhalation of dust and endotoxin on respiratory tracts of pigs, AJVR, 60, 1999, 1055-1060.

¹⁷ Mombarg, M.J., Niewold, T.A., Stockhofe-Zurwieden, N., van Leengoed, L.A.M.G., Verheijden, J.H.M.: Assessment of Respiratory Herd Health in Weaner Pigs by Measuring Cellular Composition of Bronchoalveolar Lavage Fluid, J Vet Med B, 49, 2002, 424-428.

¹⁸ Jolie, R., Olson, L., Bäckström, L. : Bronchoalveolar lavage cytology and hematology : a comparison between high and low health status pigs at three different ages, J Vet Diagn Invest, 12, 2000, 438-443.

¹⁹ Raulf-Heimsoth, M., Persönliche Mitteilung