

**Weiterführende Untersuchungen zum
Feldversuch zur praxistauglichen Etablierung
von modifizierten Rundtränken als tiergerechte
Wasserversorgung von Pekingtonen bezüglich
Tiergesundheit, Stallklima und
Tränkwasserqualität**

Stefanie Pianka

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von

Prof. Dr. M. H. Erhard

**Weiterführende Untersuchungen zum
Feldversuch zur praxistauglichen Etablierung
von modifizierten Rundtränken als tiergerechte
Wasserversorgung von Pekingtonen bezüglich
Tiergesundheit, Stallklima und
Tränkwasserqualität**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Stefanie Pianka

aus Hagen

München 2013

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Korreferent/en: Priv.-Doz. Dr. Cornelia Deeg

Tag der Promotion: 09. Februar 2013

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATUR	2
2.1.	Einordnung der Pekingente in das zoologische System.....	2
2.2.	Entenhaltung	2
2.2.1.	Gesetzliche Grundlagen	2
2.2.2.	Haltungssysteme.....	2
2.2.3.	Wasserversorgung	2
2.2.4.	Wasserhygiene	2
2.3.	Bonitur.....	2
2.3.1.	Paddel.....	2
2.3.2.	Augen	2
2.4.	Stallklima	2
2.4.1.	Ammoniak.....	2
2.4.2.	Staub.....	2
2.5.	Keime.....	2
2.5.1.	Enterobakterien	2
2.6.	Blut.....	2
2.6.1.	Hämatokrit.....	2
2.6.2.	Hämoglobin.....	2
2.6.3.	Immunglobulin Y	2
2.7.	Knochen.....	2
2.8.	Wirtschaftlichkeit.....	2
2.8.1.	Geflügel- und Entenfleischproduktion	2
2.8.2.	Entenhaltung in Deutschland und Bayern.....	2
2.8.3.	Preise	2
3.	TIERE, MATERIAL UND METHODEN	2
3.1.	Versuchsablauf	2
3.2.	Tiere.....	2
3.3.	Haltung.....	2

3.4.	Fütterung.....	2
3.5.	Verwendete Tränkesysteme	2
3.5.1.	Nippeltränke	2
3.5.2.	Rundtränke Aqua Duc T	2
3.6.	Tierbeurteilung.....	2
3.6.1.	Paddelnekrose und -hyperkeratose bzw. Paddelspitzennekrose und - hyperkeratose	2
3.6.2.	Augenentzündung und Augenumgebung.....	2
3.6.3.	Verletzungen	2
3.7.	Schadgasmessung	2
3.7.1.	Ammoniak.....	2
3.7.2.	Staubgehalt.....	2
3.8.	Mikrobiologische Untersuchung.....	2
3.8.1.	Verwendete Materialien	2
3.8.2.	Probenmaterial und Probenaufbereitung.....	2
3.8.3.	Bestimmung der Gesamtkeimzahl im Tränkewasser.....	2
3.8.4.	Quantitative Untersuchung des Tränkewassers auf Enterobacteriaceae	2
3.8.5.	Tränkewasseruntersuchung auf Salmonellen.....	2
3.9.	Schlachtung.....	2
3.10.	Blutuntersuchung.....	2
3.10.1.	Entnahme und Aufbereitung	2
3.10.2.	Hämatokrit.....	2
3.10.3.	Hämoglobin.....	2
3.10.4.	Bestimmung von Immunglobulin Y (IgY) im Blutplasma	2
3.11.	Knochenuntersuchung.....	2
3.11.1.	Entnahme und Aufbereitung	2
3.11.2.	Bestimmung der Länge, Breite und Höhe.....	2
3.11.3.	Bestimmung der Knochenbruchfestigkeit und Dehnung	2
3.12.	Wirtschaftlichkeit.....	2
3.13.	Statistische Verfahren.....	2
3.13.1.	Deskriptive Statistik	2
3.13.2.	T-Test	2

3.13.3.	Absolute und relative Häufigkeiten.....	2
3.13.4.	Regression	2
3.13.4.1.	Lineare Regression.....	2
3.13.4.2.	Ordinale (kumulative logistische) Regression	2
3.13.4.3.	Multinomial-logistische Regression.....	2
3.13.4.4.	Binär logistische Regression	2
3.13.5.	Diagramme	2
4.	ERGEBNISSE	2
4.1.	Bonitur.....	2
4.1.1.	Paddelhyperkeratose.....	2
4.1.2.	Paddelhsitzenhyperkeratose	2
4.1.3.	Paddelnekrose.....	2
4.1.4.	Paddelspitzennekrose	2
4.1.5.	Augen	2
4.1.5.1.	Augenumgebung	2
4.1.5.2.	Augenentzündung.....	2
4.1.5.3.	Ulcus corneae	2
4.2.	Ammoniak.....	2
4.2.1.	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite	2
4.2.2.	Deskriptive Darstellung aller Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten.....	2
4.2.3.	Zusammenfassende Darstellung.....	2
4.3.	Staub.....	2
4.3.1.	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite	2
4.3.2.	Deskriptive Darstellung aller Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten.....	2
4.3.3.	Zusammenfassende Darstellung.....	2
4.4.	Mikrobiologische Untersuchung des Tränkwassers	2
4.4.1.	Überblick.....	2
4.4.2.	Gesamtkeimzahl	2
4.4.3.	Enterobacteriaceae	2
4.4.4.	Salmonellen.....	2
4.5.	Probenschlachtungen	2

4.5.1.	Schlachtwerte	2
4.5.2.	Blutparameter	2
4.5.2.1.	Hämatokrit und Hämoglobin.....	2
4.5.2.2.	Immunglobulin Y	2
4.5.3.	Knochenparameter	2
4.5.3.1.	Femura.....	2
4.5.3.2.	Tibiotarsi	2
5.	DISKUSSION	2
5.1.	Bonitur.....	2
5.1.1.	Paddel	2
5.1.2.	Augen	2
5.2.	Temperatur	2
5.3.	Ammoniak.....	2
5.4.	Staub.....	2
5.5.	Mikrobiologische Untersuchung des Tränkwassers	2
5.5.1.	Gesamtkeimzahl	2
5.5.2.	Enterobacteriaceae	2
5.5.3.	Salmonellen.....	2
5.6.	Probeschlachtungen	2
5.6.1.	Schlachtwerte	2
5.6.2.	Blutwerte	2
5.6.2.1.	Hämatokrit und Hämoglobin.....	2
5.6.2.2.	Immunglobulin Y	2
5.6.3.	Knochenparameter	2
5.7.	Schlussfolgerungen.....	2
6.	ZUSAMMENFASSUNG	2
7.	SUMMARY.....	2
8.	LITERATURVERZEICHNIS.....	2
9.	ANHANG	2
10.	DANKSAGUNG	2

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AS	Auffangschale
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
CA	Calzium
ca.	circa
cm	Zentimeter
d	Tag
Diss. vet. med.	Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
dl	Deziliter
DLG	Deutsche Landwirtschafts - Gesellschaft e.V.
E. coli	Escherichia coli
ELISA	Enzym linked immunosorbent assay
exp	Exponentialfunktion
F max	Maximal notwendige Kraft
F 1 und 2	Futterstrang 1 und 2
g	Gramm
h	Stunde(n)
ID	Infektionsdosis
Ig	Immunglobulin
I.E.	Internationale Einheit
i.d.R.	in der Regel
IL	Interleukin

K	Kontrolle
kg	Kilogramm
KbE	Koloniebildende Einheit
KI	Konfidenzintervalle
l	Liter
ln	Logarithmus naturalis Funktion
LfL	Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen
LT	Lebenstag
m	Meter
Max.	Maximum
MET	Methionin
m³	Kubikmeter
mg	Milligramm
Min.	Minimum
min	Minute
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mmol	Millimol
MW	Mittelwert
N	Newton
n	Anzahl
N1 – 3	Nippelstrang 1 - 3

NA	Natrium
NaCl	Natriumchlorid
NH₃	Ammoniak
n.s.	nicht signifikant
NT	Nippeltränke
NT - Seite	Nippeltränken - Seite (längs)
P	Phosphor
p	probability (= Signifikanzwert)
ppm	parts per million
R²	Bestimmtheitsmaß
RA	Rohasche
RFA	Rohfaser
RFE	Rohfett
RL	Richtlinie
RP	Rohprotein
RT	Rundtränke
RT – Seite	Rundtränken – Seite (längs)
s	Sekunde
s.	Signifikant
S.	Salmonella
SD	Standard Derivation (= Standardabweichung)
SE	Standard Error (= Standardfehler)
SEM	Standard Error of the Mean (= Standardfehler des Mittelwerts)

M	Mikro
obB	ohne besonderen Befund
USA	United States of America
V	Versuch
V.	Vena
vs	versus
z	zentriert
ZF	Zeitfenster
♂	männlich
♀	weiblich

1. EINLEITUNG

In Deutschland findet die kommerzielle Entenmast zurzeit in Bodenhaltung auf Einstreu und Nippeltränken statt. Es gibt weder in Europa noch in Deutschland verbindlich umgesetzte Anforderungen an die Haltung von Pekingenten.

Damit Enten als Wasservögel ihre biologischen Erfordernisse erfüllen können, hat der Ständige Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung in der Empfehlung in Bezug auf Pekingenten vom 22. Juni 1999 gefordert, dass Pekingenten, die zur Erzeugung von Fleisch, zur Zucht oder für andere landwirtschaftliche Zwecke gehalten werden, Zugang zu Badewasser haben sollten. Wo dies nicht möglich ist, sollten Wasservorrichtungen zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, den Kopf mit Wasser zu bedecken, Wasser mit dem Schnabel aufzunehmen und Wasser über den Körper zu schütten.

Daraufhin wurden lediglich auf Länderebene in Niedersachsen, Bayern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt freiwillige Vereinbarungen über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingenten beschlossen. Um in Deutschland ein rechtsbindendes Gesetz hinsichtlich tierfreundlicher Tränken für Pekingenten durchzusetzen, besteht allerdings noch Forschungsbedarf.

Dabei müssen jedoch nicht nur die biologischen Erfordernisse der Pekingenten berücksichtigt werden, sondern auch die wirtschaftliche Rentabilität für die Landwirte gewährleistet sein, da die alternativen Tränkevarianten mit höherem Wasserverbrauch einhergehen können. Auch die hygienische Qualität der alternativen Tränkesysteme muss sichergestellt werden, damit weiterhin sichere Lebensmittel produziert werden können.

Aufbauend auf bereits abgeschlossenen Arbeiten von Hirsch (2011) und Harnisch (2012) war es Ziel dieser Arbeit, modifizierte Rundtränken in Kombination mit Kunststoffrosten zum verbesserten Ablauf von Tränkwasser als alternative, tiergerechte Wasserversorgung mit den kommerziell verwendeten Nippeltränken zu vergleichen. Dabei wurden vor allem die Tränkwasserqualität, das Stallklima und die Tiergesundheit berücksichtigt. Zeitgleich wurde eine Dissertation von Franziska Bader (2013) durchgeführt, bei der der Schwerpunkt der Arbeit auf dem Verhalten der Enten lag.

2. LITERATUR

2.1. Einordnung der Pekingente in das zoologische System

Die Pekingente stammt von der Stockente ab. Da die Stockente sowohl anspruchslos als auch anpassungsfähig ist, stammen die Hausenten von dieser ab. (Grzimek, 2000; Mehner, 1983)

Die Stellung der Enten im zoologischen System kann der nachfolgenden Übersicht entnommen werden.

Tab. 1: Einordnung der Ente in das zoologische System (Sambraus, 1997; Siegmann, 2005)

Klasse	Aves	Vögel
Ordnung	Anseriformes	Gänsevögel
Familie	Anatidae	Entenvögel
Stammart	Anas platyrhynchos	Stockente
	Anas domesticus	Hausente

2.2. Entenhaltung

2.2.1. Gesetzliche Grundlagen

Schon im Tierschutzgesetz vom 18. Mai 2006 zuletzt geändert am 20. Dezember 2010 wird in § 2.1 gefordert, dass Tiere verhaltensgerecht untergebracht werden sollen.

Zur Haltung von Pekingenten hat der ständige Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen vom 22. Juni 1999 Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten herausgegeben. Diese besagen, dass Enten Zugang zu einem Auslauf und zu Badewasser haben sollten, wenn dies nicht möglich ist sollten Enten Zugang zu Wasservorrichtungen haben, die es ihnen ermöglichen den Kopf mit Wasser zu bedecken und Wasser mit dem Schnabel aufzunehmen, den Kopf unter Wasser zu tauchen und Wasser über den Körper zu schütten.

In Deutschland gibt es keine rechtlich umgesetzten Anforderungen an die Haltung von Pekingenten. Aber in den Bundesländern Bayern, Brandenburg, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt wurden Mindestanforderungen für die Haltung von Pekingenten erlassen. In den niedersächsischen Richtlinien wird gefordert, dass Wasser in ausreichender Menge und geeigneter Form zur Gefiederpflege zur Verfügung stehen soll. In den bayrischen Mindestanforderungen wird verlangt, dass die Tränken bei der Wasseraufnahme ein Eintauchen vom Schnabel, Nasenlöchern und Augen ermöglichen sollen.

2.2.2. Haltungssysteme

Bei der Haltung von Mastenten müssen zum einem die Wirtschaftlichkeit, die Hygiene und der Arbeitsaufwand berücksichtigt werden und zum anderen dem Wohlbefinden und dem natürliche Verhalten der Tiere Rechnung getragen werden (Knierim, 2002; Sambraus, 1997). Pekingenten haben relativ geringe Ansprüche an ihre Haltung und Fütterung, wachsen schnell und ihre Mortalitätsrate ist niedrig (Scholtyssek, 1978). Heutzutage ist die Entenmast stark intensiviert, es gibt weniger Betriebe, die allerdings sehr große Tierbestände besitzen. In Deutschland sind die führenden Bundesländer in der Entenhaltung Brandenburg, Niedersachsen und Bayern (Pingel et al., 2002).

Bei der Entenmast gibt es die Schnellmast, die mittellange Mast und die Langmast. Bei der Schnellmast, die die häufigste Form darstellt, werden die Enten vor der ersten Jungtiermauser mit 6 - 8 Wochen geschlachtet. Bei der mittellangen Mast ist die Haltung meistens mit Weidehaltung verbunden und die Schlachtung erfolgt vor der zweiten Endmauser mit 12 - 15 Wochen. Die Langmast kommt in der Regel aufgrund der hohen Kosten nicht vor (Methling, 2002).

Die häufigste Haltungsart von Mastenten ist die Bodenhaltung in geschlossenen Stallungen auf Tiefstreu. Bei geschlossener Stallhaltung kann das Stallklima den Bedürfnisse der Tiere durch optimierte Lüftung und Heizung angepasst werden. Hierbei wird die Haltung auf Einstreu und die einstreulose Haltung unterscheiden. Als Einstreu eignet sich nur saugfähiges Material wie kurzes Stroh oder Hobelspäne, da der Wassergehalt des Entenkots von über 80 % sehr hoch ist und die Tiere um die Tränken einen relativ hohen Spritzwasserverbrauch haben. Dabei ist dafür Sorge zu tragen, dass die Einstreu durch tägliches Nachstreuen möglichst sauber und trocken gehalten wird. Stroh bietet den Enten zusätzlich

Beschäftigungsmöglichkeiten (Bierschenk 1991; Tüller 1993; Bessei und Reiter 1998; Methling 2002; Pingel 2002, Timmler et al. 2002).

Bei der einstreulosen Haltung werden die Enten auf Holz-, Kunststoff- oder Drahtrosten gehalten. Kunststoffroste sind dabei am besten geeignet, da Holzroste schlechter zu reinigen sind und Drahtroste schmalere Aufstandsstege haben und sich leichter durchbiegen. Bei der Haltung auf Rosten fällt der Entenkot durch die Ritzen in eine Güllegrube und kann dann entfernt werden. Da die wenig verhornten Füße der Enten jedoch sehr empfindlich sind, kommt die einstreulose Haltung bei der Pekingente sehr selten vor (Bierschenk 1991; Tüller 1993; Bessei und Reiter 1998; Methling 2002; Pingel 2002, Timmler et al. 2002).

Weitere Möglichkeiten der Haltung von Mastenten ist die Kombination der Stallhaltung mit Zugang zu Ausläufen oder die reine Weidehaltung. Diese Haltungsformen sind nur bei kleineren Betrieben sinnvoll (Pingel et al., 2002), zudem muss für einen trockenen Untergrund und Sonnenschutz gesorgt werden (Bierschenk, 1991). Heutzutage ist die Auslaufhaltung nicht mehr praktikabel (Siegmann, 2005).

2.2.3. Wasserversorgung

Bei der Beurteilung der Tränketchnik sind unterschiedliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Zum einen sollten die Tränken dem natürlichen Trinkverhalten der Ente entsprechen, zum anderen sind aber wirtschaftliche Aspekte wie Wasserverluste und Gülleproduktion sehr wichtig (Brinkmann et al., 1990). Zudem sollten Tränken sicher funktionieren, Arbeitssparend sein, die Einstreu trocken und die Wasserqualität hygienisch halten (Tüller, 1988).

Nippeltränken sind bei der Haltung von Pekingenten weit verbreitet. Die Vorteile dieser Tränke sind eine gute Wasserqualität und geringer Arbeitsaufwand durch Reinigung und Desinfektion (Knierim et al., 2004). Die Wasserverluste sind gering und die Tränke wird von den Tieren gut angenommen (Brinkmann et al., 1990). Nachteilig wirkt sich aus, dass das natürliche Verhalten der Tiere nicht berücksichtigt wird und den Enten bei diesen Tränken nur geringe Beschäftigungsmöglichkeiten geboten werden (Knierim et al., 2004). Zudem benötigt Geflügel bei der Wasseraufnahme an den Nippeltränken mehr Zeit, daher stellt sich die Frage, ob ausreichend Wasser aufgenommen wird (Damme und Hildebrand, 2002). Bei zu geringer Wasseraufnahme kommt es als Folge zur

Reduktion der Futteraufnahme und damit zur Reduktion der Leistung der Tiere (Müller, 2010).

Als Alternative zur Nippeltränke stehen offene Tränkesysteme zur Verfügung. Dazu gehört unter anderem die Rundtränke, die hier stellvertretend vorgestellt werden soll. Die Vorzüge dieser Tränke sind, dass ausreichend viel Trinkwasser zur Verfügung steht (Damme und Hildebrand, 2002) und die Anschaffungskosten relativ günstig sind (Brinkmann et al., 1990). Das natürliche Verhalten der Enten wird besser berücksichtigt und die Tränken bieten zudem eine bessere Beschäftigungsmöglichkeit (Knierim et al., 2004). Des Weiteren bevorzugen Enten Rundtränken im Vergleich zu Nippeltränken und das Gefieder und die Nasenlöcher sind im Vergleich sauberer (Heyn et al., 2006). Klare Nachteile sind die hohe Keimbelastung des Wassers. Im Vergleich zu Nippeltränken liegt der Keimgehalt 10 000 Mal höher (Reetz, 2002). Der Wasserverbrauch ist durch die Verwendung des Trinkwasser zur Körperpflege (Kösters et al., 1993), durch Spritzen und durch vermehrte Wasseraufnahme beim Trinken erhöht (Damme et al., 2010). Zudem steigt der Arbeitsaufwand durch die notwendige tägliche Reinigung der Tränken. (Damme und Hildebrand, 2002)

Die Teichhaltung bietet den Hausenten die natürlichste Versorgung mit Tränk- und Badewasser. Da die Belastung durch Kot und Futter aber zu einer dauerhaften Schädigung des Gewässers führen würde, ist diese Haltungsform nur möglich, wenn ein regelmäßiger Wasseraustausch gewährleistet werden kann (Kösters et al., 1993). Diese Haltung ist bei wirtschaftlicher Entenhaltung nicht möglich (Bessei und Reiter, 1998).

Da Pekingenten von Stockenten abstammen, die sich zur Nahrungsaufnahme und Feindvermeidung sehr viel auf dem Wasser aufhalten, stellt sich die Frage, ob Pekingenten Wasser zusätzlich zum Baden benötigen (Bessei und Reiter, 1998). Die Vorteile bei dem Vorhandensein von Bademöglichkeiten sind ein besserer Gefiederzustand der Enten, die Enten können ihr angeborenes Badeverhalten ausüben und haben eine Beschäftigungsmöglichkeit. Ein klarer Nachteil ist der hohe Verschmutzungsgrad des Wassers und damit die Gefahr für die Tiergesundheit und die Umwelt. Es ist auch nicht eindeutig geklärt, ob das Wohlbefinden der Enten bei fehlender Bademöglichkeit beeinträchtigt ist oder ob die Tiere sich an ihre Haltung angepasst haben (Bessei, 1998).

Um sowohl dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit und der Hygiene der Wasserversorgung, als auch dem natürlichen Verhalten der Enten Rechnung zu tragen, wurde schon viel geforscht.

In den Arbeiten von **Manz (2005)** und **Remy (2005)** schnitt die modifizierte Rundtränke im Vergleich zu Nippel- und Rinnentränken in Bezug auf das Tierverhalten und die Tiergesundheit am besten ab. Um die Wirtschaftlichkeit der Entenhaltung zu gewährleisten, wurde herausgefunden, dass durch einen zeitlich begrenzten Zugang zu den modifizierten Rundtränken, der Wasserverbrauch und damit die Kosten reduziert werden können.

In den Arbeiten von **Küster (2007)** und **Heubach (2007)** wurden modifizierte Rundtränken Duschen gegenübergestellt, wobei die Duschen sowohl aufgrund des hohen Wasserverbrauchs als auch beim gezeigten Verhalten schlechter abschnitten, als die modifizierten Rundtränken.

Bei einer anderen Studie wurden Duschen mit Badewannen verglichen, wobei die Duschen in Bezug auf das Tierverhalten als sehr gut beurteilt wurden (**Benda et al., 2004**).

In den Arbeiten von **Hirsch (2011)** und **Harnisch (2012)** wurden dann die modifizierten Rundtränken im Vergleich zu Nippeltränken in drei kommerziellen Mastbetrieben unter Praxisbedingungen verglichen.

Bisher wurde eine optimale Tränke- bzw. Badewasserversorgung noch nicht gefunden, daher besteht weiterhin Forschungsbedarf.

2.2.4. Wasserhygiene

Die Wasserhygiene ist bei der Nutztierhaltung sehr wichtig, da mit Wasser nicht nur Krankheiten innerhalb des Tierbestandes übertragen werden können, sondern die Tiere auch als Lebensmittel in die menschliche Nahrungskette gelangen und somit Krankheiten auf den Menschen übertragen werden können (**Müller und Schlenker, 2004**).

Es gibt keine gesetzlichen Bestimmungen für Tränkwasser. Jedoch kann man sich an den Inhalten der Trinkwasser-Verordnung (2001) orientieren. Hier werden Richtwerte über die mikrobiologische, chemische, physikalische und sensorische Beschaffenheit von Trinkwasser festgehalten. Nach der Trinkwasser - Verordnung (2001) muss Wasser frei von Krankheitserregern, rein und genusstauglich sein.

Laut den mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasser-Verordnung (2001) dürfen *Escherichia coli*, Enterokokken und coliforme Bakterien in 100 ml Trinkwasser nicht enthalten sein und die Gesamtkeimzahl darf 100 KbE pro ml nicht übersteigen.

Zur Beurteilung der Qualität des Trinkwassers wird neben der Bestimmung der Gesamtkeimzahl auch der Nachweis von Indikatorkeimen, wie *Escherichia coli* oder coliforme Bakterien verwendet. Wenn die genannten Indikatorkeime nachgewiesen werden können, geht man davon aus, dass eine fäkale Verunreinigung des Wassers stattgefunden haben könnte oder gar Krankheitserreger, wie Salmonellen enthalten sein könnten (Beck und Schmidt, 1988; Kayser 2005).

Bei dem für Tiere angebotenen Wasser handelt es sich in der Regel um Trinkwasser. Jedoch besteht im Stall die Gefahr der sekundären Verschmutzung offener Tränkesysteme durch die Tiere selbst, Fäkalien, Staub, Futter und Einstreu (Böhm, 1986; Visscher et al., 2010).

Es stellt sich die Frage, ob die Keimgehalte, die in der Trinkwasser - Verordnung (2001) angegeben sind, überhaupt bei der Nutztierhaltung eingehalten werden können. „Eine einfache Übertragung von Qualitätsansprüchen an das Trinkwasser auf das Tränkwasser ist nicht angemessen und wird den Bedingungen der Tierhaltung nicht gerecht“ (Kamphues et al., 2007). Die Grenzwerte der Trinkwasser-Verordnung (2001) sollen nur dann für Tränkwasser gelten, wenn eine Wasserverschmutzung die Wasseraufnahme, die Tiergesundheit oder die Produktqualität nachteilig beeinflusst (Hartung und Kamphues, 2000). Zu klären bleibt, ob höhere Keimgehalte die Tiergesundheit oder die Leistung beeinträchtigen, wenn die Tiere nicht offensichtlich erkranken (Visscher et al., 2010).

2.3. Bonitur

2.3.1. Paddel

Die Füße beim Geflügel sind aufgrund ihrer geringen Verhornung sehr empfindlich (Methling, 2002). Daher kommt beim Geflügel als häufigste Form der Kontaktdermatitis die Fußballendermatitis, auch Pododermatitis genannt, vor. Bei der Entstehung der Fußballendermatitis sind viele unterschiedliche Faktoren

beteiligt, dazu gehören das Stallklima, die Einstreuqualität, die Kotmenge und Konsistenz, die Genetik, das Geschlecht, die Lebendmasse, die Fütterung und das Tränkesystem. Bei der Einstreuqualität spielen die Einstreuhöhe und -länge, die Häufigkeit des Nachstreuens und die Einstreufeuchte eine Rolle. Dabei gibt es zwischen den unterschiedlichen Einstreumaterialien große Unterschiede in Bezug auf das Wasseraufnahmevermögen und dem Härtegrad (Berk, 2007b). Als Hauptrisikofaktor zur Entstehung der Pododermatitis werden die Feuchtigkeit des Einstreus und ein Biotinmangel angesehen. Bei Zufütterung von Biotin sind der Schweregrad und die Häufigkeit der Fußballenläsionen zurückgegangen. Allerdings reicht eine alleinige Zufütterung von Biotin nicht aus, es muss eine Kombination mit trockener Einstreu erfolgen, um die Fußballendermatitis zu reduzieren (Mayne, 2005). Bei nasser Einstreu entsteht mehr Ammoniak, was auch als Ursache für die Entstehung der Fußballendermatitis gesehen wird (Berk, 2007b). Zudem scheint eine optimale Proteinzusammensetzung des Futters eine wichtige Rolle zu spielen, da hierdurch die Ausscheidung von Stickstoff reduziert wird, wodurch die Einstreu trockener bleibt. Auch die Genetik spielt eine Rolle. So kommt bei schwereren Rassen die Dermatitis häufiger vor, als bei leichteren Rassen. Auch nehmen das Ausmaß und der Schweregrad der Veränderungen an den Füßen mit zunehmendem Alter zu. Zunächst entwickeln sich Läsionen an den Sohlenballen, wenn die Erkrankung weiter fortschreitet sind auch die Zehenballen betroffen. Bei tiefergehenden, schwereren Läsionen an den Füßen kommt es aufgrund der Schmerzen zu einer Einschränkung der Bewegung, wodurch zusätzlich Hautveränderungen im Brustbereich entstehen können. Außerdem besteht die Gefahr, dass durch die Wunden an den Füßen Infektionserreger eindringen, die weitere Erkrankungen verursachen können (Berk, 2007a; Berk, 2007b).

2.3.2. Augen

Eine Reizung der Augen wird durch viele Faktoren beeinflusst. Dazu gehören Schadgase, Staub, Zugluft und Keime in der Umgebung, im Einstreu und dem Tränkwasser (Kopp, 2005). Klinische Anzeichen einer Augenentzündung sind Photophobie, Blepharospasmus, Augenausfluss, gerötete Konjunktiven und eventuell Juckreiz.

Zu den Hauptursachen für Augenveränderungen zählen bei der Stallhaltung zum einen Staub, der zu einer mechanischen Reizung der Augen führt (Hilliger, 1990),

und zum anderen Ammoniak. Ammoniak führt zu einer Reizung der Augenschleimhäute und damit zum Tränenfluss (Mehlhorn, 1979; Müller und Schlenker, 2004). Laut Untersuchungen von Miles (Miles et al., 2006) steigt das Risiko für Augenveränderungen bei zunehmender Ammoniakkonzentration an, ebenso wie der Schweregrad der Augenveränderungen mit zunehmender Ammoniakkonzentration steigt.

Auch der Zugang zu offenen Tränkesystemen beeinflusst die Augengesundheit, da Enten sich ohne den Zugang zu offenem Wasser ihre Augen nicht sauber halten können (Jones et al., 2009). Bei Ergebnissen von Jones (Jones et al., 2009) und Remy (2005) hatten die Enten, die Zugang zu offenem Wasser hatten auch signifikant saubere Köpfe als Tiere mit ausschließlichem Zugang zu Nippeltränken. Dieses Ergebnis wurde auch schon von Hirsch (2011) bestätigt.

2.4. Stallklima

Das Stallklima kann aufgrund von technischen Möglichkeiten und der ganzjährigen Haltung der Tiere im Stall an die Bedürfnisse der Tiere angepasst werden (Siegmann, 2005). Dabei wird das Stallklima durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Dazu gehören Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und Schadgase, wie Kohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff (Tüller und Allmendinger, 1990).

Die optimale Umgebungstemperatur für Pekingtonen hängt vom Alter der Tiere ab. Im Kükenalter benötigen die Tiere Wärme, dabei sollte die Temperatur zunächst 28 – 30°C betragen (Bierschenk, 1991). Danach kann die Temperatur jede Woche um 2°C bis auf eine Endtemperatur von 20°C reduziert werden. Ausgewachsene Enten sind nicht kälteempfindlich, da sie ein schützendes Federkleid besitzen (Tüller, 1993). Ist den Tieren zu kalt, kriechen sie übereinander, ist ihnen zu warm, meiden sie die Wärmequelle (Bierschenk, 1991). Um die optimale Leistung der Tiere zu ermöglichen, ist es wichtig die Umgebungstemperatur möglichst im optimalen Temperaturbereich der Tiere zu halten. Sowohl bei zu hoher, als auch bei zu niedriger Temperatur müssen die Tiere sich an die Umgebungstemperatur anpassen, wodurch Energie verbraucht wird (Hoy et al., 2006).

Die optimale Luftfeuchtigkeit bei Enten liegt zwischen 60 und 75 % (Tüller,

1993). In den freiwilligen Vereinbarungen über die Mindestanforderung an die Haltung von Pekingenten von Bayern und Brandenburg wird gefordert, dass die Luftfeuchtigkeit von 70 % nicht überschritten werden sollte. Wohingegen in der freiwilligen Vereinbarung über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingenten von Sachsen – Anhalt eine minimale Luftfeuchtigkeit von 60 % nicht unterschritten werden sollte. Bei zu niedriger Luftfeuchtigkeit wird das Gefieder der Enten struppig und die Haut trocken und spröde. Ist die Luftfeuchtigkeit hingegen zu hoch, werden die Federn zu feucht, wodurch sie ihre Funktion als Wärmeisolator verlieren (Pingel, 2008).

Luftverunreinigungen in der Stallluft entstehen durch die Ausscheidungen der Tiere, durch die Zersetzung dieser Ausscheidungen und werden durch die Haltungsform, Entmistungsvorgang und Fütterung beeinflusst. Zudem spielen die Tierart und die Besatzdichte eine Rolle (Mehlhorn, 1979).

Zu den Schadstoffen in der Stallluft zählen sowohl Schadgase als auch Luftstäube. Um die Tiergesundheit zu gewährleisten und damit die maximale Leistung der Tiere zu ermöglichen, müssen für diese Schadstoffe bestimmte maximale Grenzwerte eingehalten werden. Hierzu wurde der MSK-Wert (Maximale Schadstoffkonzentration) festgelegt, der die obere Grenze der Schadstoffkonzentration definiert, bei deren Überschreitung es zur Leistungsminderung bei den Nutztieren kommt (Stolpe und Bresk, 1985).

2.4.1. Ammoniak

Ammoniak ist das Hauptschadgas in der Stallluft. Das farblose Gas hat einen stechenden Geruch, ist leichter als die Luft und in Wasser löslich (Mehlhorn, 1979; Müller und Schlenker, 2004). Ammoniak entsteht durch den Abbau von Eiweiß und Harnstoff aus den Exkrementen der Tiere. Die Konzentration des Gases in der Stallluft schwankt zwischen 5 und 50 ppm, wobei der Ammoniakgehalt in Geflügelställen im Vergleich zu anderen Tierarten relativ hoch ist (Hartung und Döhler, 1990).

Die Höhe des Ammoniakgehaltes hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dazu gehören die Lüftung, die Luftfeuchtigkeit und die Lufttemperatur, sowie das Alter der Tiere und der Zustand des Einstreus (Tüller und Allmendinger, 1990). Ammoniakwerte erhöhen sich aufgrund der guten Wasserlöslichkeit bei steigender Luftfeuchtigkeit (William und Weaver, 1990). Bei steigender

Temperatur nimmt die Ammoniakkonzentration zu, da die Aktivität der ureaseaktiven Mikroorganismen, die besonders bei aeroben Bedingungen im schwach basischen Milieu aktiv sind, steigt (Mehlhorn, 1979).

Ammoniak wirkt schon in geringer Konzentration reizend auf die Schleimhäute von Atmungsapparat und Augen. Äußerliche Anzeichen sind Tränenfluss und Augenentzündungen. In hoher Konzentration ab 1000 ppm kommt es zu Hämorrhagien und Emphysemen der Lunge, sowie zu zentralnervösen Störungen. Bei chronischer Einwirkung von Ammoniak kommt es zu einer Toleranzsteigerung durch den Organismus. In den Alveolenwänden entstehen Ödeme und es baut sich eine Lipoproteinschutzschicht auf, wodurch nicht nur die Aufnahme von Ammoniak sondern auch die der übrigen Gase reduziert wird. Aufgrund der verminderten Aufnahme von Sauerstoff kommt es zu einer Leistungsminderung (Mehlhorn, 1979; Müller und Schlenker, 2004). Die Futtermittelaufnahme, die Futtermittelverwertung und die Gewichtszunahmen werden schlechter. Zudem nimmt das Risiko der Erkrankung zu, da die Abwehrmechanismen geschwächt sind (Tüller und Allmendinger, 1990).

Ammoniak darf in der Stallluft einen Grenzwert von 20 ppm nicht übersteigen (Müller und Schlenker, 2004). Auch nach der Tierschutz – Nutztierhaltungsverordnung vom 22. August 2006 zuletzt geändert am 1. Oktober 2009 darf die Ammoniakkonzentration pro Kubikmeter Luft in Kopfhöhe der Tiere 20 ppm nicht überschreiten. Da in der Stallluft jedoch nicht nur das einzelne Gas sondern auch noch andere Schadgase und Staub vorhanden sind, kommt es durch die Kombinationswirkung schon bei geringeren Konzentrationen zu Reizungen. Deshalb sollten die Ammoniakwerte 10 ppm nicht dauerhaft übersteigen (Hartung und Döhler, 1990).

2.4.2. Staub

Staub besteht sowohl aus organischen, als auch aus anorganischen Staubpartikeln. Zu den organischen Staubpartikeln gehören Mikroorganismen, Futterpartikel, Einstreu, getrocknete Fäkalien, Haut und Haare bzw. Federn; zu den anorganischen Staubpartikeln gehören Stäube von Materialien aller Art (Methling, 2002; Müller und Schlenker, 2004). Die Elimination des Staubes erfolgt durch die Lüftungsanlage und durch die Sedimentation (Hilliger, 1990).

Staub wird aufgrund seines Teilchendurchmessers wie folgt eingeteilt:

- Grobstaub mit einem Teilchendurchmesser von 500 - 50 μm
- Mittelstaub mit einem Teilchendurchmesser von 50 - 10 μm
- Feinstaub mit einem Teilchendurchmesser von 10 - 0,5 μm
- Feinststaub mit einem Teilchendurchmesser von 0,5 - 0,1 μm

Bis zu einer Teilchengröße von $\leq 5 \mu\text{m}$ sind Staubpartikel lungengängig und haben damit eine gesundheitsschädigende Wirkung. In Geflügelställen ist der prozentuale Anteil von lungengängigem Staub mit 50 – 70 % im Vergleich zu anderen Tiererarten sehr hoch (Mehlhorn, 1979). Größere Staubpartikel werden im Mund-, Nasen- und Rachenraum abgeschieden (Gundermann, 1991).

Die Höhe des Staubgehaltes hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dazu gehören das Haltungsverfahren, die Tierart, die Besatzdichte, das Tieralter, die Jahres- und Tageszeit (Müller, 2010). Weitere wichtige Faktoren sind die Lüftungsanlage, das Reinigungs- und Desinfektionsregime, durch die der Staubgehalt sinkt und die Heizung, durch die der Staubgehalt steigt. In Geflügelställen ist die Staublast als hoch zu bewerten (Mehlhorn, 1979). Zudem hängt der Staubgehalt von der Aktivität der Tiere ab; er steigt bei Bewegung und sinkt bei Ruhe ab. Im Sommer, wenn aufgrund der Temperaturen mehr gelüftet werden kann, sind die Staubkonzentrationen geringer (Methling, 2002). Auch bei niedriger Luftfeuchtigkeit steigt die Konzentration des Staubes an (Hilliger, 1990).

Staub wirkt auf die Haut, die Schleimhäute, den Atmungstrakt und den Verdauungstrakt (Mehlhorn, 1979). Die Hauptwirkung des Staubes ist die Reizung der Atemwege und der Augen. Es kommt zum Niesen und Husten (Hilliger, 1990). Das Flimmerepithel des Atemtraktes, das eingedrungenen Staub aus dem Lungengewebe heraustransportiert, wird durch die mechanische und physikochemische Reizung des Gewebes irritiert und es kommt zur Überbelastung des Flimmerepithels, wodurch Sekundärinfektionen stattfinden können (Stolpe und Bresk, 1985). Zudem kann Staub Allergien und Infektionen auslösen, da Mikroorganismen an den Staubpartikeln haften bleiben (Müller und Schlenker, 2004). Die Hauptkeime in der Stallluft sind Staphylokokken, Streptokokken, Sporenbildner und coliforme Keime (Methling, 2002). Bei chronischer Staubbelastung kommt es zu zytotoxischen Effekten mit

Gewebescheidung, bei akuter Staubbelaftung wird der Reinigungsmechanismus der Atemwege beansprucht und die Bronchialschleimhaut irritiert (Gundermann, 1991).

Die Staubbkonzentration im Stall sollte 6 mg/m³ nicht übersteigen (Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985).

2.5. Keime

2.5.1. Enterobakterien

Zu der Familie der Enterobakterien gehören 41 Gattungen mit Hunderten von Arten. Die Taxonomie wurde schon oft geändert und ist auch nach wie vor noch nicht endgültig abgeschlossen (Kayser, 2005). Enterobacteriaceae sind gramnegative, nicht sporenbildende, aerobe und fakultativ anaerobe Stäbchenbakterien (Hof und Dörries, 2005; Kayser, 2005). Die meisten Bakterien dieser Familie haben eine peritriche Begeißelung, womit sie sich fortbewegen können. Sie können bis auf wenige Ausnahmen Nitrat zu Nitrit reduzieren, Katalase bilden und die Oxidation ist negativ. Das gemeinsame Enterobakterienantigen (common antigen) dient zur Abgrenzung von anderen gramnegativen, fakultativ anaeroben Bakterien (Selbitz, 1992). Enterobacteriaceae sind relativ unempfindlich gegen äußere Einflüsse und wachsen auf einfachen Nährböden (Burkhardt, 1992). Sie bauen Glukose mit oder ohne Gasbildung fermentativ ab (Jordan, 1996; Lindner, 1986).

Aufgrund der Ähnlichkeit der Bakterien untereinander, kann die Kolonieform und das mikroskopische Bild nur begrenzt zur Differenzierung herangezogen werden. Eine Differenzierung erfolgt aufgrund von biochemischen und serologischen Untersuchungen (Selbitz, 1992). Dazu werden in der Regel „bunte Reihen“ verwendet, bei denen unterschiedliche Stoffwechsellleistungen aufgrund eines Zahlencodes entschlüsselt werden können (Kayser, 2005; Nicolet, 1985). Eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale ist das Vorhandensein des Enzyms Beta-Galaktosidase, das den Abbau von Laktose reguliert. Laktosepositive Enterobacteriaceae gehören der normalen Darm- und Umweltflora an und werden zur Gruppe der koliformen Enterobacteriaceae zusammengefasst, sie sind somit fakultativ pathogen. Laktosenegative Enterobacteriaceae sind als verdächtig anzusehen, da die pathogen wichtigen Gattungen Salmonella und Shigella dazu

gehören (Hof und Dörries, 2005; Kayser, 2005). Die wichtigsten Vertreter dieser Familie sind Salmonellen, Escherichia, Shigellen, Citrobacter, Klebsiellen und Proteus (Jordan, 1996). Die Arten Salmonella, Shigella, Yersinia, Escherichia und Klebsiella gehören zu den Krankheitserregern bei Mensch und Tier. Citobacter, Enterobacter, Proteus, Edwardsiella und Serratia sind bedingt pathogene Keime (Lindner, 1986).

Physiologischer Weise kommen Enterobakterien im Darmkanal von warmblütigen Tieren und Menschen vor. Sie können sich aber auch im Boden, im Wasser, auf Pflanzen, auf wechselwarmen und wirbellosen Tieren befinden. Außerdem sind die Mitglieder dieser Familie Verursacher von bekannten Seuchen beim Menschen, wie Ruhr, Typhus und Pest. Bei Tieren rufen sie ebenfalls Infektionskrankheiten und Seuchen hervor und spielen eine wichtige Rolle als Zoonoseerreger (Selbitz, 1992). Heutzutage kommt ihnen vor allem als Hospitalismuserreger eine bedeutende Rolle zu (Burkhardt, 1992). E. coli und koliforme Keime stellen die Hauptgruppe der nosokomialen Infektionen dar und sind die wichtigsten bakteriologischen Hygieneindikatoren (Hof und Dörries, 2005). Hierbei spielt diese Familie auch bei der Trinkwasserhygiene eine wichtige Rolle. So wird Trinkwasser laut der Trinkwasser – Verordnung (2001) routinemäßig auf Escherichia coli, Enterokokken und coliforme Bakterien untersucht. Wenn die genannten Indikatorkeime nachgewiesen werden können, geht man davon aus, dass eine fäkale Verunreinigung des Wassers stattgefunden haben könnte oder gar Krankheitserreger, wie Salmonellen enthalten sein könnten (Beck und Schmidt, 1988; Kayser, 2005).

2.6. Blut

2.6.1. Hämatokrit

Der Hämatokrit stellt den Anteil des Volumens aller geformten Blutelemente am Blutvolumen dar. Da im Blut 1000-mal mehr Erythrozyten als Lymphozyten vorhanden sind wird der Hämatokrit durch die Lymphozyten nicht merklich beeinflusst (Engelhardt, 2010). Der Hämatokrit gibt das Verhältnis von den Blutkörperchen zum Blutplasma an und ist somit abhängig von Zahl und Volumen der Erythrozyten und dem Plasmavolumen. Der Hämatokrit wird normalerweise in Prozent (x 100 %) angegeben, kann aber auch in SI-Einheit (x 0,01 (1/1)) angegeben werden (Kraft, 2005).

Die Hämatokritwerte schwanken beim Geflügel zwischen 25 % und 60 % (Bezzel und Prinzinger, 1990). Der nachfolgenden Tabelle 2 können die Werte für Enten entnommen werden.

Tab. 2: Hämatokrit – Referenzwerte (in %) aus der Literatur für Pekingenten

Alter	Geschlecht	Tierzahl	Hämatokritwert in %	Autor
21. - 29. LT	♀ und ♂	960	32,5-36,9	(Remy, 2005)
47. - 50. LT	♀ und ♂	960	37,1-39,8	(Remy, 2005)
28. - 30. LT	♀ und ♂	456	29,97-33,90	(Küster, 2007)
44. - 47. LT	♀ und ♂	456	36,85-39,01	(Küster, 2007)
39. LT	♀ und ♂	228	32,75-38,75	(Hirsch, 2011)
3 Monate	♀ und ♂	20	30-42	(Hatipoglu und Bagci, 1996)
15 Monate	♂	5	42,8 +/- 2,4	(Spano et al., 1987)
29 Wochen	♀	27	40,2	(Kontecka et al., 2006)
35 Wochen	♀	27	36,3	(Kontecka et al., 2006)
41 Wochen	♀	27	40,3	(Kontecka et al., 2006)

Der Hämatokrit steigt bei Hämokonzentration, wenn das Blutvolumen abnimmt und damit die Anzahl der Blutkörperchen pro Volumeneinheit zunimmt. Er sinkt bei Hämodilution, wenn das Blutvolumen zunimmt und damit die Anzahl der

Blutkörperchen pro Volumeneinheit abnimmt (Mehner, 1983). Der Hämatokrit hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dazu gehören Rasse, Alter, Geschlecht, individuelle Situation und Umgebung (Hatipoglu und Bagci, 1996). Der Hämatokrit steigt zum Beispiel bei Aufenthalt in höheren Lagen (Engelhardt, 2005). Zudem unterliegt der Wert rhythmischen Tagesschwankungen, er steigt nach Wasserentzug und bei niedrigeren Temperaturen an (Mehner, 1983).

2.6.2. Hämoglobin

Die Erythrozyten der Vögel sind oval, circa $12 \times 6 - 7,5 \mu\text{m}$ groß und enthalten zentral einen Kern. Ihre Lebensdauer beträgt ungefähr 20 - 35 Tage (Scholtyssek, 1978). Ihr Hauptbestandteil ist der rote Blutfarbstoff, das Hämoglobin, das 60 bis 90 % der Trockenmasse ausmacht (Bezzel und Prinzinger, 1990). Die Bildung des Hämoglobins findet in den Erythroblasten statt, der Abbau erfolgt durch Makrophagen. Im Vergleich zu Erythrozyten von Säugetieren enthalten die Erythrozyten von Vögeln mehr Hämoglobin (Mehner, 1983). Das Hämoglobin selbst besteht aus dem Häm, der eigentliche Blutfarbstoff, der zentral ein zweiwertiges Eisenatom enthält, und dem Globin, einem Peptid aus zweimal zwei identischen Polypeptidketten. Der Hämoglobingehalt wird in der Regel in der konventionellen Einheit $\times 1,611 \text{ g/dl}$ angegeben, kann aber auch in der SI-Einheit ($\times 0,6207 \text{ mmol/l}$) angegeben werden (Kraft, 2005). Die Hauptaufgabe des Hämoglobins ist der Transport von Sauerstoff und Kohlendioxid, sowie die Blutpufferung (Bezzel und Prinzinger, 1990). Die Abgabe des Sauerstoffs durch das Hämoglobin wird durch den Partialdruck von Sauerstoff und Kohlendioxid im Gewebe und vom pH-Wert des Blutes beeinflusst (Mehner, 1983).

Die Hämoglobinwerte im Vollblut liegen beim Geflügel zwischen 9 und 20 g/100 ml (Bezzel und Prinzinger, 1990). Der nachfolgenden Übersicht können die Werte für Enten entnommen werden.

Tab. 3: Hämoglobin – Referenzwerte (in g/dl) aus der Literatur für Pekingenten

Alter	Geschlecht	Tierzahl	Hämoglobinwert in g/dl	Autor
21. - 29. LT	♀ und ♂	960	7,51-10,74	(Remy, 2005)
47. - 50. LT	♀ und ♂	960	5,59-10,31	(Remy, 2005)
28. - 30. LT	♀ und ♂	456	6,14-6,75	(Küster, 2007)
44. - 47. LT	♀ und ♂	456	6,56-7,07	(Küster, 2007)
39. LT	♀ und ♂	228	6,44-7,15	(Hirsch, 2011)
3 Monate	♀ und ♂	20	5,90-8,75	(Hatipoglu und Bagci, 1996)
15 Monate	♂	5	8,01 +/- 21,80	(Spano et al., 1987)
29 Wochen	♀	27	7,25	(Kontecka et al., 2006)
35 Wochen	♀	27	7,20	(Kontecka et al., 2006)
41 Wochen	♀	27	8,07	(Kontecka et al., 2006)

Der Gehalt an Erythrozyten und damit auch des Hämoglobins hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dazu gehören Alter, Geschlecht, Hormone, Umwelt und Erkrankungen. Der Gehalt an Erythrozyten steigt mit zunehmendem Alter. Außerdem haben männliche Vögel einen höheren Erythrozytengehalt als weibliche Tiere, da Androgene die Erythropoese steigern, währenddessen

Östrogene die Erythropoese herabsetzen (Campbell und Ellis, 2007). Zudem unterliegt der Hämoglobingehalt jahreszeitlichen Schwankungen, er ist im Winter höher als im Sommer, bei niedrigeren Temperaturen ist der Hämoglobinwert höher und bei Aufenthalt in höheren Lagen steigt der Wert ebenfalls an (Mehner, 1983).

2.6.3. Immunglobulin Y

Die Abwehr von Infektionserregern erfolgt durch das Immunsystem. Dabei unterscheidet man das angeborene, nicht-adaptive oder unspezifische vom erworbenen, adaptiven oder spezifischen Immunsystem. Beide Systeme enthalten sowohl humorale bzw. lösliche als auch zelluläre Abwehrmechanismen. Beim unspezifischen Immunsystem sind die löslichen Faktoren vor allem das Komplementsystem und die zellulären Faktoren die Fresszellen. Die löslichen Bestandteile des spezifischen Immunsystems sind die Immunglobuline bzw. Antikörper, die durch die B-Lymphozyten gebildet werden, und die zellulären Bestandteile, die T-Lymphozyten, die aus cytotoxischen T-Lymphozyten und Helfer-T-Lymphozyten bestehen (Engelhardt, 2010).

Die Immunglobuline, Antikörper bzw. Gammaglobuline bestehen aus zwei leichten und zwei schweren Polypeptidketten, die durch Disulfidbrücken miteinander verbunden sind. Jede Kette besteht aus einem konstanten und aus einem variablen Bereich. Der konstante Bereich besteht aus vier bis fünf Domänen und bestimmt zu welchem Ig-Isotyp das Immunglobulin gehört. Beim Säugetier gibt es fünf Immunglobulin Klassen, Ig M, Ig D, Ig G, Ig A und Ig E, wohingegen es beim Vogel nur drei Klassen, Ig M, IgA und IgG bzw. Ig Y, gibt. Mit der variablen Region, die aus einer einzigen Domäne besteht, werden die Antigene gebunden. Durch die Protease Papain können Immunglobuline in zwei Fab-Fragmente, die die Antigenbindung ermöglichen, und ein Fc-Fragment, das an Fc-Rezeptoren von anderen Antikörpern und Komplement binden kann, gespalten werden (Davison, 2008; Engelhardt, 2010; Kayser, 2005). Das Ig Y des Vogels ist das äquivalent zum Ig G der Säugetiere. Zudem ist Ig Y des Vogels der Vorfahre vom Ig G und vom Ig E der Säugetiere (Warr et al., 1995). Die drei Immunglobuline (Ig M, IgY und Ig A) des Geflügels haben unterschiedliche Aufgaben. Immunglobulin M erscheint vier bis fünf Tage nach einer Infektion und verschwindet nach 10-12 Tagen. Immunglobulin Y erscheint nach 5 Tagen, steigt bis zu 3 bis 3,5 Wochen an und fällt dann wieder ab. Dieses Immunglobulin

ist der wichtigste Schutzantikörper. Immunglobulin A wird fünf Tage nach einer Infektion gebildet und befindet sich vor allem in Sekreten von Auge, Magen-Darm-Trakt und Respirationstrakt. Es stellt einen lokalen Schutzmechanismus dar (Butcher und Miles, 1991).

Immunglobulin Y ist der Hauptantikörper im Vogel, es ist die dominante Form im Serum, es wird nach dem Ig M in der primären Immunantwort gebildet und ist der Hauptantikörper bei der sekundären Immunantwort. Das Immunglobulin Y der Vögel besteht ebenfalls aus zwei leichten und zwei schweren Ketten. Die schwere Kette besteht aus einer variablen und vier konstanten Regionen. Bei den Gänsevögeln (Reptilien und Lungenfischen) wurde zusätzlich ein verkürztes Ig Y gefunden, dem zwei konstante Regionen der schweren Kette fehlen. Da das verkürzte Ig Y dem Fab Fragment entspricht, wurde es $\nu(\Delta Fc)$ genannt. Ig Y ist eher ein systemischer Antikörper als ein löslicher (Davison, 2008; Warr et al., 1995). Man geht davon aus, dass das verkürzte Ig Y neu synthetisiert wird. Ig Y kann Komplement binden und eine anaphylaktische Reaktion auslösen, wohingegen Ig Y(ΔFc) das nicht kann (Grey, 1967). Zudem ist Ig Y der Hauptantikörper, der in den Dottersack transportiert wird und auch der Hauptantikörper, der in Küken vorhanden ist (Liu und Higgins, 1990). Bei Reaktionen auf Infektionen, wird zunächst Ig M, dann Ig Y und dann Ig Y(ΔFc) gebildet. Enten haben eine schlechte sekundäre Antikörperreaktion, wie Agglutination, Ablagerung, Komplementbindung und Gewebesensibilisierung (Higgins und Warr, 1993).

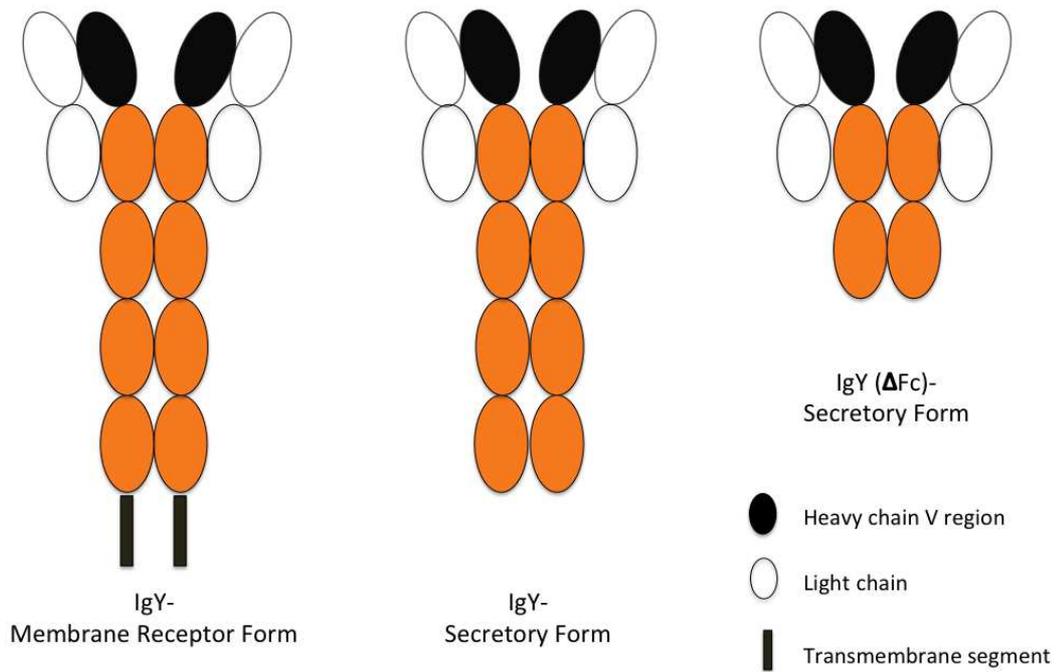


Abb. 1: Schematische Zeichnung des IgY von Enten nach Lundqvist et al. (2006)

Zum Nachweis von Immunglobulinen hat sich ein einfacher Sandwich-ELISA als hoch spezifisch und extrem sensitiv erwiesen, die Methode nach Erhard et al. (1992).

Referenzbereiche können nachfolgender Tabelle 4 entnommen werden:

Tab. 4: Immunglobulin Y - Referenzwerte (in mg/ml) aus der Literatur für Pekingenten

Alter	Tierzahl	Immunglobulin Y in mg/ml	Autor
1. - 2. LT	2 - 7	2,7 – 7,6	(Ng und Higgins, 1986)
3. LT	20	5,18 (Max.)	(Wang, 1998)
10. LT	2 - 7	1,0	(Ng und Higgins, 1986)
21. – 29. LT	360	3,66 – 9,72	(Manz, 2005)
28. – 30. LT	456	4,91 – 10,22	(Heubach, 2007)
39. LT	199	7,77 – 12,63	(Hirsch, 2011)
44. – 47. LT	456	9,02 – 20,28	(Heubach, 2007)
49. – 50. LT	180	15,26 – 26,05	(Manz, 2005)
72. LT	2 - 7	2,00	(Ng und Higgins, 1986)
14. – 84. LT	20	1,09 – 4,48	(Wang, 1998)
98. – 112. LT	20	4,26 – 4,54	(Wang, 1998)

2.7. Knochen

Der Knochen besteht aus Zellen und aus interzellulärer Grundsubstanz. Zu den Zellen gehören die Osteoblasten, die Osteozyten und die Osteoklasten, deren Aufgabe ist es die Knochensubstanz zu erhalten und umzubauen. Der Hauptanteil der interzellulären Grundsubstanz besteht mit 50 % aus Mineralstoffen. Diese setzt sich zu 85 % aus Kalziumphosphat und zu 10 % aus Kalziumkarbonat zusammen, die Hydroxylapatit-Kristalle bilden. Die übrigen Anteile bestehen aus Natrium, Magnesium, Nitrat, Fluor und Spurenelementen. Weitere 25 % der

Grundsubstanz sind aus organischen Makromolekülen. Diese enthalten zu 90 - 95 % aus Kollagen und zusätzlich aus Glykosaminoglykanen und Proteoglykanen. Die übrigen 25 % stellt der Wassergehalt dar. Durch den hohen Gehalt an anorganischen Substanzen ist der Vogelknochen sehr spröde und neigt dazu zu Splittern (König, 2009). Zudem hängt der Knochenaufbau von hormonellen Einflüssen und von den Vitaminen A, D und zu einem kleinen Teil auch von Vitamin C ab (Mehner, 1983).

Wie stark der Knochen ist, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dazu gehören unter anderem

- das Wachstum und Alter der Tiere
- das Geschlecht
- die Ernährung
- die körperliche Belastung
- hormonelle Einflüsse
- die Genetik der Tiere
- Erkrankungen
- Toxine und antinutritive Faktoren (Rath et al., 2000).

Knochen besitzt die Fähigkeit sich Funktionsveränderungen anzupassen, um an Bruchfestigkeit zu gewinnen. Der auslösende Reiz ist die Verformung, die durch mechanische Belastung hervorgerufen wird. Dabei dienen die Osteozyten als Mechanosensoren, die den Grad der Verformung messen. Die Knochenmasse bleibt konstant solange die Verformung im physiologischen Bereich liegt, sobald die Verformung geringer ist wird Knochensubstanz abgebaut, sobald sie höher ist, wird Knochensubstanz gebildet (Engelhardt, 2010). Diese theoretischen Erkenntnisse wurden durch Versuche bestätigt. Bei Hühnchen stellen Beinschäden bei der Mast ein großes Problem dar. Als Ursache für Beinschäden wird ein intensives Wachstum der Tiere bei gleichzeitig verminderter Bewegung gesehen. Mit zunehmender Gewichtszunahme verringern die Tiere ihre Laufaktivität. Durch ein Lauftraining von Hühnchen auf Laufbändern, hat sich die Knochenstabilität der Tiere um das 2,6-fache erhöht. Daher empfiehlt es sich den Tieren Bewegungsreize zu bieten, wie zum Beispiel Futter- und

Wasservorrichtungen weit auseinander anzubringen, um eine stärkere Bewegung der Tiere zu fördern (Reiter und Bessei, 2009).

Bei Enten wurden bisher die Knochenbruchfestigkeit in Zusammenhang mit Tränke- und Fütterungsversuchen gemessen. Bei 80 Enten aus Rundtränkenstudien lag die Bruchfestigkeit von Knochen bei Femura zwischen $230,07 \pm 4,18$ Newton und $235,66 \pm 4,71$ Newton und bei Tibiotarsi zwischen $172,23 \pm 4,64$ Newton und $195,15 \pm 4,64$ Newton (Hirsch, 2011). Bei fünf Enten aus Fütterungsstudien lag die Knochenbruchfestigkeit der rechten Oberschenkelknochen bei 271,74 Newton und der rechten Unterschenkelknochen bei 178,25 Newton (Orban et al., 1999).

2.8. Wirtschaftlichkeit

2.8.1. Geflügel- und Entenfleischproduktion

Die weltweite Geflügelfleischproduktion stieg von 1991 bis 2007 um 203 % von 43,1 Mio t auf 87,6 Mio t (Mulder, 2009). Die Beliebtheit von Geflügelfleisch beim Verbraucher lässt sich dadurch erklären, dass es einfach und schnell zuzubereiten ist und einen geringen Fett- und einen hohen Proteinanteil besitzt. Außerdem gibt es keine Bedenken gegen den Verzehr durch religiöse Gemeinschaften. Ein weiterer Vorteil von Geflügelfleisch ist, dass es kostengünstig und effizient produziert werden kann, da Geflügel eine sehr gute Futtermittelverwertung hat (Tischler et al., 2008). Die Entenfleischproduktion stieg um 269 % von 1,33 auf 3,58 Mio t. Asien stellt mit 82,2 % den größten Entenfleischproduzenten weltweit dar, gefolgt von der EU mit einem Anteil von 12,4 %. Frankreich ist der Geflügelfleischproduzent innerhalb der EU am größten, in Ungarn ist die pro Kopf Produktion mit 5,2 kg in der Welt am größten. China produziert 65 % des Entenfleischs in der Welt gefolgt von Frankreich, Malaysia, USA, Vietnam und Thailand (Mulder, 2009).

Die EU ist hinter den USA und China der drittgrößte Geflügelfleischproduzent mit einem Weltmarktanteil von 12,8 %. Innerhalb der EU sind Frankreich, das Vereinigte Königreich und Spanien die führenden Geflügelfleischproduzenten. Deutschland nimmt den vierten Rang ein. Die führenden Exportländer innerhalb der EU sind die Niederlande, Frankreich und Belgien bzw. Luxemburg. Hier nimmt Deutschland ebenfalls wieder den vierten Platz ein. Beim Import von

Geflügelfleisch nehmen das Vereinigte Königreich, Deutschland und die Niederlande die ersten drei Plätze ein (Windhorst, 2008).

Innerhalb Deutschlands stieg die Bruttoeigenerzeugung von Geflügelfleisch von 2010 auf 2011 um 2,5 % auf 1,66 Mio. t an. Die Exportrate nimmt weiter zu, wobei die Importrate immer noch höher liegt. Der Geflügelfleischverbrauch innerhalb Deutschlands nahm 2011 um 200 g pro Einwohner auf 18,9 kg zu. Der Selbstversorgungsgrad liegt bei 107,7 % (Marktinfo Eier & Geflügel, 2012).

Entenfleisch ist ein Saisonprodukt und wird überwiegend in der kalten Jahreszeit gekauft. Es werden mehr als zwei Drittel der Einkäufe in den letzten drei Monaten des Jahres getätigt, wobei 40 % davon im Dezember liegen. Insgesamt wurden im Jahr 2011 8.242 t Entenfleisch gekauft, was 0,6 % weniger als im Vorjahr war (Marktinfo Eier & Geflügel, 2011). Bei dem Einkauf von Entenfleisch spielen Metzgereien, Wochenmärkte und Erzeuger nach wie vor eine große Rolle, was bei anderen Produkten durch Supermärkte übernommen wurde (Marktinfo Eier & Geflügel, 2009a).

2.8.2. Entenhaltung in Deutschland und Bayern

Bestände und Tiere von Geflügel werden in Deutschland alle zwei Jahre gezählt. Dabei werden in die Zählung nur Bestände aufgenommen, die entweder eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von mindestens zwei Hektar haben und/oder Tiere mit jeweils 200 Stück einer Geflügelart halten. Nachfolgender Tabelle 5 können die Anzahl der Betriebe und Enten in Deutschland und Bayern entnommen werden.

Tab. 5: Anzahl der Betriebe und Enten in Deutschland und Bayern (Statistisches Bundesamt, 2012)

	2001	2003	2005	2007	2010
Gehaltene Enten in Deutschland	2 184 660	2 626 048	2 352 200	2 617 858	3 164 334
Gehaltene Enten in Bayern	171 296	182 329	91 800	252 939	203 701
Entenbetriebe in Deutschland	9 108	8 956	8 400	8 184	6 176
Entenbetriebe in Bayern	1 264	1 115	900	2 196	2 027

2.8.3. Preise

Die Preise für Geflügelfleisch werden periodisch, in der Regel im Quartalsrhythmus, zwischen den Erzeugergemeinschaften und den Schlachtereien ausgehandelt (Graser et al., 2004). 2007 kostete ein ganzer Entenschlachtskörper 4,27 Euro je kg, was 22 Cent mehr als im Vorjahr waren. Gefrorene Enten kosteten 2,90 Euro je kg, was 12 Cent mehr waren (Marktinfo Eier & Geflügel, 2009b).

Um die Enten zu vermarkten, muss der Landwirt jedoch zunächst Produktionskosten tragen. Dazu gehört zum einen die Arbeitszeit des Landwirtes. Zum anderen die Kosten für die Gebäude, Strom und Heizung. Zwischen den Mastdurchgängen müssen die Ställe ausgemistet, gereinigt und desinfiziert werden. Das Ein-, Um- und Ausstallen wird in der Regel vom Landwirt mit Hilfskräften bewältigt, die zusätzlich bezahlt werden müssen. Und während der Mast kommen die täglichen Kontrollen der Tiere, tägliches Nachstreuen, sowie Futter- und Wasserverbrauch hinzu (Tischler et al., 2008).

Die Forderung Enten offene Tränkesysteme zur Verfügung zu stellen, würde die

Produktionskosten für den Landwirt zusätzlich erhöhen. Nachdem die kommerzielle Entenmast in der Regel ausschließlich mit Nippeltränken erfolgt, müssten die Landwirte offene Tränkesysteme neu installieren, was zusätzliche Kosten verursachen würde. Enten verbrauchen bei offenen Tränken mehr Wasser, da sie diese Tränken zusätzlich zum Ausüben von Komfortverhalten verwenden und damit Spritzwasser anfällt. Um die Wirtschaftlichkeit von offenen Tränkesystemen zu gewährleisten, wurde der Wasserverbrauch unterschiedlicher offener Tränkesysteme verglichen. Dabei schnitt die offene Rundtränke im Vergleich zu der halboffenen Sparkcuptränke und der offenen Rinnentränke in Kombination mit einem zeitlich begrenzten Zugang zur Rundtränke am besten ab (Damme et al., 2005; Heyn et al., 2005; Heyn et al., 2006). Um den vermehrten Wasseranfall im Stall zu bewältigen muss wiederum mehr eingestreut werden, was zum einen, einen erhöhten Verbrauch an Einstreumaterial, und zum anderen vermehrte Arbeitszeit verursachen würde. Ein erhöhter Verbrauch an Einstreu und ein vermehrte Ansammlung von Wasser im Stall führt zu einem vermehrten Anfall von Gülle, wodurch ein größerer Güllelageraum nötig wird (Damme et al., 2005; Damme et al., 2010). Beim Vergleich von Rundtränken mit Nippeltränken, lagen die Kosten durch den Einbau der Tränkelinie, die Entwässerung, die Güllelagerung, die steigenden Kosten für Wasser und Stroh und die vermehrte Arbeitszeit für die Rundtränken pro Tier um 5,7 Cent höher als bei den Nippeltränken. Daher stellt sich die Frage, ob die Entenmast in Deutschland im internationalen Vergleich mit dem erhöhten finanziellen Aufwand der offenen Tränkesysteme noch wirtschaftlich wäre (Damme et al., 2010).

3. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

3.1. Versuchsablauf

Die Versuche fanden von November 2009 bis Oktober 2010 in einer Stallung mit intensiver Entenmast ca. 100 km östlich von München statt.

Insgesamt wurden sechs Durchgänge mit je einer Versuchs- und einer Kontrollgruppe durchgeführt. Bei den Versuchen standen den Enten täglich 33 Rundtränken in der Zeit von 10.00 Uhr bis ca. 16.00 Uhr zur Wasseraufnahme zur Verfügung. Dabei wurden die Rundtränken in den ersten vier Stunden zwischen 10.00 und 14.00 Uhr mit frischem Wasser gefüllt, die verbleibenden zwei Stunden stand den Enten das noch vorhandene Wasser zum Austrinken zur Verfügung. Nach Ablauf der sechs Stunden wurden die Rundtränken hochgezogen und durch Nippeltränken ersetzt. Bei den Kontrollgruppen standen den Enten ausschließlich Nippeltränken zur Verfügung. Unter den Rundtränken bzw. Nippeltränken waren Kunststoffroste der Firma Big Dutchmann aufgebaut, um einen verbesserten Abfluss des Wassers zu gewährleisten (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Kunststoffroste der Firma Big Dutchmann auf der Gefälleseite des Stalles unter den Rund- bzw. Nippeltränken

In jedem Mastdurchgang fanden zwei Besuchstage statt. Der erste Besuch fand zwischen dem 28. und 32. Lebenstag der Mastenten, der zweite Besuch zwischen dem 35. und 39. Lebenstag der Mastenten statt. Bei jedem Besuch wurden 100 Tiere bonitiert, der Staub- und Ammoniakgehalt im Stall gemessen und Wasserproben aus den jeweils vorhandenen Tränkesystemen für eine mikrobiologische Untersuchung gezogen.

Während in dieser Arbeit der Schwerpunkt der Datenerhebung auf der Tiergesundheit, dem Stallklima und der Tränkwasserqualität lag, fand zeitgleich eine Dissertation von Franziska Bader (2013) statt, bei der der Schwerpunkt der Arbeit auf der Verhaltensbeobachtung der Mastenten lag.

Die Versuche erstreckten sich über folgende Zeiträume:

Tab. 6: Zeitliche Übersicht der Datenerhebungsbesuche mit dem jeweiligen Mastalter der Tiere

Durchgang	Art	Einstellung	Zeitraum (Umstellung in Maststall – Ausstellung)	1. Besuch (zw. 28. und 32. LT)	2. Besuch (zw. 35. und 40. LT)
I	Versuch	20.10.2009	06.11.2009 (18.LT) – 26.11.2009 (38. LT)	29. LT	36. LT
I	Kontrolle	12.11.2009	29.11.2009 (17. LT) – 21.12.2009 (39. LT)	28. LT	35. LT
II	Versuch	30.12.2009	15.01.2010 (15. LT) – 09.02.2010 (41. LT)	28. LT	35. LT
II	Kontrolle	21.01.2010	12.02.2010 (21. LT) – 02.03.2010 (40. LT)	29. LT	39. LT
III	Versuch	15.02.2010	05.03.2010 (17. LT) – 25.03.2010 (38. LT)	28. LT	35. LT
III	Kontrolle	08.04.2010	20.04.2010 (11. LT) – 19.05.2010 (41. LT)	29. LT	34. LT
IV	Versuch	03.05.2010	22.05.2010 (18. LT) – 13.06.2010 (41. LT)	28. LT	35. LT
IV	Kontrolle	27.05.2010	16.06.2010 (19. LT) – 07.07.2010 (41. LT)	32. LT	39. LT
V	Versuch	17.06.2010	10.07.2010 (22. LT) – 26.07.2010	28. LT	35. LT

			(39. LT)		
V	Kontrolle	15.07.2010	30.07.2010 (14. LT) – 25.08.2010 (41. LT)	28. LT	35. LT
VI	Versuch	06.08.2010	28.08.2010 (18. LT) – 16.09.2010 (38. LT)	28. LT	35. LT
VI	Kontrolle	02.09.2010	19.09.2010 (16. LT) – 11.10.2010 (39. LT)	28. LT	35. LT

3.2. Tiere

In jedem Mastdurchgang wurden 8.670 Pekingtonen (Brütereier Wichmann Enten GmbH, Wachenroth, Deutschland) als Eintagsküken in den Aufzuchtstall eingestallt. Im Alter zwischen 17 und 22 Tagen wurden die Enten im Rahmen des praktizierten Umtriebverfahrens, vom Aufzuchtstall in den Maststall getrieben. Die Mastdauer betrug zwischen 38 und 42 Lebenstage.

3.3. Haltung

Der Versuchsstall lag ca. 100 km östlich von München, Deutschland, und wurde als Familienbetrieb geführt. Die Daten für die vorliegende Studie wurden ausschließlich im Maststall erhoben, daher wird auch nur dieser Stall näher beschrieben.

Die Enten wurden in Bodenhaltung auf Stroheinstreu gehalten. Der Stall hatte eine Grundfläche von 1264 m² mit 79,5 m Länge und 16,7 m Breite, mit einer Ost/West-Ausrichtung. Die Aufstalldichte lag bei 6,9 Tieren pro Quadratmeter.

Der Fensterstall verfügte auf der nördlichen Längsseite des Stalles über eine Fensterreihe mit einer Höhe von 1,15 m, die sich über die gesamte Längsseite des Stalles erstreckte. Zusätzlich befanden sich 24 Neonröhren an der Decke des Stalles, die jedoch nicht für ein Lichtprogramm eingesetzt wurden.

Bei der Lüftung handelte es sich um eine Unterdrucklüftung. Die Zuluft strömte durch 64 0,6 m x 0,3 m große Fenster auf der einen Stallseite ein, die Abluft wurde durch 13 0,75 m x 0,75 m große Axialventilatoren in der Wand der

gegenüberliegenden Stallseite abgeführt (Querlüftung).

Im Winter wurde der Stall durch zwei Gasstrahler, die in der Mitte des Stalles angebracht waren, beheizt.



Abb. 3: Blick in den Versuchstall mit hochgezogenen Rundtränken und eingebauten Kunststoffrosten

Auf der nördlichen Längsseite des Stalles befanden sich unter den Rundtränken auf der gesamten Länge Kunststoffroste aus Polyesterharz, für einen verbesserten Ablauf des Spritzwassers der Rundtränken. Diese Kunststoffroste bestanden aus 159 Stützstreben aus Glasfaserverstärktem Kunststoff mit 235 cm Länge und 25 cm Breite auf die 316 Roste mit 120 cm Länge, 50 cm Breite und 3 cm Höhe aufgesteckt wurden (siehe Abb. 4). Die Höhe der Roste an der Wand belief sich auf 27 cm. Insgesamt betrug die Kunststoffgitterfläche $189,6 \text{ m}^2$ mit 79,0 m Länge und 2,4 m Breite. In diesem Bereich befand sich keine Einstreu. Es wurde aber von Seiten des Landwirtes darauf geachtet, dass der Übergang von der Strohmatten zu den Kunststoffrosten mit Stroh täglich bedeckt wurde, um den Enten den Aufstieg zu erleichtern, in dem der Übergang überbrückt wurde.

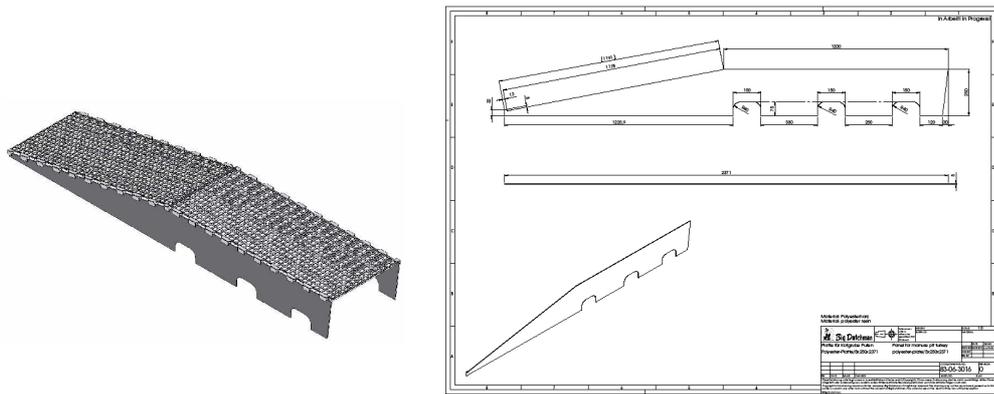


Abb. 4: Skizzenentwürfe der Kunststoffroste der Firma Big Dutchmann International GmbH (Vechta, Deutschland)



Abb. 5: Im Stall eingesetzten Kunststoffroste der Firma Big Dutchmann International GmbH (Vechta, Deutschland)

Nach jedem Mastdurchgang wurden die Kunststoffroste gereinigt. Nach der Reinigung wurden Roste und Stützstreben auf einem Anhänger gestapelt bis der Stall fertig gesäubert war. Am darauf folgenden Tag wurden die Kunststoffroste wieder auf der nördlichen Stallseite aufgebaut und der Stall desinfiziert, bevor die Enten aus dem Aufzuchtstall in den Maststall eingestallt wurden.

3.4. Fütterung

Im Stall standen den Enten eine Futterlinie von 75 m Länge mit 99 Futterschalen aus Steylan mit Futterluke und Anti- Verschwendungskragen (Roxell- Minimax- Fütterungssystem) zur Verfügung. Die Fressfläche betrug 32,4 cm³ pro Ente. Es handelte sich um eine ad libitum Fütterung über separate automatische Pfannenfütterung. Im Aufzuchtstall wurden die Küken ab dem Tag der Einstallung bis zum achten Lebenstag mit Entenstarter I gefüttert, danach vom achten bis zum 17. Lebenstag mit Entenstarter II. Im Maststall wurden die Tiere zunächst vom 17. bis zum 28. Lebenstag mit Entenmastfutter gefüttert und vom 29. Lebenstag an mit Entenendmastfutter. Die Zusammensetzung des Futters wird in nachfolgender Tabelle 7 zusammengefasst.

Tab. 7: Inhaltsstoffe des verwendeten Futters

Futter	MJ ME/kg	RP (%)	RFE (%)	RA (%)	RFA (%)	Ca (%)	P (%)	Met (%)	Na (%)
Enten- starter I	12,0	24,50	4,40	6,10	2,60	1,00	0,70	0,68	0,20
Enten- starter II	12,1	21,00	3,60	5,80	2,50	1,05	0,65	0,60	0,18
Entenmast	12,2	17,50	3,70	1,50	2,80	0,90	0,60	0,50	0,18
Entenend- mast	12,4	16,00	1,30	4,40	2,60	0,85	0,55	0,10	0,18



Abb. 6: Im Maststall verwendeten Futterschalen der Firma Roxell NV (Maldegen, Belgien)

3.5. Verwendete Tränkesysteme

Auf der südlichen Längsseite des Stalles und in der Mitte des Stalles befand sich jeweils eine Reihe mit Nippeltränken, auf der nördlichen Längsseite des Stalles entweder eine Reihe mit Nippeltränken oder in einem Versuchsdurchgang mit Rundtränken. Bei den sechs Versuchsdurchgängen standen den Enten drei Reihen mit Nippeltränken zur Verfügung, wobei die nördliche Nippeltränken-Reihe von 10.00 Uhr morgens bis 16.00 Uhr nachmittags durch eine Reihe mit Rundtränken ersetzt wurde. Bei den Kontrolldurchgängen standen den Enten drei Reihen mit Nippeltränken zur Verfügung.

3.5.1. Nippeltränke

Bei den angebotenen Nippeltränken handelte es sich um Lubing Bodenstrangtränken (Top Nippel Art. 4022, Lubing Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Barnstorf). Die Nippelstränge waren insgesamt 78 m lang und unter jedem Nippel befand sich eine Auffangschale von 8 x 8 cm. Die Nippelreihen auf der südlichen Längsseite und in der Mitte des Stalles waren identisch. Insgesamt waren pro Nippelreihe 375 Nippel vorhanden, die jedoch unterbrochen waren, so

dass im vorderen Bereich 140 und im hinteren Bereich 235 Nippel befestigt waren. Die Nippelreihe auf der nördlichen Seite hatte insgesamt 262 Nippel, die genau in der Mitte unterbrochen waren, so dass sowohl im vorderen als auch im hinteren Bereich 131 Nippel befestigt waren. Insgesamt gab es 1012 Nippel, so dass 8,6 Tiere auf einen Nippel kamen. Die Enten wurden ab dem ersten Lebenstag mit Nippeltränken versorgt, wobei Ihnen zusätzlich in den ersten Lebenstagen Stülptränken angeboten wurden.



Abb. 7: Lubing Nippeltränke (Lubing Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Barnstorf) mit Auffangschalen

3.5.2. Rundtränke Aqua Duc T

Bei den Rundtränken handelte es sich um Rundtränken, die nach Erhard und Heyn modifiziert wurden und ursprünglich aus den Impex Aqua Max Rundtränken für Puten entwickelt wurden. Die Firma Big Dutchman International GmbH (Vechta, Deutschland) nahm zusätzlich Veränderungen an den Rundtränken vor, so dass das Eigengewicht der Tränken reduziert werden konnte. Die Farbe der Tränken wurde von schwarz auf rot verändert. In der Studie wurden 33 Rundtränken auf der Länge von 78,0 m auf der nördlichen Längsseite des Stalles befestigt, wobei eine Unterbrechung der Reihe vorlag, so dass im vorderen Bereich 11 Rundtränken und im hinteren Bereich 22 Rundtränken hingen. In die

Rundtränken wurde eine Feder integriert, durch die das Gewicht der Tränke gemessen wurde und dadurch der Wassernachfluss reguliert wurde. Der Wasserstand lag dabei bei 8 – 10 cm. Die Rundtränken standen den Enten bei einem Versuchsdurchgang täglich zeitlich begrenzt zur Verfügung. Sie wurden um 10.00 Uhr morgens heruntergelassen und um ca. 16.00 Uhr wieder heraufgezogen, dies geschah motorisiert und automatisch. Die übrige Zeit stand den Enten eine Reihe von Nippeltränken zur Verfügung. Wasserzufluss zu den Rundtränken bestand von 10.00 bis 14.00 Uhr, so dass während der letzten zwei Stunden eine Entleerung der Tränken durch die Enten erreicht wurde. Bei insgesamt 33 Rundtränken, stand 257 Tieren eine Rundtränke zur Verfügung. Die Rundtränken wurden den Enten ab dem 25. Lebenstag zur Verfügung gestellt. Dieses Alter wurde gewählt, da frühere Versuche gezeigt haben, dass die Enten, falls sie in die Tränken geklettert waren, nicht in der Lage waren selbstständig wieder aus den Tränken zu kommen, wobei die Gefahr des Ertrinkens bestand.

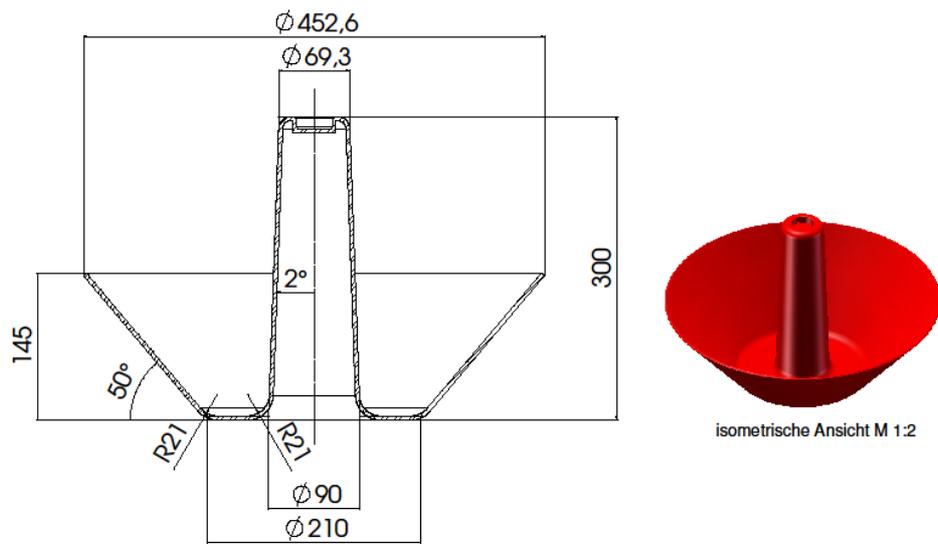


Abb. 8: Skizzenentwurf der Rundtränke Aqua Duc T der Firma Big Dutchmann (Vechta, Deutschland)



Abb. 9: Im Stall eingesetzten Rundtränke Aqua Duc T (Firma Big Dutchmann, Vechta, Deutschland)

3.6. Tierbeurteilung

In jedem Mastdurchgang wurden jeweils zweimal 100 zufällig gefangene Enten an sechs definierten Stellen des Stalles untersucht, einmal 100 Tiere zu Beginn (28. – 32. Tag) und einmal am Ende (35. – 39. Tag) der Mast (siehe Tab. 6).

Dabei waren drei Untersuchungsstellen auf der südlichen Seite des Stalles, auf der sich keine Rundtränken befanden. Am ersten Untersuchungspunkt wurden zwanzig Tiere untersucht, am zweiten und dritten Untersuchungspunkt wurden jeweils fünfzehn Tiere untersucht. Die anderen drei Untersuchungsstellen waren auf der nördlichen Seite des Stalles, auf der sich in den Versuchsdurchgängen auch die Rundtränken befanden. Am ersten Untersuchungspunkt wurden zwanzig Tiere untersucht, am zweiten und dritten Untersuchungspunkt wurden jeweils fünfzehn Tiere untersucht.

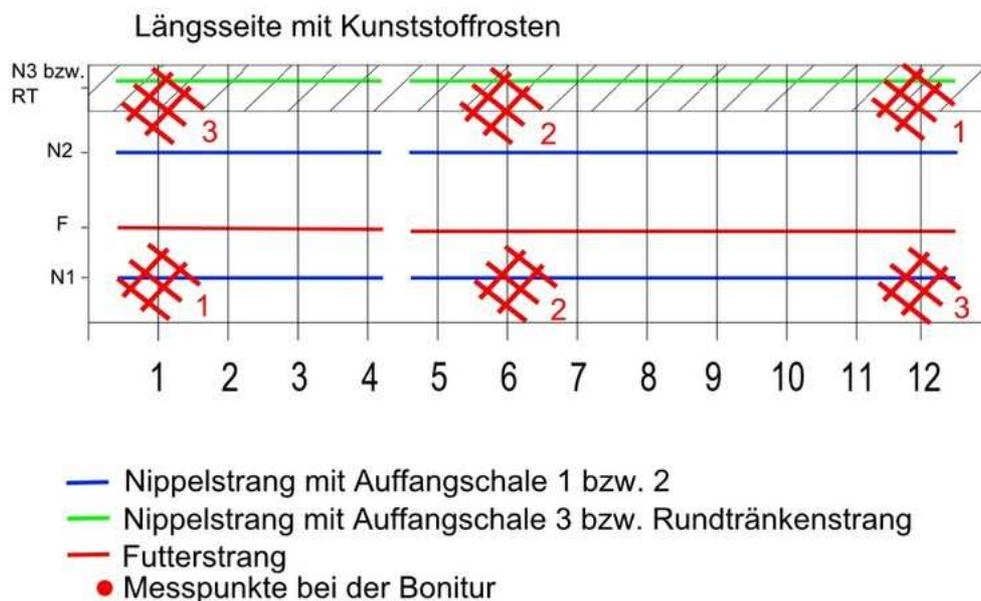


Abb. 10: Untersuchungspunkte im Stall bei der Bonitur

Bei der Untersuchung wurde jede Ente nach dem gleichen Schema bonitiert. Zunächst wurden die Gefiederqualität und die Gefiederverschmutzung beurteilt. Am Kopf der Tiere wurde das Vorhandensein von Nasenlochverstopfung, das Vorhandensein von Augenentzündung und die Gefiederverschmutzung in der Augenumgebung notiert. Bei der Beurteilung der Füße wurde zwischen Nekrose

und Hyperkeratose an den Paddeln und an den Paddelspitzen unterschieden. Des Weiteren wurden weitere Auffälligkeiten notiert.

Die Auswertung der Boniturparameter Gefiederqualität und Gefiederverschmutzung an Rücken, Brust und Schwanz, Verstopfung der Nasenlöcher, sowie Augenumgebung und Augenentzündung unter dem Aspekt Besuchsart, Zeitfenster und Stallseite erfolgte in der Dissertation von Bader (2013).

Das übrige Schema der Beurteilung wird nachfolgend näher erläutert.

3.6.1. Paddelnekrose und -hyperkeratose bzw. Paddelspitzennekrose und -hyperkeratose

Bei der Nekrose wurde unterschieden, ob ein Befund vorlag oder nicht. Zusätzlich wurde der Grad der Nekrose in einfach, zweifach und dreifach positiv bestimmt.

Tab. 8: Beurteilungsschema Paddel- bzw. Paddelspitzennekrose (angelehnt an Hirsch 2011)

Beurteilungsindex	Definition
negativ (-)	Paddel bzw. Paddelspitze ohne Befund
positiv (+)	Geringgradige Paddel- bzw. Paddelspitzennekrose
zweifach positiv (++)	mittelgradige Paddel- bzw. Paddelspitzennekrose
dreifach positiv (+++)	hochgradige Paddel- bzw. Paddelspitzennekrose

Bei der Hyperkeratose wurde unterschieden, ob ein Befund vorlag oder nicht. Zusätzlich wurde der Grad der Hyperkeratose in einfach, zweifach und dreifach positiv bestimmt.

Tab. 9: Beurteilungsschema für Paddel- bzw. Paddelspitzenhyperkeratose
(angelehnt an Hirsch 2011)

Beurteilungsindex	Definition
negativ (-)	Paddel bzw. Paddelspitze ohne Befund
positiv (+)	Geringgradige Paddel bzw. Paddelspitzenhyperkeratose
zweifach positiv (++)	mittelgradige Paddel- bzw. Paddelspitzenhyperkeratose
dreifach positiv (+++)	hochgradige Paddel- bzw. Paddelspitzenhyperkeratose



Beurteilungsindex -



Beurteilungsindex +



Beurteilungsindex ++



Beurteilungsindex +++

Abb. 11: Bonitur Nekrose der Paddel- bzw. Paddelspitze

3.6.2. Augenentzündung und Augenumgebung

Bei den Augen wurde zwischen Augen mit oder ohne Entzündungszeichen unterschieden. Die Entzündung konnte entweder ein- oder beidseits vorliegen.

Tab. 10: Beurteilungsschema für die Augenzündung (angelehnt an Hirsch 2011)

Beurteilungsindex	Definition
negativ (-)	Auge klar und sauber, Augenumgebung trocken und sauber. Keine Entzündungsanzeichen.
positiv (+)	Auge mit Entzündungsanzeichen, wie gerötete und geschwollene Konjunktiven, Ausfluss (feuchte, verkrustete Augenumgebung), Auge zugeschwollen, Auge mit den Lidern verklebt, Hornhautdefekte, etc.
e	einseitige Entzündung
b	beidseitige Entzündung

Bei der Augenumgebung wurde der Verschmutzungs- und Verklebungszustand der Augenumgebung beurteilt. Wobei die Bewertung negativ, einfach, zweifach oder dreifach positiv ausfallen konnte.

Tab. 11: Beurteilungsschema für den Verschmutzungs- und Verklebungszustand der Augenumgebung (angelehnt an Hirsch 2011)

Beurteilungsindex	Definition
negativ (-)	keine Verschmutzung, keine Verklebung
einfach positiv (+)	leichte Verschmutzung , leichte Verklebung
zweifach positiv (++)	mittelgradige Verschmutzung, mittelgradige Verklebung
dreifach positiv (+++)	starke Verschmutzung, starke Verklebung



Beurteilungindex -



Beurteilungindex +



Beurteilungindex ++



Beurteilungindex +++

Abb. 12: Bonitur Augenumgebung**3.6.3. Verletzungen**

Zusätzlich wurden Besonderheiten, die an einzelnen Tieren auffielen, notiert. Dazu zählten Veränderungen am Auge (Hornhautulkus und Mikrophthalmus), Veränderungen des Schnabels (Schnabeldeformationen), Veränderungen am Gefieder (blutige Federkiele und Rückendreher), Veränderungen der Körpergröße (Kümmerer), Veränderungen des Körpergewichtes (zu leichte Tiere), sowie apathische Tiere, schweratmige Tiere, heisere Tiere, Tiere mit Verletzungen oder Kratzspuren und Tiere mit Torticollis.

3.7. Schadgasmessung

In jedem Mastdurchgang wurde der Ammoniakgehalt (NH_3) und der Staubgehalt jeweils zu Beginn (28. – 32. Tag) und am Ende (35. – 39. Tag) der Mast gemessen (siehe Tab. 6).

Die Messpunkte befanden sich an 40 definierten Stellen des Stalles, jeweils acht Punkte auf der Höhe des ersten, dritten, fünften, achten und elften Trägers (siehe Abb. 13). Bevor die Ammoniak- und Staubwerte gemessen wurden, wurde an jedem Messpunkt eine kurze Zeit verweilt, bevor die Messung gestartet wurde.

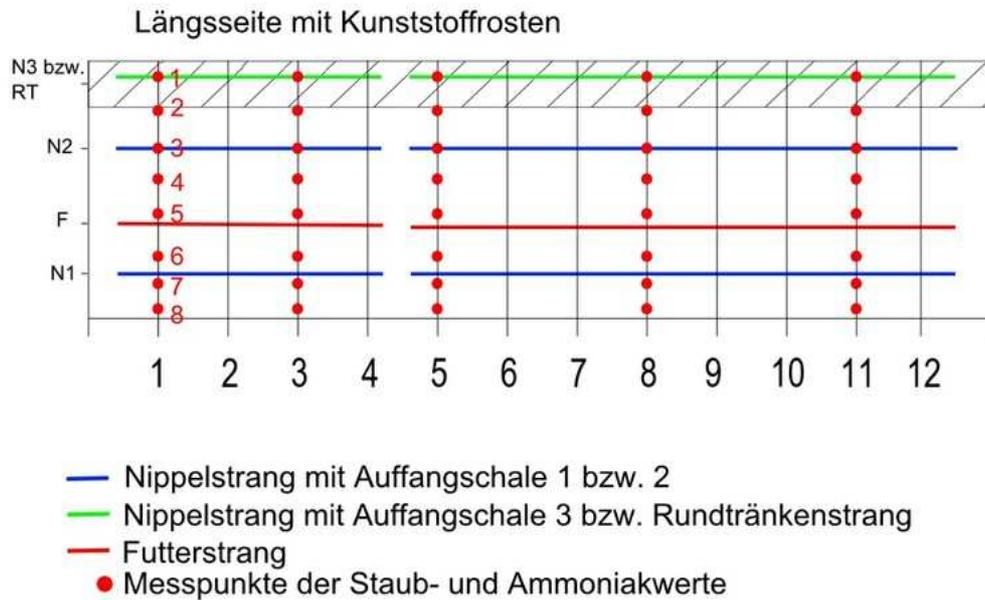


Abb. 13: Ammoniak- und Staubbmesspunkte im Stall

3.7.1. Ammoniak

Die Ammoniakwerte wurden an jedem Messpunkt in Kopfhöhe der Enten mit Hilfe von zwei Dräger Pac III Messgeräten (Dräger Safety AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) gemessen. Anschließend wurden die Werte notiert und der Mittelwert berechnet.



Abb. 14: Die verwendeten Ammoniakmessgeräte (Dräger Safety AG & Co.KGaA, Lübeck, Deutschland)

3.7.2. Staubgehalt

Die Staubwerte wurden an jedem Messpunkt ebenfalls in Kopfhöhe der Enten mit Hilfe des Dust Trak TM Aerosol Monitor (TSI Incorporated, Shoreview, USA) Messgerätes gemessen und anschließend notiert. Dabei erfasste das Messgerät ca. 30 Sekunden lang den Staubgehalt und gab dann den niedrigsten gemessenen, sowie den höchsten gemessenen Wert an und errechnete aus allen erfassten Werten den Mittelwert.



Abb. 15: Das verwendete Staubmessgerät (TSI Incorporated, Shoreview, USA)

3.8. Mikrobiologische Untersuchung

Für die mikrobiologische Untersuchung wurden nachfolgende Materialien verwendet:

3.8.1. Verwendete Materialien

8,5 % Kochsalzlösung bestehend aus

8,5 g Natriumchlorid ad 1000 ml Aqua dest.

Salmonella-Anreicherungsbouillon nach Rappaport

(Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

5,0 g	Pepton aus Casein
8,0 g	Natriumchlorid
0,8 g	di-Kaliumhydrogenphosphat
40,0 g	Magnesiumchlorid-Hexahydrat
0,12 g	Malachitgrün

ad 1000 ml Aqua bidest.

Rambach-Agar

(Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

8,0 g	Peptone
0,5 g	Natriumchlorid
1,0 g	Natriumdesoxycholat
1,5 g	Chromogenmischung
10,5 g	Propylenglycol
15,0 g	Agar-Agar

ad 1000 ml Aqua bidest.

Gassner-Agar

(Oxoid Deutschland GmbH, Wesel, Deutschland)

14,0 g	Peptone
5,0 g	Natriumchlorid
43,0 g	Lactose
0,62 g	Wasserblau

1,25 g Metachromgelb
13,0 g Agar-Agar
ad 1000 ml Aqua bidest.

Standard-I-Nähragar

(Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

15,0 g Peptone
3,0 g Hefeextrakt
6,0 g Natriumchlorid
1,0 g D(+)Glucose
12,0 g Agar-Agar
ad 1000 ml Aqua bidest.

BBL Enterotube II

(Becton Dickinson, Sparks, Maryland, USA)

Der BBL Enterotube ist ein gebrauchsfertiges Testsystem zur rationellen und sicheren Identifizierung von Enterobacteriaceae. Die in den Kammern des Teströhrchens befindlichen Spezialmedien ermöglichen den gleichzeitigen Nachweis von fünfzehn verschiedenen biochemischen Eigenschaften der Bakterien.

3.8.2. Probenmaterial und Probenaufbereitung

In jedem Mastdurchgang wurden zweimal Wasserproben gezogen, jeweils zu Beginn (28. – 32. Tag) und am Ende (35. – 39. Tag) der Mast (siehe Tab. 6).

Bei den sechs Versuchsdurchgängen wurden die Wasserproben aus der rechten und mittleren Nippeltränkenreihe und aus der Rundtränkenreihe gezogen. Dabei wurde bei den Nippeltränken einer Reihe mit einer 20 ml - Einmalspritze ca. 20 ml Wasser als Sammelprobe aus dem Nippel der Tränke entnommen und mit einer weiteren 20 ml - Spritze 20 ml Wasser aus den Auffangschalen derselben

Reihe gezogen. Die Nippel und Schalen, aus denen die Proben gezogen wurden, erstreckten sich auf die gesamte Länge der Nippeltränkenreihe und wurden zufällig ausgewählt.



Abb. 16: Übersicht über die Probenentnahme an den Nippeltränken

Bei den 33 Rundtränken wurde mit vier 20 ml - Spritzen jeweils ca. 20 ml Wasser als Sammelproben entnommen. Mit der ersten Spritze wurde Wasser aus den ersten neun Rundtränken, mit den weiteren drei Spritzen Wasser aus den jeweils acht folgenden Tränken entnommen.



Abb. 17: Probenentnahme aus den Rundtränken

Anders als bei den Versuchsdurchgängen wurden bei den sechs Kontrolldurchgängen die Wasserproben aus der rechten, mittleren und linken Nippeltränkenreihe gezogen. Die Probennahme aus den Nippeltränken erfolgte analog der Entnahme in den Versuchsdurchgängen.

Die Proben wurden gekühlt transportiert und am selben Tag im Labor des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierhygiene der LMU, Tierärztliche Fakultät in München, weiterverarbeitet.

Im Labor wurde von jeder gesammelten Wasserprobe eine dezimale Verdünnungsreihe angefertigt. Jeweils 1 ml aus der Sammelprobe wurde zu 9 ml physiologischer Natriumchloridlösung gegeben. Für die nächste Verdünnungsstufe wurde 1 ml dieser angefertigten Verdünnungsstufe in ein neues Reagenzglas mit 9 ml physiologischer Natriumchloridlösung pipettiert. Dieser Vorgang wurde bis zum Ende der Verdünnungsreihe wiederholt.

Bei Proben aus den Nippeln der Nippeltränkenreihen wurden die Verdünnungsstufen 10^1 bis 10^4 angefertigt, bei Proben aus den Schalen der Nippeltränkenreihen und aus den Rundtränken Verdünnungsstufen von 10^1 bis

10^6 .

3.8.3. Bestimmung der Gesamtkeimzahl im Tränkwasser

Aus den vorbereiteten Verdünnungsreihen wurden je 100 µl pro Verdünnungsstufe auf eine Platte mit Standard- I- Nähragar aufgebracht und mittels eines Glasspatels ausgestrichen. Anschließend wurden die Platten 24 Stunden bei 37°C im Brutschrank bebrütet.

Nach der Inkubation wurden die Kolonien mit Hilfe eines Zählstiftes ausgezählt. Es wurden zur Berechnung nur Platten herangezogen, deren Koloniezahlen zwischen zehn und 150 lagen. In Ausnahmefällen wurden Platten mit einer anderen Koloniezahl ausgewertet, sofern keine Platte mit einer Koloniezahl zwischen zehn und 150 auswertbar war. Danach wurden die ausgezählten Koloniebildenden Einheiten (KBE) mit der Verdünnungsstufe auf die native Wasserprobe mit Hilfe der folgenden Formel hochgerechnet:

$$\text{KBE/ml} = \text{ausgezählte Kolonie} \times 10 \times \text{Verdünnungsstufe}$$

Wenn mehr als eine Platte ausgewertet wurde, wurden die einzelnen ausgerechneten KBE/ml addiert und durch die Anzahl der einbezogenen Platten dividiert, um einen Mittelwert zu erhalten.

$$\text{Arithmetischer Mittelwert} = \sum \text{KbE/ml} / n$$

\sum = Summe der Koloniebildenden Einheiten aller Platten, die zur Berechnung miteinbezogen werden

n = Anzahl der Platten, die zur Berechnung herangezogen wurden

3.8.4. Quantitative Untersuchung des Tränkwassers auf Enterobacteriaceae

Pro Verdünnungsstufe wurden je 100 µl aus den vorbereiteten Verdünnungsreihen auf eine Platte mit Gassner- Agar aufgebracht und mittels eines Glasspatels ausgestrichen. Im Anschluss fand eine Bebrütung der Platten im Brutschrank bei 37°C für 24 Stunden statt.

Nach der Inkubation erfolgte die Auszählung der unterschiedlichen Kolonien mit Hilfe eines Zählstiftes. Dabei wurden nur Platten berücksichtigt, deren

Koloniezahlen zwischen zehn und 150 lagen. Wenn keine Platte mit einer Koloniezahl zwischen zehn und 150 vorhanden war, wurden Platten mit einer anderen Koloniezahl ausgewertet. Danach wurden die ausgezählten KBE mit der Verdünnungsstufe auf die native Wasserprobe mit Hilfe der Formel auf Seite 50 hochgerechnet.

Wenn mehr als eine Platte ausgewertet wurde, wurden die einzelnen ausgerechneten KBE/ml addiert und durch die Anzahl der einbezogenen Platten dividiert um einen Mittelwert zu erhalten (siehe Formel auf Seite 50).

Außerdem wurden die unterschiedlichen Kolonien differenziert, um festzustellen, um welche Gattungen der Familie Enterobacteriaceae es sich handelte. Dazu wurde von jeder unterschiedlichen Kolonie eine Subkultur angesetzt. Zunächst wurde ein Drei-Ösen- Ausstrich der Kolonie auf einer Standard-I- Platte gemacht. Danach wurde ein Enterotube von der Kolonie auf der Standard-I- Platte angesetzt und mit Hilfe des Auswertzettels ausgewertet.

3.8.5. Tränkwasseruntersuchung auf Salmonellen

Aus den vorbereiteten Verdünnungsreihen wurden je 100 µl pro Verdünnungsstufe auf eine Platte mit Rambach- Agar aufgebracht und mittels eines Glasspatels ausgestrichen. Anschließend wurden die Platten 24 Stunden bei 37°C im Brutschrank bebrütet.

Im Anschluss an die Inkubation wurden die Salmonellen- verdächtigen Kolonien ausgezählt. Hierbei handelt es sich um kirschrote Kolonien mit hellem Hof. Von einer dieser Kolonien wurde eine Subkultur mittels Drei-Ösen-Verdünnungsausstrich auf einem Rambach- Agar und einem Standard-I- Agar angefertigt. Danach wurden die Platten 24 Stunden bei 37°C bebrütet.

Im Anschluss an die Bebrütung wurden die Rambach- Platte und die Standard- I- Platte auf Reinkultur überprüft. Bei der Rambach- Platte wurden nur kirschrote Kolonien mit hellem Hof berücksichtigt. Lag ein Salmonellenverdacht auf der Rambach- Platte vor, wurde von dieser Kolonie ein Enterotube angesetzt. Die Enterotubes wurden anhand der beiliegenden Erläuterung ausgewertet. Wenn Salmonellen gefunden wurden, wurde eine Kolonie von der Standard-I- Platte in ein Kryo- Röhrchen überführt und bei -80°C eingefroren. Die genaue Bestimmung der Salmonellen erfolgte am Ende des Versuches im Robert- Koch- Institut, Berlin.

Zusätzlich wurde von jeder gesammelten Wasserprobe jeweils 1 ml in ein Reagenzglas mit 9 ml Rappaport- Bouillon gegeben, um auch subletal geschädigte Salmonellen zu finden. Die Bouillon wurde 24 Stunden bei 37°C bebrütet. Im Anschluss wurde die Bouillon auf Salmonellenverdacht überprüft. Eine Bouillon erschien verdächtig, wenn eine leichte Entfärbung der Bouillon und ein flockiges, weißes Wachstum am Boden des Reagenzglases, das beim Aufschütteln die Lösung trübte, auftraten. Bei Vorliegen eines Salmonellenverdachtes, wurden 100 µl aus der Bouillon auf eine Rambach- Platte aufgebracht und mit einem Glasspatel ausgespatelt. Es erfolgte wiederum eine Inkubation für 24 Stunden bei 37°C und die Rambach- Platte wurde, wie oben beschrieben, ausgewertet.

3.9. Schlachtung

Für die insgesamt vier Probeschlachtungen, wurden bei jeweils zwei Versuchsdurchgängen und zwei Kontrolldurchgängen am Ende der Mast 40 Enten ausgewählt. Dabei waren 20 der Tiere weiblich und 20 männlich. Im Stall wurden die Tiere anhand ihrer akustischen Lautäußerung in männliche und weibliche Tiere unterschieden und am Schlachthof wurde das Geschlecht zusätzlich stichprobenartig überprüft. Die Tiere wurden in Transportboxen zum Schlachthof der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Kitzingen transportiert.

Jede Ente wurde kurz vor der Schlachtung nach dem gleichen Schema wie in Kapitel 6. Tierbeurteilung bonitiert und das Lebendgewicht bestimmt.

Anschließend wurden die Tiere durch Kopfschlag betäubt und durch die Durchtrennung der Venae jugulares entblutet. Daraufhin wurde an jeder Ente eine Flügelmarke fixiert, um die erhobenen Daten eindeutig dem Einzeltier zuordnen zu können. Nun erfolgten die Standardarbeitsgänge des Schlachtprozesses.

Für diese Studie wurden während des Schlachtprozesses die Gewichtsdaten von Schlachtkörper, Leber, Herz, Muskelmagen, Milz, Schenkelpaaren, Flügelpaaren, Brust mit und ohne Haut und Knochen, Karkasse und Hals, Abdominalfett und Brusthaut ermittelt.

3.10. Blutuntersuchung

3.10.1. Entnahme und Aufbereitung

Für die Blutentnahme wurde das Blut bei der Schlachtung direkt aus der Vena

jugularis in EDTA- Blutröhrchen (Sarstedt AG & Co, Nümbrecht, Deutschland) aufgefangen. Die EDTA (Ethylendiamintetraazetat)–Beschichtung verhindert ein Gerinnen des Blutes. Insgesamt wurden 160 Blutproben entnommen, 80 bei Versuchsdurchgängen und 80 bei Kontrolldurchgängen.

Nach der Blutentnahme wurde das Blut gekühlt transportiert und direkt im Labor des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierhygiene der LMU, Tierärztliche Fakultät in München, weiterverarbeitet.

3.10.2. Hämatokrit

Die Ermittlung der Hämatokritwerte erfolgte mittels der Mikrohämatokritmethode. Hierzu wurde eine Mikrohämatokritkapillare ca. dreiviertel mit Vollblut aus den EDTA- Blutröhrchen gefüllt. Anschließend wurde die Kapillare mit Kit verschlossen und in die Mikrohämatokritzentrifuge (Sigma-Hämatokrit- Zentrifuge, Sigma Medizin- Technik GmbH, Gelenau, Deutschland) eingelegt. Das Zentrifugieren erfolgte drei Minuten bei folgenden Einstellungen: Radius von 85, Temperatur von 20°C, Drehzahl/RPM von 8000 und Anlauf/Bremsstufe von 9. Die Kapillare wurde im Anschluss an eine Hämatokritableseschablone angelegt und der Hämatokritwert in Prozent abgelesen.

3.10.3. Hämoglobin

Die Ermittlung der Hämoglobinwerte erfolgte mittels der Cyanhämoglobinmethode aus Vollblut (EDTA). Dem Blut wurde das Hämoglobinreagenz zugesetzt, das aus Kaliumhexacyanoferrat (III) und Kaliumcyanid bestand. Kaliumhexacyanoferrat (III) oxidiert Hämoglobin (Fe II) zu Hämoglobin (Fe III). Hämoglobin bildet mit Kaliumcyanid das stabile Cyanhämoglobin. Die Farbintensität von Cyanhämoglobin wurde bei 546 nm photometrisch bestimmt.

Dazu wurde 2,5 ml Hämoglobinreagenz in ein Reagenzglas vorgelegt und 10 µl Blut aus jeder Blutprobe in die Reaktionslösung eingespült. Das Reagenzglas wurde mit einem Kunststoffdeckel verschlossen und mit dem Vortex- Gerät (Vortex Genie 2, Scientific Industries, Inc., New York, USA) gemischt. Danach ließ man die Probe drei Minuten stehen und reagieren. Dann wurde sie erneut mit dem Vortex- Gerät gemixt. Im Anschluss wurde die Probe in eine Kunststoffküvette überführt und die Extinktion photometrisch (Thermo Scientific

Genesys 10 UV Scanning Spectrophotometer, Waltham, Massachusetts, United States) bestimmt. Von der ermittelten Extinktion wurde der Leerwert abgezogen. Der Leerwert ist die Extinktion der Reagenzlösung. Zur Bestimmung des Leerwertes wurde eine Kunststoffküvette ausschließlich mit 2,5 ml Hämoglobinreagenz gefüllt und ebenfalls bei einer Wellenlänge von 546 nm photometrisch gemessen.

Um nun die Hämoglobinkonzentration in mmol/l zu erhalten, wurde die Extinktion mit 22,8 mmol/l multipliziert.

$$\text{Hämoglobinkonzentration mmol/l} = \text{Extinktion} \times 22,8 \text{ mmol/l}$$

3.10.4. Bestimmung von Immunglobulin Y (IgY) im Blutplasma

Das IgY im Entenplasma wurde durch einen Sandwich- ELISA nach dem von Erhard et al. (1992) beschriebenen Prinzip nachgewiesen:

Folgende Puffer und Lösungen wurden verwendet:

PBS:	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung pH 7,2 8,0 g Natriumchlorid 1,45 g Di- Natriumhydrogenphosphat- Dihydrat 0,2 g Kaliumhydrogenphosphat 0,2 g Kaliumchlorid ad 1000 ml Aqua bidest. Zur Herstellung von PBS- Tween (pH 7,2) wurden zusätzlich 500 µl Tween 20 zugesetzt.
Beschichtungspuffer:	Carbonatpuffer pH 9,6 3,11 g Natriumcarbonat 6,0 g Natriumhydrogencarbonat ad 1000 ml Aqua bidest.
Waschpuffer:	PBS- Tween

Blocking- Lösung:	1 % - iges Milchpulver
	0,2 g Milchpulver
	20 ml PBS
TMB- Puffer:	0,1 mol/Liter Natriumacetat-Citrat-Puffer pH 5,0
	8,2 g Natriumacetat
	3,15 g Citronensäure
	ad 1000 ml Aqua bidest.
TMB- Stammlösung:	Tetramethylbenzidin- Lösung
	0,06 g Tetramethylbenzidin
	10,0 ml Dimethylsulfoxid
Substratlösung:	322,0 µl TMB- Stammlösung
	10,0 ml TMB- Puffer
	3,0 µl 30 % H ₂ O ₂
Stopplösung:	1 molare Schwefelsäure
	472,0 ml Aqua bidest
	28,0 ml 96% H ₂ SO ₄

(Alle Chemikalien sind von der Firma Merck, Darmstadt, Deutschland)

Beschichtung:

An eine 96- löchrige Platte aus Polystyrol (Firma Maxisorb, Roskilde, Dänemark) wurde ein monoklonaler Mouse- anti- duck- IgY- L-Kette 14A3 (freundlicherweise zur Verfügung gestellt von der Arbeitsgruppe Prof. Kaspers und Prof. Göbel, Lehrstuhl für Tierphysiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung der Ludwig- Maximilians- Universität, München) gebunden. Die Konzentration betrug 62,5 ng Antikörper pro Milliliter Beschichtungspuffer.

Es wurden 100 µl in jede Kavität der Platte pipettiert. Anschließend wurde die Platte bei 4°C über Nacht inkubiert.

Waschvorgang:

Die Platte wurde zweimal in einem mechanischen Wascher (Tecan Deutschland GmbH, Modell: Columbus, Crailsheim) gewaschen und anschließend auf Zellstoff ausgeklopft, um restliche Flüssigkeit zu entfernen.

Blockierung:

Um freie Bindungsstellen zu besetzen, wurden in jede Kavität 200 µl der Milchpulver- Blocking- Lösung pipettiert. Anschließend wurde die Platte für eine Stunde bei 37° Celsius inkubiert.

Waschvorgang:

(siehe oben)

Auftragung des Probenmaterials:

Nach dem Auftauen der 1:10 vorverdünnten Plasmaproben wurden diese mit PBS- Tween auf ein Endverhältnis von 1:20.000 verdünnt. Dazu wurden 2.000 µl PBS- Tween vorgelegt und 1 µl Plasma 1:10 vorverdünnt eingespült. 100 µl des vorverdünnten Probenmaterials wurde in die erste Kavität der jeweils vorgesehenen Spalte aufgetragen. Der gleiche Vorgang wurde mit dem Pool (Mischung aus mehreren Entenplasmen, hergestellt im Labor des Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierhygiene) wiederholt, der in Spalte 7 aufgetragen wurde. Als Standard wurde in Spalte 6 Duck- IgY in einer Anfangskonzentration von 0,5 µg/ml (Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung der Ludwig-Maximilians-Universität München, Arbeitsgruppe Prof. Kaspers und Prof. Göbel) aufgetragen. Spalte 1 diente als Leerwert und wurde mit 50 µl PBS- Tween pro Kavität gefüllt. Danach wurde in jede Kavität mit Ausnahme der Kavität in Reihe A, 50 µl PBS- Tween vorgelegt. Anschließend wurde in Spalte 2-12 eine zweilogarithmische Verdünnungsreihe von A- H angelegt. Am Ende der Verdünnungsreihe wurden 50 µl verworfen, so dass sich am Ende in jeder Vertiefung 50 µl befanden. Daran schloss sich eine weitere Stunde Inkubation bei 37°C an.

Waschvorgang:

(siehe oben)

Hinzufügen des Konjugates:

100 µl eines an Peroxidase gekoppelten Kaninchen- anti- Ente- IgY (Nordic Immunological Laboratories; Tillburg, Niederlande) wurden in jede Kavität in einer Konzentration von 1:4.000 pipettiert. Es schloss sich eine weitere Stunde Inkubation bei 37°C an.

Waschvorgang:

(siehe oben)

Hinzufügen des Substrates:

Das Substrat wurde kurz vor der Verwendung frisch angesetzt. In jede Kavität wurden 100 µl Substratlösung pipettiert und danach im Dunkeln bei Zimmertemperatur zehn Minuten inkubiert.

Stoppen der Reaktion:

Die Reaktionsvorgänge wurden durch Zugabe von 50 µl einer einmolaren Schwefelsäure beendet.

Auswertung:

Die photometrische Messung der Platten erfolgte bei einer Wellenlänge von 450 nm im ELISA-Reader (EAR 400 AT, Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim). Die Standardkurve wurde mittels des Computerprogramms Gen 5 Microplate Data Collection & Analysis Software (Bio Tec Germany, Bad Friedrichshall, Deutschland) ermittelt. Der im linearen Bereich der Standardkurve gelegene Mittelwert der Einzelkonzentration (3-5) ergab die Endkonzentration der Probe.

3.11. Knochenuntersuchung

3.11.1. Entnahme und Aufbereitung

Aus jedem Schlachtkörper wurden beide Oberschenkelknochen (Femura) und beide Unterschenkelknochen (Tibiotarsi) herausgelöst. Danach wurden daran haftende Muskeln und Sehnen entfernt. Die Knochen wurden in Zellstoff eingewickelt, in 0,9 % - iger physiologischer Kochsalzlösung getränkt und zusammen mit der Nummer des Schlachtkörpers in Plastiktüten verpackt. Im Anschluss an den 4°C gekühlten Transport nach München wurden die Knochen

bei -18°C eingefroren. Vor der weiteren Untersuchung, wurden die Knochen über 24 Stunden bei 5°C aufgetaut.

3.11.2. Bestimmung der Länge, Breite und Höhe

Zunächst wurden die Knochen der linken oder rechten Körperseite zugeordnet. Danach erfolgte die Messung der Länge, Breite und Höhe mit Hilfe einer digitalen Schieblehre.

Um die Länge des Femurs zu messen, wurde die Schieblehre am proximalsten Punkt des Caput femoris, der sich in der Nähe der Fovea ligamenti befindet, und am Condylus medialis angesetzt.

Beim Tibiotarsus wurde die Schieblehre am höchsten Punkt der Facies articularis medialis und an der scharfen Kante des Epicondylus medialis angesetzt, um dessen Länge zu bestimmen.

Die Breite und die Höhe der Knochen wurden in der Mitte des Corpus femoris bzw. des Corpus tibiotarsi, auf Höhe der späteren Sollbruchstelle, bestimmt. Die Breite entsprach dem lateromedialen Durchmesser, die Höhe dem kraniokaudalen Durchmesser.



Abb. 18: Bestimmung der Größenparameter der Knochen mit Hilfe einer digitalen Schieblehre

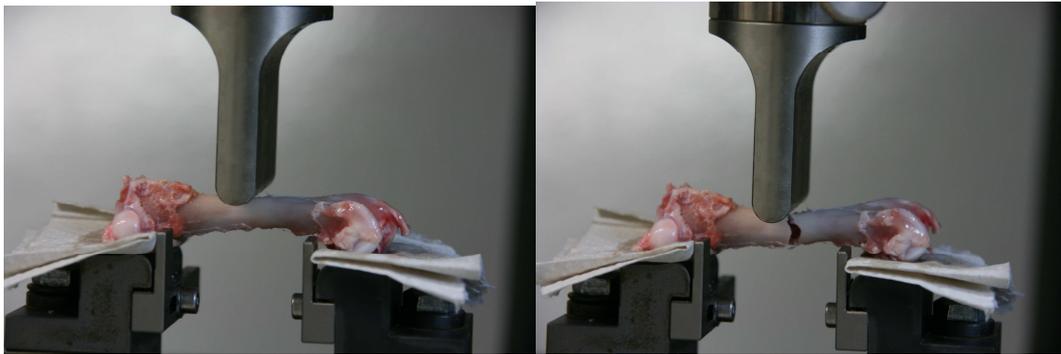
3.11.3. Bestimmung der Knochenbruchfestigkeit und Dehnung

Die Bruchfestigkeit und die Dehnung der Knochen wurden durch die 3- Punkt-Biegevorrichtung der Materialprüfmaschine (DO-FB 005 TS, Baujahr 2004, Firma Zwick/Roell, Ulm, Deutschland) ermittelt.

Der Femur bzw. der Tibiotarsus wurde so auf die zwei Halterungen gelegt, dass die Extremitas proximalis eines Knochens in die Richtung schaute, deren

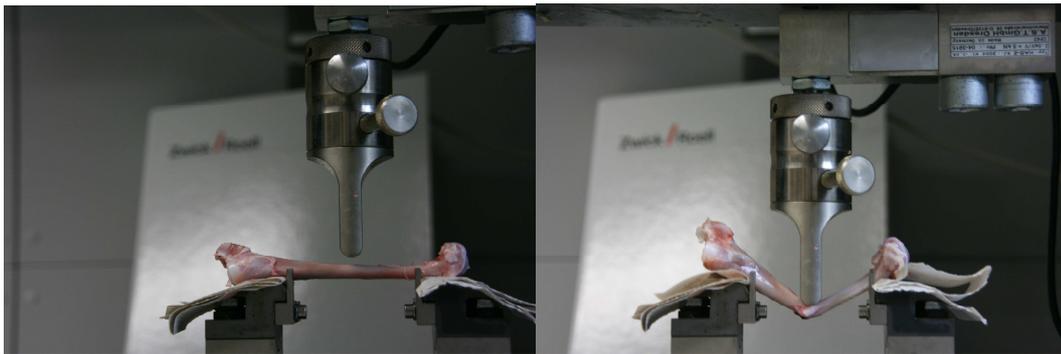
Körperseite dem Knochen entsprach, das Caput femoris bzw. die Facies articularis medialis zu dem Untersucher gerichtet war und die kraniale Fläche des Knochens nach oben auflag.

Diese Position der Knochen auf den Auflageflächen wurde so gewählt, da sie Stabilität gewährleistete und die Knochen bei Druck von oben, bedingt durch die Biegefinne, deshalb kaum abrutschten.



Femurknochen vor dem Bruch

Femurknochen beim Bruch



Tibiotarsusknochen vor dem Bruch

Tibiotarsusknochen beim Bruch

Abb. 19: Bestimmung von Bruchfestigkeit und Dehnung der Knochen mit Hilfe der 3 – Punkt- Biegevorrichtung der Materialprüfmaschine (Firma Zwick/Roell, Ulm, Deutschland)

Die Einstellungen der Materialprüfmaschine können der Tab. 12 entnommen werden.

Tab. 12: Übersicht über die Einstellungen der Materialprüfmaschine (DO-FB 005 TS, Baujahr 2004, Firma Zwick/Roell, Ulm, Deutschland)

Einstellungen der Materialprüfmaschine	Femura	Tibiotarsi
Einspannlänge in mm	40	40
LE- Geschwindigkeit in mm/min	500	500
Vorkraft in N	5	5
Vorkraft- Geschwindigkeit in mm/min	60	100
Prüfgeschwindigkeit in mm/min	60	80
Kraftabschaltswelle 1/F max	80	80
K.F. Bruchuntersuchung in N	10	10
obere Kraftgrenze in N	5000	5000
Dehnung in mm	8	20
Abstandseinstellung der Knochenunterlage in mm	50 - 50	70 - 70

Schraubeinstellungen an der Seite (=Positionsanzeiger/Traversenanzeiger):

- Schraube oben: 490
- Mittelteil: 200
- Schraube unten: 140

Die Darstellung und Auswertung der Bruchfestigkeit erfolgte durch die Prüfsoftware, die ein Ereignisprotokoll erstellte, in dem die maximal notwendige Kraft (F_{\max}) in Newton und die Dehnung bis zum Bruch in mm angegeben wurde.

3.12. Wirtschaftlichkeit

Zeitgleich zu dieser Arbeit wurden Daten von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung, Kitzingen ermittelt, die freundlicherweise für diese Arbeit zur Verfügung gestellt wurden.

Die Temperatur und die relative Luftfeuchte wurden im Stall automatisch stündlich über eine Klimastation (Serie iMetos, Firma Pessl Instruments, Weiz (Österreich)) aufgezeichnet.

Die Tageszunahme der Enten wurde durch zwei Wiegevorrichtungen im Stall ermittelt.

Der Gesamtwasserverbrauch mit und ohne Reinigung und Desinfektion, der durch das Ablesen der Wasseruhr festgestellt wurde, sowie die Wirtschaftsdaten wurden der Landesanstalt für Landwirtschaft durch den Landwirt mitgeteilt.

Die Schlachtgewichte wurden durch die Wichmann-Geflügelproduktionsgesellschaft GmbH, Wachenroth, ermittelt.

Insgesamt wurden durch die Landesanstalt für Landwirtschaft folgende Daten erhoben:

- Eingestellte Tiere
- Bezahlte Tiere
- Mortalitätsrate
- Kükengewichte
- Mastendgewichte
- Bezahltes kg-Lebendgewicht (gesamt und je Tier)
- Anteil B-Ware
- Zunahmen (gesamt, je Tier und je Tier/Tag)

- Verluste (in der Mastphase, Verlade-, Transport- und Schlachthofverluste, Verluste gesamt)
- Strohverbrauch (insgesamt und je Tier)
- Gülleanfall
- Futtermittelverbrauch (gesamt und je Tier)
- Futtermittelverwertung
- Wasser/Futtermittelverhältnis (l/kg)

3.13. Statistische Verfahren

Zur statistischen Auswertung der Daten wurden die Programme Microsoft Excel 2007, IBM SPSS Statistics 20 und R in der Version 2.15.0 verwendet. Die statistische Auswertung wurde durch Herrn S. Lenau unterstützt. Ein Zusammenhang wurde als signifikant angesehen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit p den Wert von 5 % erreichte oder unterschritten ($p \leq 0,05$) hat. Im nachfolgenden werden die unterschiedlichen Methoden, die zur statistischen Auswertung der Daten verwendet wurden erläutert.

3.13.1. Deskriptive Statistik

Deskriptive Statistiken beschreiben die Verteilung von Variablen anhand statistischer Kennzahlen und bieten so einen schnellen, kompakten Überblick. Die angegebenen Kennzahlen können sich je nach Verwendung unterscheiden:

- N gibt die Anzahl der Fälle wieder
- Der Mittelwert (MW) entspricht dem arithmetischen Mittel
- Als SEM wird der Standardfehler des Mittelwertes bezeichnet. Er gibt die Streuung der Messwerte um den Mittelwert an und beschreibt damit dessen Genauigkeit
- Die Standardabweichung (SD) charakterisiert auch die Streuung der Daten, sie stellt die Quadratwurzel der Varianz dar und hat die gleiche Maßeinheit wie die Daten
- Das Minimum gibt den kleinsten gemessenen Wert an
- Das Maximum gibt den größten gemessenen Wert an

Die deskriptive Statistik wurde bei der Gesamtkeimzahl und der Anzahl an Enterobakterien verwendet, um eine Gesamtübersicht über die Keimzahlen zu erhalten.

3.13.2. T-Test

T-Tests dienen dem Vergleich von Mittelwerten verschiedener Gruppen. Sie ermöglichen Aussagen über die Signifikanz der Unterschiede dieser Mittelwerte. Um Mittelwerte bilden zu können, müssen entsprechende Variablen metrisches Niveau haben. Die Signifikanz gibt dabei die α -Fehler-Wahrscheinlichkeit an, das heißt die Wahrscheinlichkeit, die Hypothese („die Mittelwerte unterscheiden sich“) anzunehmen, obwohl tatsächlich (in der Grundgesamtheit) kein Unterschied besteht.

- bei der Gesamtkeimzahl und der Anzahl an Enterobakterien zum Vergleich der Zeitfenster und Tränkearten
- bei der Schlachtung zum Vergleich der Kombination aus Besuchsart und Geschlecht
- bei Staub und Ammoniak zum Vergleich der Kombination aus Besuchsart und Zeitfenster

3.13.3. Absolute und relative Häufigkeiten

Absolute Häufigkeiten stellen entweder eine Auflistung der betreffenden Fälle dar oder aber die bloße Nennung von deren Anzahl. Relative Häufigkeiten setzen diese Zahl in Relation zur Gesamtzahl der Fälle.

- die absolute Häufigkeit stellt eine Auflistung aller Schlachtdurchgänge dar.

3.13.4. Regression

Regressionen kommen zur Bestimmung des Einflusses mehrerer unabhängiger Variablen (Prädiktoren) auf eine abhängige Variable (Kriterium) zum Einsatz. Ihr großer Vorteil im Vergleich zu den übrigen verwendeten Verfahren ist, dass sie den Einfluss des jeweiligen Prädiktors bei gleichzeitiger Konstanzhaltung aller anderen Prädiktoren erlaubt (die bspw. beim T-Test völlig ignoriert werden). Die Ergebnisse der verschiedenen Regressionsformen werden durch unterschiedliche Kennzahlen beschrieben. Der Intercept beschreibt dabei jeweils den Wert, den die

Regressionsgleichung annimmt, wenn alle Variablen den Wert 0 (d.h. kategoriale Variablen ihre Referenzkategorie, zentrierte metrische Variablen ihren Mittelwert) annehmen. Neben den Haupteffekten wurde innerhalb der Regressionsmodelle zusätzlich noch die Wechselwirkung bestimmter Haupteffekte überprüft. Dabei gibt die Wechselwirkung an, ob zusätzlich durch die Kombination der Haupteffekte noch ein Einfluss besteht. Dazu musste aber jeweils bei den Wechselwirkungen der B-Regressionskoeffizient neu berechnet werden, indem die B-Regressionskoeffizienten der beteiligten Haupteffekte und zusätzlich der B-Regressionskoeffizient der Wechselwirkung aufaddiert wurden.

3.13.4.1. Lineare Regression

Als B wird der Regressionskoeffizient bezeichnet. Er gibt die Richtung (durch das Vorzeichen) und Stärke des Einflusses der unabhängigen Variable auf die abhängige Variable an, denn er beschreibt, um wie viele Skaleneinheiten sich die abhängige Variable verändert, wenn sich die unabhängige Variable um eine Skaleneinheit verändert. Für die kategorialen Variablen stellt der Regressionskoeffizient dadurch die Relation zur jeweiligen Referenzkategorie dar.

Der Standardfehler der Regressionskoeffizienten (SE) gibt die Genauigkeit der Regressionskoeffizienten an.

Der Wert p gibt das Signifikanzniveau an. Er beschreibt wiederum die Wahrscheinlichkeit, eine falsche Hypothese anzunehmen (d.h. $H_1: \beta \neq 0$ anzunehmen, wenn tatsächlich $H_0: \beta = 0$ gilt).

Die lineare Regression wird verwendet, wenn die abhängige Variable metrisch skaliert ist. Sie wurde genutzt, wenn die abhängigen Variablen (sowie ggf. die an diesen vollzogenen Transformationen) diese Voraussetzung erfüllen. Dazu erfolgte bei der Anzahl an Enterobakterien, den Staub- und Ammoniakwerten eine logarithmische Transformation, um eine bessere Approximation an die Normalverteilung zu erzielen:

- bei der Gesamtkeimzahl und Anzahl an Enterobakterien sind die
 - o abhängigen Variablen: $\ln(\text{Gesamtkeimzahl})$ und $\ln(1+\text{Enterobacteriaceae})$ und
 - o die Haupteffekte: Probenart, Außentemperatur, zentriert und Innentemperatur, zentriert, sowie deren Wechselwirkungen

- bei der Schlachtung sind die
 - o abhängigen Variablen: Schlachtparameter, Blutwerte und Knochenparameter und
 - o die Haupteffekte: Besuchsart (Referenzkategorie: Kontrolle) und Geschlecht (Referenzkategorie: weiblich), sowie deren Wechselwirkung (Referenzkategorie: Kontrolle, weiblich)
- bei Staub und Ammoniak sind die
 - o abhängigen Variablen: $\ln(1+\text{Staub})$ und $\ln(1+\text{Ammoniak})$ und
 - o die Haupteffekte: Besuchsart (Referenzkategorie: Kontrolle, 1. Zeitfenster), Stallseite (Referenzkategorie: Nippeltränken Seite) und Einstreu (Referenzkategorie: Weizen), sowie deren Wechselwirkung (Referenzkategorie: Kontrolle, 1. Zeitfenster, Nippeltränken Seite) und Innentemperatur, zentriert sowie Außentemperatur, zentriert

3.13.4.2. Ordinale (kumulative logistische) Regression

B bezeichnet wiederum den Regressionskoeffizienten. Hier ist seine Bedeutung allerdings folgende: Es beruht auf einem Vergleich von Wahrscheinlichkeiten, der so genannten odds-ratio ($= p(y \leq i) / p(y > i)$) und drückt, aufgrund der Logit-Verknüpfungsfunktion, den \ln (Logarithmus naturalis) dieser odds-ratio aus. Es beschreibt daher, ob der jeweilige Prädiktor eine höhere ($B > 0$) oder niedrigere ($B < 0$) Kategorie wahrscheinlich macht.

Der Standardfehler des Mittelwertes (SEM) beschreibt wiederum die Genauigkeit der Koeffizienten, ebenso wie das Signifikanzniveau p die α -Fehler-Wahrscheinlichkeit angibt.

Das 95%-ige Konfidenzintervall gibt an, innerhalb welcher Grenzen sich der wahre Wert von B der Grundgesamtheit mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit befindet.

Dabei geben die Schwellenwerte q folgendes an:

- q_1 : die niedrigste Kategorie wird mit den vorhandenen höheren Kategorien verglichen

- q2: die erste und zweite Kategorie werden mit den vorhandenen höheren Kategorien verglichen
- q3: die höchste Kategorie wird mit allen vorhandenen niedrigeren Kategorien verglichen
- wenn der Schwellenwert den Wert 1 annimmt, liegen gleich hohe Wahrscheinlichkeiten vor
- wenn der Schwellenwert einen Wert < 1 annimmt, ist die Wahrscheinlichkeit geringer
- wenn der Schwellenwert einen Wert > 1 annimmt, ist die Wahrscheinlichkeit höher

Die ordinale Regression wird verwendet, wenn die abhängige Variable kategorial skaliert ist und eine Reihenfolge (z.B. leicht, mittel, stark) ausdrückt. Sie wurde genutzt, wenn die abhängigen Variablen dieses Kriterium erfüllen und ihre Ergebnisse entsprechend verlässlich waren (Parallelitätstest der Linien):

- Bestimmung des Einflusses der Interaktionseffekte zwischen der Besuchsart und Ammoniakwerten auf die Boniturmerkmale Augenumgebung und –entzündung.
- Beim Boniturmerkmal Nekrose der Paddel sind die
 - o abhängigen Variablen: Nekrose der Paddel und
 - o die Haupteffekte Besuchsart (Referenzkategorie: Kontrolle), Zeitfenster (Referenzkategorie: 1. Zeitfenster), Stallseite (Referenzkategorie: Nippeltränken Seite), sowie deren Wechselwirkungen (Referenzkategorie: Kontrolle, Nippeltränken Seite) und Ammoniak, zentriert sowie Staub, zentriert

3.13.4.3. Multinomial-logistische Regression

B bezeichnet wiederum den Regressionskoeffizienten. Hier ist seine Bedeutung allerdings folgende: Sie beruhen auf einem Vergleich von Wahrscheinlichkeit einer Kategorie zu ihrer Gegenwahrscheinlichkeit ($= p(y=i)/1-p(y=i)$). B beschreibt daher, ob die jeweilige Kategorie im Vergleich zur Referenzkategorie (die Kategorie der abhängigen Variablen, die nicht aufgeführt ist) wahrscheinlicher ($B>0$) oder weniger wahrscheinlich ($B<0$) wird.

SEM, p und das Konfidenzintervall sind analog zur ordinalen Regression.

Die multinominal-logistische Regression wird verwendet, wenn die abhängige Variable kategorial skaliert ist. Sie wurde als Alternative zur ordinalen Regression genutzt, wenn deren Ergebnisse nicht verlässlich waren (aufgrund des Parallelitätstests der Linien).

Zwar wurden die Boniturmerkmale Augenumgebung und –entzündung ordinal erhoben, jedoch lieferte eine ordinale (kumulative) Regression für die Wechselwirkung zwischen Besuchsart und Staub keine verlässlichen Ergebnisse. Daher wurde hier die multinominal-logistische Regression verwendet.

3.13.4.4. Binär logistische Regression

Der einzige Unterschied in der Interpretation von B besteht darin, dass das Wahrscheinlichkeitsverhältnis in diesem Fall die Wahrscheinlichkeit der mit 1 codierten Kategorie („ja“ bzw. „Vorhanden“ im Falle der Boniturmerkmale) zu der mit 0 codierten („nein“ bzw. „nicht vorhanden“) vergleicht. Er lässt also erkennen, ob das Auftreten eines Merkmals wahrscheinlicher ($B > 0$) oder weniger wahrscheinlich ($B < 0$) wird.

Der Logit⁻¹ gibt die Zuordnungswahrscheinlichkeit für die jeweilige Variable an:

- bei der nominalen Regression bedeutet dies, die Wahrscheinlichkeit der jeweiligen Kategorie (z.B. Boniturmerkmal) ist der Logit-Wert des jeweiligen Prädiktors
- bei der ordinalen Regression ist es entsprechend die Wahrscheinlichkeit einer höheren Kategorie.

Berechnet wird er folgendermaßen:

$$\text{Logit}^{-1} = \exp(a) / (1 + \exp(a)) = e^a / (1 + e^a)$$

wobei a = der Regressionskoeffizient

Die übrige Interpretation ist analog zu den übrigen logistischen Regressionen.

Die binär-logistische Regression wird verwendet, wenn die abhängige Variable dichotom ist. Sie wurde als Alternative zur multinominal-logistischen Regression genutzt, wenn auch deren Ergebnisse nicht verlässlich waren (aufgrund von Gleitkommaüberlauf, d.h. zu geringer Fallzahl bei bestimmten Kategorien):

Auch wenn die Boniturmerkmale Hyperkeratose der Paddelspitzen bzw. Paddel, Nekrose der Paddelspitzen und Ulcus corneae auf ordinalem Skalenniveau erhoben wurden, musste für diese die binär logistische Regression verwendet werden, da diese aufgrund der Fallzahlen der höheren Kategorien nur in dichotomer Form als abhängige Variable in eine Regression einbezogen werden konnten (d.h. sowohl ordinale (kumulative) als auch multinominal-logistische Regression lieferten keine verlässlichen Ergebnisse).

3.13.5. Diagramme

Diagramme wurden zur grafischen Veranschaulichung erstellt. In ihnen werden Mess- bzw. Mittelwerte gegenübergestellt. Dazu wurden Fehlerbalken- und Balkendiagramme sowie Boxplots verwendet:

- Fehlerbalkendiagramme (bei Gesamtkeimen, Staub und Ammoniak) stellen die Mittelwerte (und Standardfehler der Mittelwerte) der jeweiligen Gruppen gegenüber.
- Balkendiagramme (bei Gesamtkeimen, Enterobakterien und Bonitur) stellen die gemessenen Werte verschiedener Gruppen von Fällen gegenüber. Zu unterscheiden sind einfache Balkendiagramme und Stapelbalkendiagramme. Erstere geben einen (absoluten oder anteilmäßigen) Wert an, letztere hingegen die relativen Werte aller Kategorien.
- Boxplots (bei Staub, Ammoniak und Schlachtparametern) vereinen Streuungs- und Lageparameter und stellen Minimum, Maximum, Quantile und Ausreißer dar und vermittelt so einen Eindruck von der Verteilung des Messwertes in den verschiedenen Gruppen.

4. ERGEBNISSE

4.1. Bonitur

Die Daten der Boniturmerkmale wurden alle mit unterschiedlichen Regressionsmodellen ausgewertet. In den Regressionsmodellen war n (Anzahl) die Gesamtheit der bonitierten Enten bei den Besuchen. Den Regressionstabellen können die geschätzten Koeffizienten, die Standardfehler, die Signifikanzen und das 95%-ige Konfidenzintervall entnommen werden. Der Intercept setzt sich aus den kategorialen Prädiktoren, die den Wert 0 (Kontrolle; 1. Zeitfenster; NT-Seite) annehmen und dem Mittelwert der metrischen Größen (Staub: $0,73 \text{ mg/m}^3$; Ammoniak: $12,8 \text{ ppm}$) zusammen. Wobei Ammoniak und Staub stallseitenabhängig ermittelt wurde. Der B-Regressionskoeffizienten der Wechselwirkungen musste neu berechnet werden. Dazu wurden die B-Regressionskoeffizienten der einzelnen Wechselwirkungen addiert und zusätzlich der B-Regressionskoeffizient der Wechselwirkung addiert. Die Wechselwirkung gibt an, ob zusätzlich zu den Haupteffekten durch eine Kombination der Haupteffekte ein Einfluss besteht. Zur Übersicht wurden zusätzlich Diagramme (siehe Abb. 18-24) erstellt, bei dem die Häufigkeitsverteilung der Daten nach der Besuchsart (Versuch und Kontrolle), dem Zeitfenster (1. und 2. Zeitfenster) und der Stallseite (Nippeltränken Seite und Rundtränken Seite) dargestellt wurde. Detaillierte Zahlen zu den Diagrammen befinden sich im Anhang (Tab. 20-26). Als Ergänzung befinden sich zusätzlich Mittelwertdiagramme inklusive t -Test - Auswertungen im Anhang (Abb. 40-46 und Tab. 66-68).

4.1.1. Paddelhyperkeratose

Die absoluten und relativen Häufigkeiten zu dem Boniturmerkmal Hyperkeratose der Paddel können der Abbildung 18 und der Tabelle 59 im Anhang entnommen werden. Besuchsunabhängig waren $30,75 \%$ der Paddel ohne Befund, $68,67 \%$ hatten eine geringgradige, $0,5 \%$ eine mittelgradige und $0,08 \%$ eine hochgradige Paddelhyperkeratose.

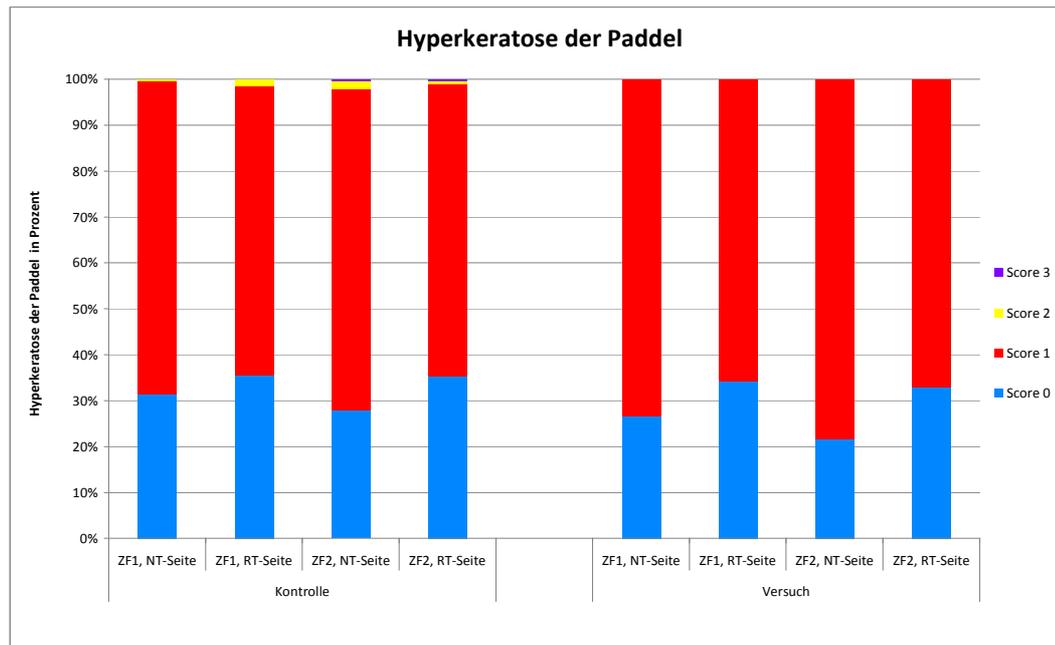


Abb. 20: Bonitur Hyperkeratose der Paddel (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach Score 0 = ohne Befund, Score 1 = geringgradige, Score 2 = mittelgradige, Score 3 = hochgradige Paddelhyperkeratose; Details können dem Anhang (Tabelle 59) entnommen werden)

Bei dem Boniturmerkmal Hyperkeratose der Paddel wurde das binäre logistische Regressionsmodell verwendet. Innerhalb des Modells entspricht der Wert 0 dem Boniturmerkmal Paddel o.b.B., der Wert 1 einer geringgradigen, der Wert 2 einer mittelgradigen und der Wert 3 einer hochgradigen Paddelhyperkeratose. Aus dem Modell ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $\text{logit}^{-1}(0,732) = 0,68$ für das Vorliegen einer Paddelhyperkeratose.

Bei Betrachtung des Regressionsmodells in Tabelle 13 fällt auf, dass nur bei der Stallseite ein signifikanter Unterschied aufgetreten ist ($p = 0,001$). Dabei tritt die Hyperkeratose der Paddel auf der Rundtränken Seite mit einer 18,5 % höheren Wahrscheinlichkeit auf als auf der Nippeltränkenseite (KI: [1,185; 2,002]). Bei dem Zeitfenster ($p = 0,216$), der Besuchsart ($p = 0,639$) oder bei der Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite ($p = 0,341$) ist kein signifikanter Effekt bei der Entstehung einer Paddelhyperkeratose festzustellen. Auch bei der Betrachtung der beiden metrischen Größen Ammoniak, zentriert ($p = 0,863$) und Staub, zentriert ($p = 0,088$) kann kein signifikanter Einfluss bei der Entstehung einer Hyperkeratose der Paddel festgestellt werden.

Tab. 13: Binäres logistisches Regressionsmodell Hyperkeratose der Paddel
 (Anzahl n = 2400; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm;
 MW Staub: 0,73 mg/m³; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; ZF = Zeitfenster;
 a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	p	<u>exp(B)</u>	95%-Konfidenzintervall		
					Untergrenze	Obergrenze	
Intercept	0,732	0,099	< 0,001	2,079			
Zeitfenster							
	ZF 1	a					
	ZF 2	-0,116	0,094	0,216	0,891	0,741	1,070
Besuchsart							
	K	a					
	V	-0,058	0,123	0,639	0,944	0,742	1,201
Stallseite							
	NT-Seite	a					
	RT-Seite	0,432	0,134	0,001	1,541	1,185	2,002
Ammoniak, zentriert	-0,002	0,009	0,863	0,998	0,980	1,017	
Staub, zentriert	0,127	0,074	0,088	1,135	0,981	1,313	
Besuchsart * RT							
	K * NT- Seite	a					
	V * RT- Seite	-0,171	0,180	0,341	0,843	0,592	1,199

4.1.2. Paddelspitzenhyperkeratose

Bei dem Boniturmerkmal Hyperkeratose der Paddelspitze können die absoluten und relativen Häufigkeiten der Abbildung 19 und der Tabelle 60 im Anhang entnommen werden. Unabhängig von den Besuchen waren 73,17 % der Paddel ohne Befund, 26,79 % hatten eine geringgradige und 0,04 % eine mittelgradige Paddelspitzenhyperkeratose.

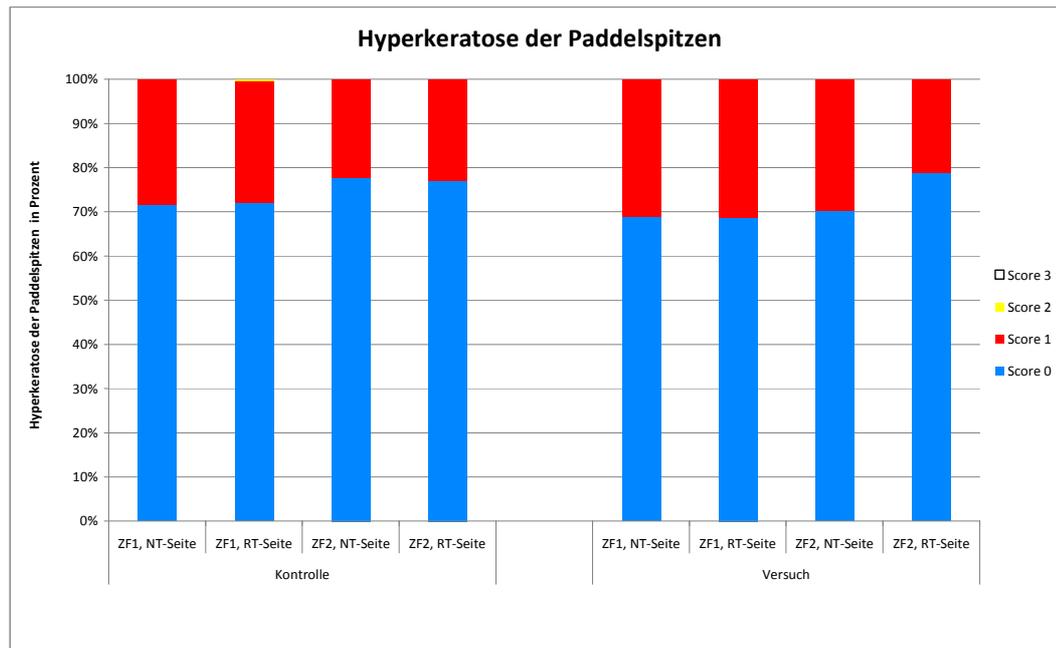


Abb. 21: Bonitur Hyperkeratose der Paddelspitze (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach Score 0 = ohne Befund, Score 1 = geringgradige, Score 2 = mittelgradige, Score 3 = hochgradige Paddelspitzenhyperkeratose; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 60) entnommen werden)

Zur Untersuchung des Boniturmerkmals Hyperkeratose der Paddelspitze wurde das binäre logistische Regressionsmodell angewandt. Dabei entspricht der Wert 0 dem Boniturmerkmal Paddelspitze o.b.B., der Wert 1 einer geringgradigen, der Wert 2 einer mittelgradigen und der Wert 3 einer hochgradigen Paddelspitzenhyperkeratose. Für die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Paddelspitzenhyperkeratose ergibt sich aus dem Modell ein $\text{logit}^{-1}(-1,181) = 0,24$.

Tabelle 14 zeigt im Regressionsmodell, dass nur beim Zeitfenster ein signifikanter Unterschied aufgetreten ist ($p = 0,009$). Die Hyperkeratose der Paddelspitze tritt im zweiten Zeitfenster um eine 6,4 % höhere Wahrscheinlichkeit auf als im ersten Zeitfenster (KI: [1,064; 1,557]). Bei der Besuchsart ($p = 0,906$), bei der Stallseite ($p = 0,167$) oder bei der Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite ($p = 0,320$) ist kein signifikanter Effekt bei der Entstehung einer Paddelspitzenhyperkeratose festzustellen. Auch die beiden metrischen Größen Ammoniak, zentriert ($p = 0,469$) und Staub, zentriert ($p = 0,090$) beeinflussen die Entstehung einer Hyperkeratose der Paddelspitze nicht signifikant.

Tab. 14: Binäres logistisches Regressionsmodell Hyperkeratose der Paddelspitze (Anzahl n = 2400; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm; MW Staub: 0,73 mg/m³; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	p	<u>exp(B)</u>	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Intercept	-1,181	0,106	< 0,001	0,307		
Zeitfenster						
ZF 1	a					
ZF 2	0,252	0,097	0,009	1,287	1,064	1,557
Besuchsart						
K	a					
V	-0,016	0,134	0,906	0,984	0,757	1,279
Stallseite						
NT-Seite	a					
RT-Seite	0,188	0,136	0,167	1,206	0,924	1,574
Ammoniak, zentriert	0,007	0,009	0,469	1,007	0,988	1,026
Staub, zentriert	0,115	0,068	0,090	1,122	0,982	1,282
Besuchsart * RT						
K * NT- Seite	a					
V * RT- Seite	-0,186	0,187	0,320	0,830	0,575	1,198

4.1.3. Paddelnekrose

Die Abbildung 20 und die Tabelle 61 im Anhang zeigen die absoluten und relativen Häufigkeiten zu dem Boniturmerkmal Nekrose der Paddel auf. Besuchsunabhängig waren 48,92 % der Paddel ohne Befund, 29,88 % hatten eine geringgradige, 15,42 % eine mittelgradige und 5,79 % eine hochgradige Paddelnekrose.

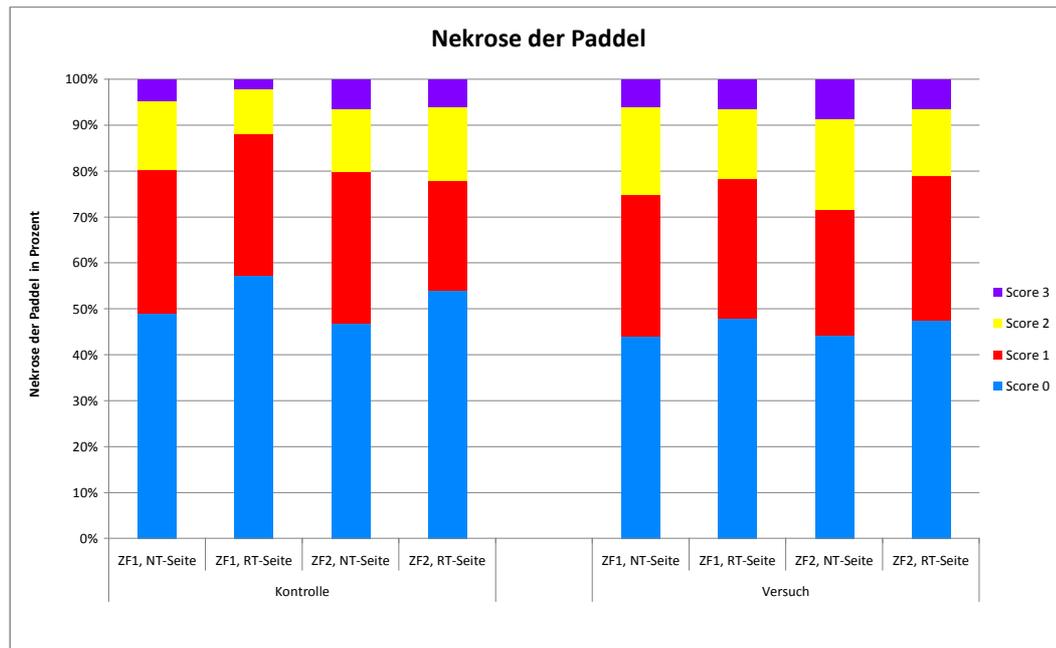


Abb. 22: Bonitur Nekrose der Paddel (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach Score 0 = ohne Befund, Score 1 = geringgradige, Score 2 = mittelgradige, Score 3 = hochgradige Paddelnekrose; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 61) entnommen werden)

Bei dem Boniturmerkmal Nekrose der Paddel kam das kumulative logistische Regressionsmodell zur Anwendung. Innerhalb des Modells entspricht der Wert 0 dem Boniturmerkmal Paddel o.b.B., der Wert 1 einer geringgradigen, der Wert 2 einer mittelgradigen und der Wert 3 einer hochgradigen Paddelnekrose.

Die Schwellenwerte für die Nekrose der Paddel lauten:

- $Q_1 = 0$
- $Q_2 = 0,37$
- $Q_3 = 2,85$

Daraus folgt, dass die Wahrscheinlichkeit eine Ente ohne Befund an der Paddel um das 1-fache ($1/\exp(0)$) geringer ist, als eine Ente mit Nekrose an der Paddel zu finden. Die Chance, dass Tiere keine oder geringgradige Paddelnekrose haben ist um das 1,5-fache ($1/\exp(0,37)$) niedriger als mittel- oder hochgradig Paddelnekrose zu finden. Die Möglichkeit, eine hochgradige Nekrose der Paddel festzustellen, ist um das 17,3-fache ($1/\exp(2,85)$) höher als keine, geringgradige oder mittelgradige Nekrose der Paddel zu konstatieren.

Aus Tabelle 15 ergibt sich, dass bei der Besuchsart ($p = 0,032$) und der Stallseite ($p = 0,013$) ein signifikanter Einfluss bei der Entstehung von Paddelnekrosen besteht, wohingegen bei dem Zeitfenster ($p = 0,183$) und der Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite ($p = 0,609$) kein signifikanter Einfluss zu erkennen ist. Die Wahrscheinlichkeit für eine Paddelnekrose lag bei den Kontrolltieren signifikant ($p = 0,032$) niedriger als bei den Versuchstieren ($B = 0,231$). Des Weiteren kam die Nekrose der Paddel auf der Nippeltränken Seite signifikant ($p = 0,013$) häufiger vor als auf der Rundtränken Seite ($B = -0,275$). Auch bei der Betrachtung der beiden metrischen Größen Ammoniak, zentriert ($p = 0,002$) und Staub, zentriert ($p = 0,000$) kann ein signifikanter Einfluss bei der Entstehung einer Nekrose der Paddel festgestellt werden. Steigt die Ammoniakkonzentration an, so steigt auch das Risiko für eine Nekrose ($B = 0,024$), wohingegen das Risiko für eine Nekrose bei steigender Staubkonzentration abnimmt ($B = -0,301$).

Tab. 15: kumulatives logistisches Regressionsmodell Nekrose der Paddel (Anzahl n = 2400; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm; MW Staub: 0,73 mg/m³; Q₁ = 0; Q₂ = 0,37; Q₃ = 2,85) NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	p	95%-Konfidenzintervall		
				Untergrenze	Obergrenze	
Besuchsart						
	K	a				
	V	0,231	0,107	0,032	0,020	0,441
Zeitfenster						
	ZF1	a				
	ZF2	0,102	0,077	0,183	-0,048	0,253
Stallseite						
	NT-Seite	a				
	RT-Seite	-0,275	0,110	0,013	-0,490	-0,059
Ammoniak, zentriert		0,024	0,008	0,002	0,009	0,040
Staub, zentriert		-0,301	0,061	0,000	-0,420	-0,182
Besuchsart * Stallseite						
	K * NT- Seite	a				
	K * RT- Seite	a				
	V * NT- Seite	a				
	V * RT- Seite	0,079	0,154	0,609	-0,222	0,380

4.1.4. Paddelspitzennekrose

Die absoluten und relativen Häufigkeiten zu dem Boniturmerkmal Nekrose der Paddelspitze werden durch die Abbildung 21 und die Tabelle 62 im Anhang verdeutlicht. Unabhängig vom Besuch waren 94,58 % der Paddel ohne Befund, 5,13 % hatten eine geringgradige und 0,29 % eine mittelgradige Paddelspitzennekrose.

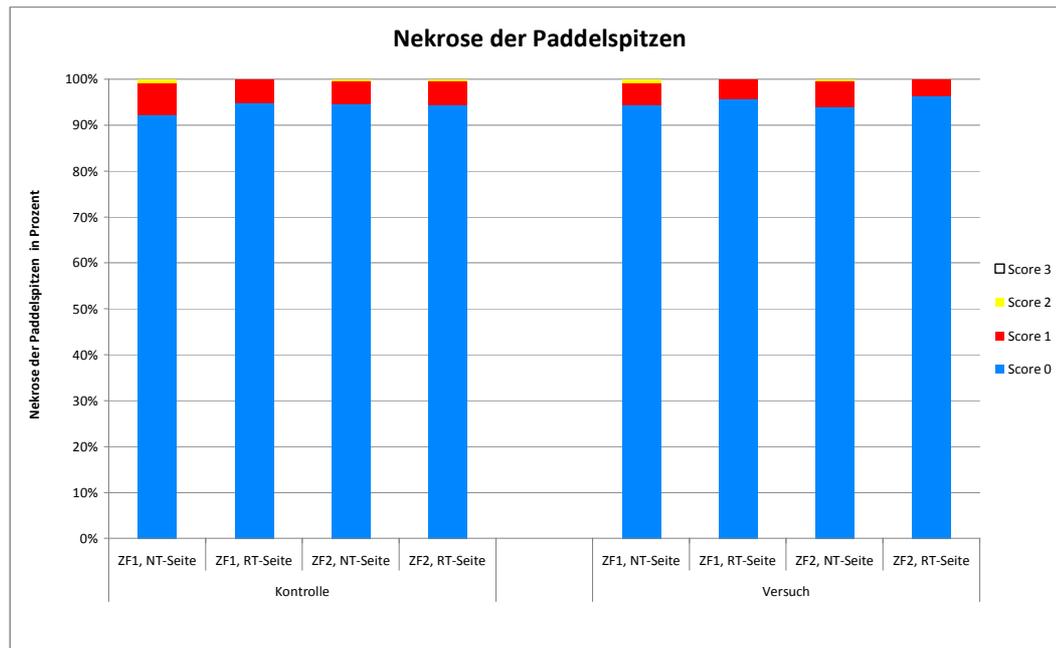


Abb. 23 Bonitur Nekrose der Paddelspitze (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach Score 0 = ohne Befund, Score 1 = geringgradige, Score 2 = mittelgradige, Score 3 = hochgradige Paddelspitzennekrose; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 62) entnommen werden)

Das Boniturmerkmals Nekrose der Paddelspitze wurde mit Hilfe des binär logistischen Regressionsmodells ausgewertet. Der Wert 0 entspricht hierbei dem Boniturmerkmal Paddelspitze o.B.B., der Wert 1 einer geringgradigen, der Wert 2 einer mittelgradigen und der Wert 3 einer hochgradigen Paddelspitzennekrose. Aus dem Modell wird eine Wahrscheinlichkeit von $\text{logit}^{-1}(3,200) = 0,04$ für das Vorliegen einer Paddelspitzennekrose ersichtlich.

Bei der Entstehung einer Paddelspitzenhyperkeratose spielt laut dem Regressionsmodells Tabelle 16 weder das Zeitfenster ($p = 0,948$), noch die Besuchsart ($p = 0,328$), noch die Stallseite ($p = 0,090$) oder die Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite ($p = 0,545$) eine signifikante Rolle. Die Entstehung einer Hyperkeratose der Paddelspitze wird auch durch die beiden metrischen Größen Ammoniak, zentriert ($p = 0,186$) und Staub, zentriert ($p = 0,588$) nicht signifikant beeinflusst.

Tab. 16: binäres logistisches Regressionsmodell Nekrose der Paddelspitze
 (Anzahl n = 2400; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm;
 MW Staub: 0,73 mg/m³; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; ZF = Zeitfenster;
 a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	p	<u>exp(B)</u>	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Intercept	-3,200	0,229	< 0,001	0,041		
Zeitfenster						
ZF 1	a					
ZF 2	0,012	0,192	0,948	1,012	0,695	1,475
Besuchsart						
K	a					
V	0,273	0,279	0,328	1,314	0,760	2,269
Stallseite						
NT-Seite	a					
RT-Seite	0,478	0,282	0,090	1,612	0,928	2,802
Ammoniak, zentriert	0,024	0,018	0,186	1,025	0,988	1,063
Staub, zentriert	-0,071	0,131	0,588	0,932	0,721	1,203
Besuchsart * RT						
K * NT- Seite	a					
V * RT- Seite	-0,224	0,370	0,545	0,799	0,387	1,650

4.1.5. Augen

4.1.5.1. Augenumgebung

Die absoluten und relativen Häufigkeiten zu dem Boniturmerkmal Verschmutzungsgrad der Augenumgebung zeigt die Abbildung 22 und die Tabelle 63 im Anhang auf. Besuchsunabhängig hatten 35,54 % der Augen keine Verschmutzung oder Verklebung, 44,25 % hatten eine leichte, 17,92 % eine mittelgradige und 2,29 % eine starke Verschmutzung oder Verklebung der Augenumgebung. Die nachfolgenden Regressionsmodelle enthalten nur die Parameter Besuchsart* Staub zentriert bzw. Besuchsart* Ammoniak zentriert. Die Ergebnisse der Beeinflussung der Augenumgebung durch die Besuchsart, das Zeitfenster und die Stallseite können der Dissertation von Bader (2013) entnommen werden.

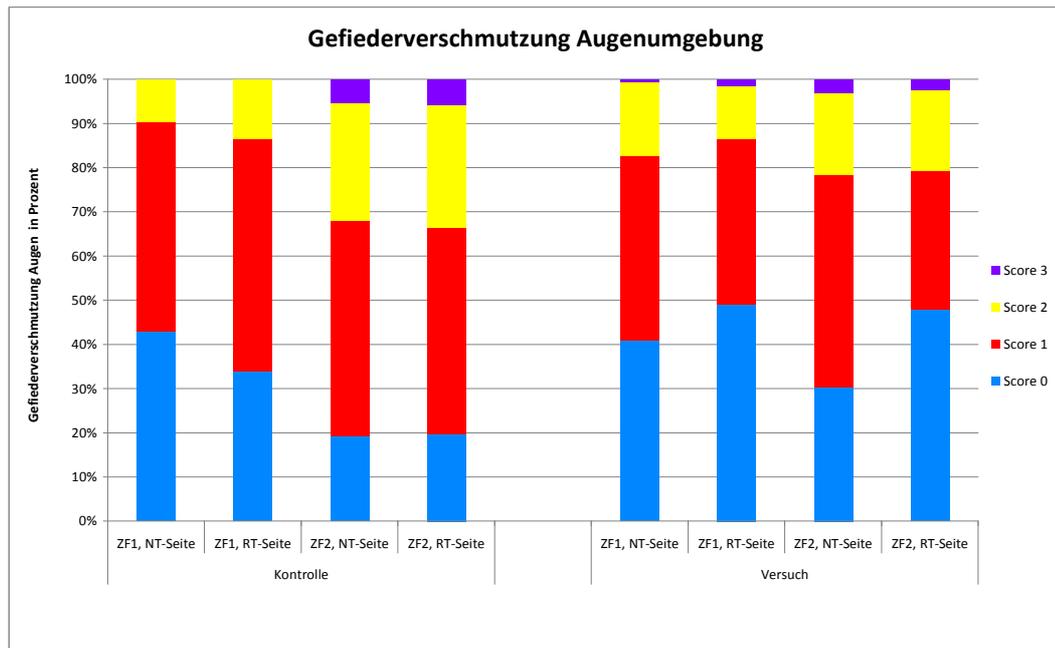


Abb. 24: Bonitur Augen Umgebung (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach Score 0 = ohne Befund, Score 1 = geringgradige, Score 2 = mittelgradige, Score 3 = hochgradige Verschmutzung der Augen Umgebung; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 63) entnommen werden)

Für das ordinal skalierte Boniturmerkmal Verschmutzungs- bzw. Verklebungsgrad der Augen Umgebung wurde für die Wechselwirkung Besuchsart* Staub, zentriert das multinominal logistische Regressionsmodell verwendet. Zwar wurde das Boniturmerkmal Augen Umgebung ordinal erhoben, jedoch lieferte eine kumulative logistische Regression für die Wechselwirkung zwischen Besuchsart und Staub keine zuverlässigen Ergebnisse. Daher wurde die multinominal-logistische Regression verwendet.

Tabelle 17 verdeutlicht, dass bei zunehmender Staubbelastung das Risiko für eine Gefiederverschmutzung bzw. Verklebung der Augen Umgebung zunimmt. Dieser Effekt gilt jedoch nicht als gesichert. Eine Ausnahme bildet hier die Wechselwirkung Kontrolle* Staub, zentriert bei fehlender und leichter Gefiederverschmutzung- bzw. Verklebung. Hier sinkt das Risiko für eine Verschmutzung ($p = 0,002$) bzw. Verklebung der Augen Umgebung ($p = 0,05$) bei steigender Staubbelastung der Stallluft ($B = -1,355$ und $B = -0,847$).

Tab. 17: Multinomial logistisches Regressionsmodell Augenumgebung, Besuchsart* Staub, zentriert (Anzahl N = 2400; Anzahl N in der Analyse = 2400; MW Staub: 0,73 mg/m³; ZF = Zeitfenster)

Kategorie der Gefieder- verschmutzung	Variable	B	SE	p	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
0	K * Staub	-1,355	0,441	0,002	0,109	0,613
	V * Staub	0,326	0,315	0,300	0,748	2,567
1	K * Staub	-0,847	0,432	0,050	0,184	1,001
	V * Staub	0,488	0,313	0,118	0,883	3,008
2	K * Staub	0,029	0,441	0,948	0,434	2,443
	V * Staub	0,532	0,315	0,091	0,918	3,156

Für die Wechselwirkung Besuchsart* Ammoniak, zentriert wurde hingegen das kumulative logistische Regressionsmodell gewählt.

Es ergeben sich folgende Schwellenwerte für die Augenumgebung bei der Wechselwirkung Besuchsart* Ammoniak, zentriert:

- $Q_1 = 0,61$
- $Q_2 = 1,37$
- $Q_3 = 3,76$

Daraus folgt, dass die Wahrscheinlichkeit, eine Ente mit sauberer Augenumgebung zu finden um das 1,8-fache ($1/\exp(0,61)$) geringer ist, als eine Ente mit verschmutzten bzw. verklebten Augen anzutreffen. Die Chance, Tiere mit sauberer bzw. leicht verschmutzter bzw. verklebter Augenumgebung zu sehen ist um das 3,9-fache ($1/\exp(1,37)$) höher als Tiere mit mittel- oder hochgradig verschmutzte bzw. verklebte Augenumgebungen vorzufinden. Die Möglichkeit, stark verschmutzte bzw. verklebte Augen zu finden, ist um das 43-fache ($1/\exp(3,76)$) geringer als saubere, geringgradig oder mittelgradig verschmutzte bzw. verklebte Augen festzustellen.

Bei Betrachtung des Regressionsmodells in Tabelle 18 fällt auf, dass bei der

Wechselwirkung Kontrolle* Ammoniak, zentriert das Risiko für eine Gefiederverschmutzung bzw. Verklebung der Augenumgebung bei zunehmender Ammoniakkonzentration abnimmt ($B = -0,039$) und bei der Wechselwirkung Versuch* Ammoniak, zentriert zunimmt ($B = 0,021$). Dieser Effekt ist bei beiden Besuchsarten signifikant ($p = 0,001$ bzw. $p = 0,003$).

Tab. 18: Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenumgebung, Besuchsart* Ammoniak, zentriert (Anzahl $n = 2400$; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm; $Q_1 = 0,61$; $Q_2 = 1,37$; $Q_3 = 3,76$; ZF = Zeitfenster)

Variable	B	SE	p	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
K *					-
Ammoniak, z	-0,039	0,011	<0,001	-0,06	0,018
V *					
Ammoniak, z	0,021	0,007	0,003	0,007	0,034

4.1.5.2. Augenentzündung

Bei dem Boniturmerkmal Augenentzündung können die absoluten und relativen Häufigkeiten der Abbildung 23 und der Tabelle 64 im Anhang entnommen werden. Dabei waren unabhängig vom Besuch 87,04 % der Augen nicht entzündet, 9,71 % waren einseitig und 3,25 % waren beidseitig entzündet. Die nachfolgenden Regressionsmodelle enthalten ebenso wie beim Verschmutzungs- bzw. Verklebungsgrad der Augenumgebung nur die Parameter Besuchsart* Staub zentriert bzw. Besuchsart* Ammoniak zentriert. Die Ergebnisse der Beeinflussung der Augenentzündung durch die Besuchsart, das Zeitfenster und die Stallseite können der Dissertation von Bader (2013) entnommen werden.

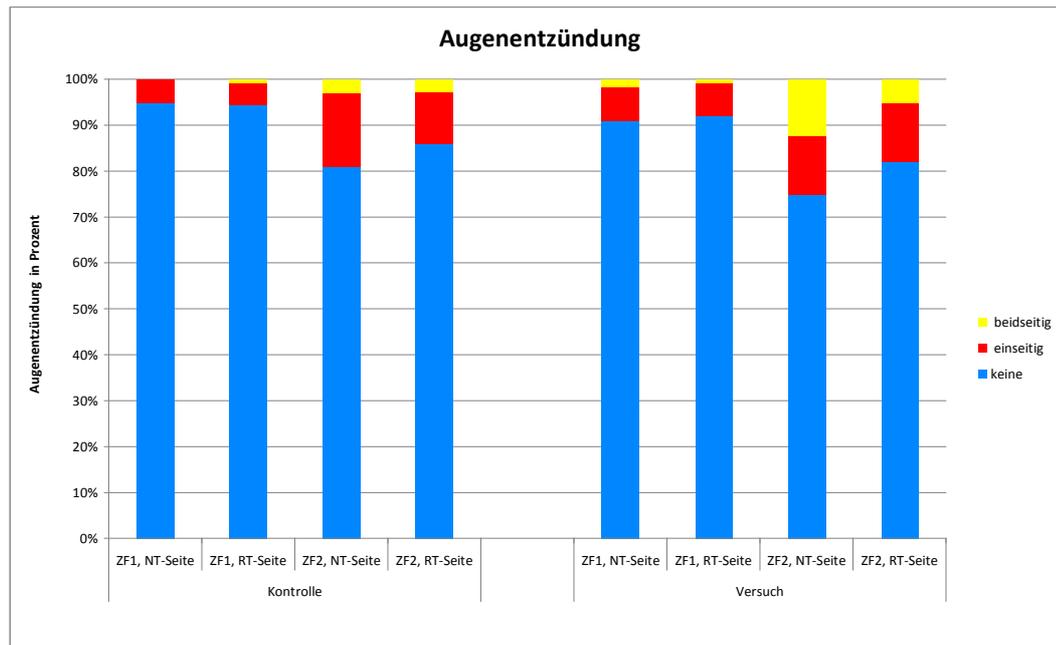


Abb. 25: Bonitur Augenentzündung (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach keiner, einseitiger oder beidseitiger Augenentzündung; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 64) entnommen werden)

Zur Auswertung des ordinal skalierte Boniturmerkmal Augenentzündung wurde für die Wechselwirkung Besuchsart* Staub, zentriert das multinominal logistische Regressionsmodell angewandt. Ebenso wie beim Boniturmerkmal Augen Umgebung wurde zwar das Boniturmerkmal Augenentzündung ordinal erhoben, jedoch lieferte eine kumulative logistische Regression für die Wechselwirkung zwischen Besuchsart und Staub keine zuverlässigen Ergebnisse. Daher wurde die multinominal-logistische Regression verwendet.

In Tabelle 19 ist dargestellt, dass bei zunehmender Staubbelastung das Risiko für eine Augenentzündung bei der Wechselwirkung Kontrolle* Staub, zentriert abnimmt und bei der Wechselwirkung Versuch* Staub, zentriert zunimmt.

Tab. 19: Multinomial logistisches Regressionsmodell Augenentzündung, Besuchsart* Staub, zentriert (Anzahl n = 2400; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Staub: 0,73 mg/m³; ZF = Zeitfenster)

Kategorie Augenentzündung	Variable	B	SE	p	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
nein	K * Staub	-0,983	0,364	0,007	0,183	0,763
	V * Staub	1,169	0,398	0,003	1,474	7,026
einseitig	K * Staub	-0,113	0,405	0,780	0,404	1,976
	V * Staub	1,059	0,408	0,009	1,296	6,411

Dahingegen wurde für die Wechselwirkung Besuchsart* Ammoniak, zentriert das kumulative logistische Regressionsmodell herangezogen.

Die Schwellenwerte für die Augenumgebung bei der Wechselwirkung Besuchsart* Ammoniak, zentriert lauten:

- $Q_1 = 1,91$
- $Q_2 = 3,4$

Daraus folgt, dass die Möglichkeit eine Ente ohne Augenentzündung zu finden um das 6,8-fache ($1/\exp(1,91)$) höher ist als eine Ente mit Augenentzündung anzutreffen. Eine beidseitige Augenentzündung tritt mit der 30-fachen ($1/\exp(3,4)$) Wahrscheinlichkeit seltener auf als eine einseitige oder gar keine Augenentzündung.

In Tabelle 20 wird im Regressionsmodell aufgezeigt, dass bei der Wechselwirkung Kontrolle* Ammoniak, zentriert das Risiko für eine Augenentzündung bei zunehmender Ammoniakkonzentration abnimmt ($B = -0,056$) und bei der Wechselwirkung Versuch* Ammoniak, zentriert zunimmt ($B = 0,007$). Dieser Effekt ist jedoch nur bei der Besuchsart Kontrolle signifikant ($p = 0,001$), bei der Besuchsart Versuch ist dieser Effekt nicht gesichert ($p = 0,499$).

Tab. 20: Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenuentzündung, Besuchsart* Ammoniak, zentriert (Anzahl n = 2400; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm; $Q_1 = 1,91$; $Q_2 = 3,4$; ZF = Zeitfenster)

Variable	B	SE	p	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
K * Ammoniak	-0,056	0,018	0,001	-0,091	-0,022
V * Ammoniak	0,007	0,011	0,499	-0,014	0,028

4.1.5.3. Ulcus corneae

Die absoluten und relativen Häufigkeiten zu dem Boniturmerkmal Ulcus corneae sind in der Abbildung 24 und der Tabelle 65 im Anhang dargestellt. Besuchsunabhängig lag bei 98,17 % der Tiere kein Ulcus corneae vor und bei 1,83 % konnte ein Ulcus corneae nachgewiesen werden.

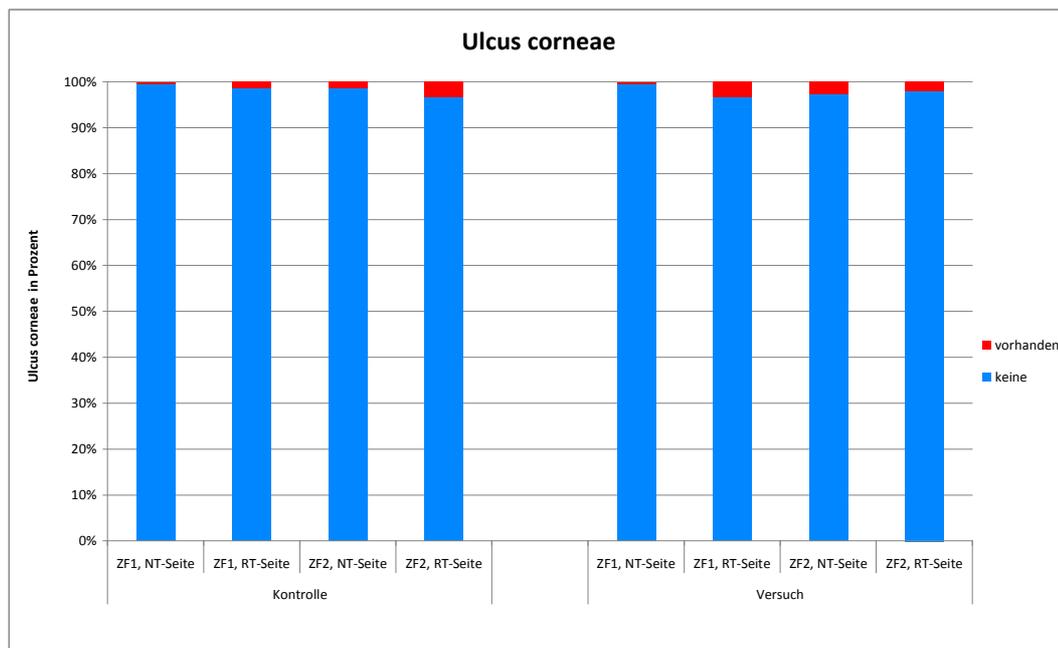


Abb. 26: Bonitur Ulcus Corneae (n = 2400; NT = Nippeltränken - Stallseite; RT = Rundtränken - Stallseite; unterteilt nach Ulcus corneae vorhanden oder nicht vorhanden; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 65) entnommen werden)

Für das Boniturmerkmal Ulcus corneae wurde das binäre logistische Regressionsmodell verwendet (siehe Tabelle 21). Innerhalb des Modells entspricht der Wert 0 dem Fehlen und der Wert 1 dem Auftreten eines Ulcus corneae. Aus dem Modell ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $\text{logit}^{-1}(-3,43) =$

0,031 für das Vorliegen eines Ulcus corneae.

Betrachtet man das Regressionsmodell in Tabelle 21 zeigt sich, dass weder das Zeitfenster ($p = 0,193$), noch die Besuchsart ($p = 0,837$), noch die Stallseite ($p = 0,060$) oder die Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite ($p = 0,606$) einen signifikanten Einfluss auf die Entstehung eines Ulcus corneae hat. Auch die beiden metrischen Größen Ammoniak, zentriert ($p = 0,055$) und Staub, zentriert ($p = 0,150$) haben keinen signifikanten Effekt auf die Entstehung eines Ulcus corneae.

Tab. 21: Binäres logistisches Regressionsmodell Ulcus corneae (Anzahl $n = 2400$; Anzahl n in der Analyse = 2400; MW Ammoniak: 12,8 ppm; MW Staub: 0,73 mg/m³; RT = Rundtränke; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	p	exp(B)	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Intercept	-3,430	0,289	< 0,001	0,032		
Zeitfenster						
ZF 1	a					
ZF 2	-0,427	0,328	0,193	0,653	0,344	1,240
Besuchsart						
K	a					
V	-0,077	0,373	0,837	0,926	0,445	1,925
Stallseite						
NT-Seite	a					
RT-Seite	-0,858	0,456	0,060	0,424	0,174	1,036
Ammoniak, zentriert	-0,064	0,033	0,055	0,938	0,879	1,001
Staub, zentriert	0,376	0,261	0,150	1,457	0,873	2,430
Besuchsart * RT						
K * NT- Seite	a					
V * RT- Seite	-0,350	0,678	0,606	0,705	0,187	2,663

4.2. Ammoniak

4.2.1. Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite

Der Intercept in diesem multiplen linearen Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, welches in Tabelle 22 dargestellt wird, liegt bei 16,57 ppm. Hierfür nehmen die

kategorialen Prädiktoren ihre Referenzkategorie (Kontrolle, 1. Zeitfenster, NT-Seite, Einstreu: Weizen) und die metrischen Einflussgrößen (MW Innentemperatur: 15,92°C, MW Außentemperatur: 10,42°C) ihren Mittelwert an. Der Ammoniakgehalt der Luft wird signifikant beeinflusst durch die Besuchsart ($p = 0,001$), Stallseite ($p = 0,001$), Einstreu ($p = 0,001$) und Temperatur ($p = 0,001$). Die Ammoniakwerte fallen im Verlauf der Besuchsart signifikant ($p = 0,001$) ab. Vom ersten Zeitfenster der Kontrolle zum zweiten Zeitfenster der Kontrolle um $B = -0,202$, zum ersten Zeitfenster des Versuchs um $B = -0,316$ und zum zweiten Zeitfenster des Versuchs um $B = -0,220$. Die Ammoniakwerte sinken von der Nippeltränken Stallseite auf die Rundtränken Stallseite um $B = -0,148$ ab. Bei Betrachtung der Einstreu fällt auf, dass der Ammoniakgehalt vom Weizen Stroh zum Gersten Stroh um $B = -0,147$ und zur Mischung aus Gersten und Weizen Stroh um $B = -0,107$ signifikant ($p = 0,001$) abfällt. Die Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite hat keinen signifikanten Einfluss auf die Ammoniakkonzentration. Bei den metrischen Größen beeinflusst sowohl die Innentemperatur, zentriert ($p = 0,001$), als auch die Außentemperatur, zentriert ($p = 0,001$) den Ammoniakgehalt signifikant. Steigt die Innentemperatur von Mittelwert 15,92°C um eine Einheit (1°C), steigt die Ammoniakkonzentration um $B = 0,077$ an, steigt die Außentemperatur vom Mittelwert 10,42°C um eine Einheit (1°C) an, fällt die Ammoniakkonzentration um $B = -0,056$ ab.

Tab. 22: Multiples lineares Regressionsmodell ln(1 + Ammoniak) (Einfluss von Besuchsart, Stallseite, Einstreu und Temperatur auf den Ammoniakgehalt; Anzahl n = 960; Anzahl n in der Analyse = 960; $R^2 = 0,667$ (korrigiertes $R^2 = 0,663$); Einheit: ppm; MW Innentemperatur: 15,92°C; MW Außentemperatur = 10,42°C; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten der Messpunkte TX-1 bis 4; RT-Stallseite entspricht allen Werten der Messpunkte TX-5 bis 8)

Parameter	B	exp(B)	SE	p
Intercept	2,808	16,572	0,024	< 0,001
Besuchsart				< 0,001
K 1. ZF	a			
K 2. ZF	-0,202	0,817	0,033	< 0,001
V 1. ZFr	-0,316	0,729	0,033	< 0,001
V 2. ZF	-0,220	0,802	0,034	< 0,001
Stallseite				< 0,001
NT-Seite	a			
RT-Seite	-0,148	0,863	0,032	< 0,001
Einstreu				< 0,001
Weizen	a			
Gerste	-0,147	0,864	0,032	< 0,001
Weizen / Gerste gemischt	-0,107	0,899	0,051	0,035
Besuchsart * Stallseite				
K 1. ZF * NT-Seite	a			0,190
K 2. ZF * RT-Seite	0,019	1,019	0,046	0,684
V 1. ZF * RT-Seite	0,020	1,021	0,046	0,658
V 2. ZF * RT-Seite	-0,067	0,935	0,046	0,146
Innentemperatur, zentriert	0,077	1,080	0,003	< 0,001
Außentemperatur, zentriert	-0,056	0,945	0,001	< 0,001

4.2.2. Deskriptive Darstellung aller Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Aus der Abbildung 25 ergibt sich, dass die höchsten Mittelwerte der Ammoniakwerte bei Temperaturen unter 15°C im ersten Zeitfenster des Kontrolldurchgangs waren. Der höchste Wert lag mit $18,62 \pm 1,65$ ppm am Messpunkt 3 des zweiten Zeitfensters des Versuchsdurchgangs. Die niedrigsten Mittelwerte der Ammoniakwerte lagen ebenfalls bei Temperaturen unter 15°C beim zweiten Zeitfenster des Versuchsdurchgangs. Der niedrigste Wert befand sich mit $7 \pm 0,52$ ppm am Messpunkt 7 des ersten Besuchs des Versuchsdurchgangs. In der Regel lagen die Ammoniakwerte beim ersten Besuch höher als beim zweiten Besuch, eine Ausnahme bilden die Werte bei Temperaturen über 20°C, hier waren die Ammoniakwerte beim ersten Besuch niedriger als beim zweiten Besuch. Beim Vergleich von Versuch mit Kontrolle, waren die Ammoniakwerte beim Versuch in der Regel niedriger als bei der Kontrolle. Eine Ausnahme bilden hier die Werte bei Temperaturen zwischen 15 und 20°C, hier waren die Ammoniakwerte beim zweiten Besuch im Versuch höher als bei der Kontrolle. Die höchste Streuung findet wieder bei Temperaturen unter 15°C statt. Bei Messpunkt 2 im ersten Zeitfenster des Versuchsdurchgangs bei einer Temperatur unter 15°C findet die höchste Streuung statt (Min.: 6 ppm; Max.: 35,5 ppm).

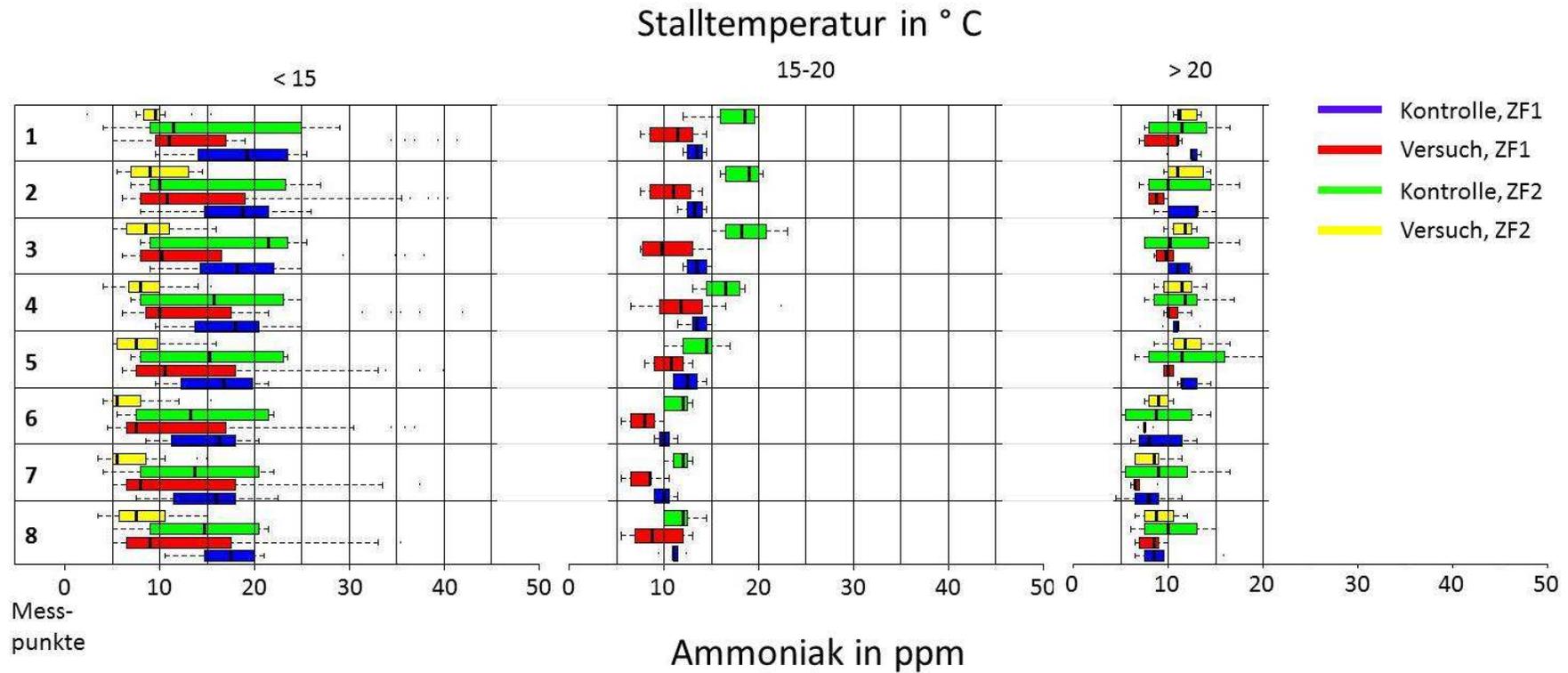


Abb. 27: Übersicht Ammoniakwerte (in ppm) in Abhängigkeit von der Temperatur (Anzahl n = 960; 1 ZF = 28. – 32. LT; 2 ZF = 35. – 39. LT; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 69 zu entnehmen)

4.2.3. Zusammenfassende Darstellung

Im nachfolgenden Diagramm werden alle erhobenen Ammoniakwerte zusammenfassend dargestellt. Die durchschnittliche Ammoniakkonzentration lag beim ersten Besuch bei $15,11 \pm 0,3$ ppm beim Kontrolldurchgang und bei $13,98 \pm 0,66$ ppm beim Versuchsdurchgang und beim zweiten Besuch bei $12,02 \pm 0,36$ ppm beim Kontrolldurchgang und bei $10,27 \pm 0,25$ ppm beim Versuchsdurchgang.

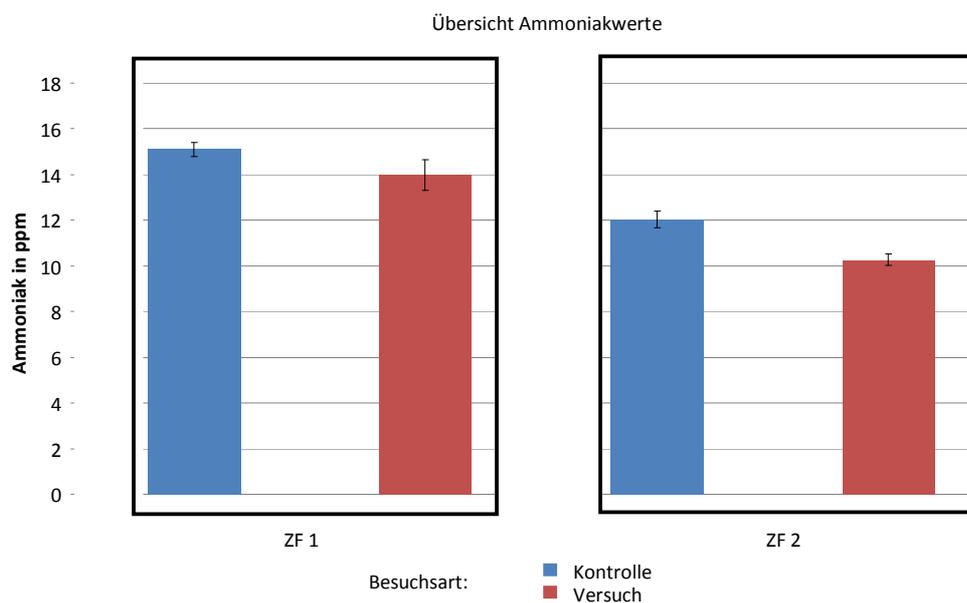


Abb. 28: Übersicht Ammoniak (Mittelwert \pm SEM; n = 6 Durchgänge; pro Besuch wurden an 40 Messpunkten Ammoniakwerte ermittelt; Einheit: ppm; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; Details zu dem Diagramm können im Anhang Tabelle IX 17 entnommen werden)

Nach den t-Test Berechnungen übten sowohl die Besuchsart (Kontrolle oder Versuch), als auch das Zeitfenster einen signifikanten Einfluss auf den Ammoniakgehalt der Stallluft. Beim Vergleich von der Kontrolle mit dem Versuch war sowohl beim ersten Zeitfenster ($p < 0,001$) als auch beim zweiten Zeitfenster ($p < 0,001$) der Ammoniakgehalt des Versuchs signifikant niedriger als bei der Kontrolle. Sowohl bei den Kontrollen ($p < 0,001$) als auch bei den Versuchen ($p < 0,001$) war der Ammoniakgehalt beim ersten Zeitfenster signifikant höher als beim zweiten Zeitfenster.

4.3. Staub

4.3.1. Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite

Der Intercept in diesem multiplen linearen Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, welches in Tabelle 23 dargestellt wird, liegt bei 1,364 mg/m³. Hierfür nehmen die kategorialen Prädiktoren ihre Referenzkategorie (Kontrolle, 1. Zeitfenster, NT-Seite, Einstreu: Weizen) und die metrischen Einflussgrößen (MW Innentemperatur: 15,92°C, MW Außentemperatur: 10,42°C) ihren Mittelwert an. Der Staubgehalt der Luft wird signifikant beeinflusst durch die Besuchsart ($p = 0,001$), Stallseite ($p = 0,008$), Einstreu ($p = 0,002$) und Temperatur. Die Staubwerte steigen im Verlauf von der Besuchsart vom ersten Zeitfenster der Kontrolle signifikant ($p = 0,001$) an. Vom ersten Zeitfenster der Kontrolle zum zweiten Zeitfenster der Kontrolle um $B = 0,338$, vom ersten Zeitfenster der Kontrolle zum ersten Zeitfenster des Versuchs um $B = 0,140$ und vom ersten Zeitfenster der Kontrolle zum zweiten Zeitfenster des Versuchs um $B = 0,252$. Die Staubwerte sinken von der Nippeltränken Stallseite auf die Rundtränken Stallseite um $B = -0,012$ ab. Bei Betrachtung des Einstreus fällt auf, dass der Staubgehalt vom Weizen Stroh zum Gersten Stroh um $B = -0,044$ absinkt, dieser Zusammenhang gilt aber als nicht gesichert ($p = 0,135$), und zur Mischung aus Gersten und Weizen Stroh um $B = 0,096$ signifikant ($p = 0,004$) ansteigt. Die Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite hat keinen signifikanten Einfluss auf die Staubkonzentration. Bei den metrischen Größen beeinflusst sowohl die Innentemperatur, zentriert, als auch die Außentemperatur, zentriert den Staubgehalt signifikant. Steigt die Innentemperatur von Mittelwert 15,92°C um eine Einheit (1°C), steigt die Staubkonzentration um $B = 0,039$ an, steigt die Außentemperatur um eine Einheit (1°C) an, fällt die Staubkonzentration um $B = -0,042$ ab.

Tab. 23: Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$ (Einfluss von Besuchsart, Stallseite, Einstreu und Temperatur auf den Staubgehalt; Anzahl n = 960; Anzahl n in der Analyse = 960; $R^2 = 0,753$ (korrigiertes $R^2 = 0,732$); Einheit: mg/m^3 ; MW Innentemperatur: $15,92^\circ\text{C}$; MW Außentemperatur = $10,42^\circ\text{C}$; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten der Messpunkte TX-1 bis 4; RT-Stallseite entspricht allen Werten der Messpunkte TX-5 bis 8)

Parameter	B	exp(B)	SE	p
Intercept	0,310	1,364	0,016	< 0,001
Besuchsart				< 0,001
K 1. ZF	a			
K 2. ZF	0,338	1,401	0,023	< 0,001
V 1. ZF	0,140	1,150	0,022	< 0,001
V 2. ZF	0,252	1,287	0,023	< 0,001
Stallseite				0,008
NT-Seite	a			
RT-Seite	-0,012	0,989	0,022	0,591
Einstreu				0,002
Weizen	a			
Gerste	-0,044	0,957	0,029	0,135
Weizen / Gerste gemischt			0,034	0,004
	0,096	1,101		
Besuchsart * Stallseite				0,114
K 1. ZF * NT- Seite	a			
K 2. ZF * RT- Seite	-0,034	0,967	0,030	0,026
V 1. ZF * RT- Seite	0,016	1,016	0,030	0,075
V 2. ZF* RT- Seite	-0,051	0,951	0,030	0,009
Innentemperatur, zentriert	0,039	1,040	0,002	0,043
Außentemperatur, zentriert	-0,042	0,959	0,001	-0,040

4.3.2. Deskriptive Darstellung aller Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Bei Betrachtung der Abbildung 27 fällt auf, dass bei Temperaturen unter 15°C, die Mittelwerte der Staubwerte am höchsten sind. Der höchste Wert wurde mit $1,53 \pm 0,27 \text{ mg/m}^3$ am Messpunkt 8 beim zweiten Besuch eines Kontrolldurchgangs gemessen. Die niedrigsten Mittelwerte der Staubwerte wurden bei Temperaturen zwischen 15 und 20°C ermittelt. Dabei lag der niedrigste Wert mit $0,13 \pm 0,01 \text{ mg/m}^3$ am Messpunkt 7 beim ersten Besuch des Kontrolldurchgangs. In der Regel lagen die Staubwerte beim ersten Besuch niedriger als beim zweiten Besuch, eine Ausnahme bilden hier lediglich die Mittelwerte der Staubwerte bei den Versuchsdurchgängen bei Temperaturen unter 15°C, da lagen die Mittelwerte der Staubwerte beim ersten Besuch höher als beim zweiten Besuch. Vergleicht man die Versuchs- mit den Kontrolldurchgängen fällt auf, dass bei Temperaturen unter 15°C beim ersten Zeitfenster die Mittelwerte der Staubwerte bei der Kontrolle niedriger als beim Versuch waren und beim zweiten Zeitfenster umgekehrt, die Mittelwerte der Staubgehalte war bei den Kontrollen höher als beim Versuch. Bei Temperaturen zwischen 15 und 20°C waren beim zweiten Zeitfenster die Werte der Kontrolle höher als beim Versuch und bei Temperaturen über 20°C waren die Werte von Versuch und Kontrolle in beiden Zeitfenstern vergleichbar. Die höchste Streuung findet bei Temperaturen unter 15°C statt. Bei Messpunkt 6 im ersten Zeitfenster des Versuchsdurchgangs bei einer Temperatur unter 15°C findet die höchste Streuung statt (Min.: $0,08 \text{ mg/m}^3$; Max.: $3,49 \text{ mg/m}^3$).

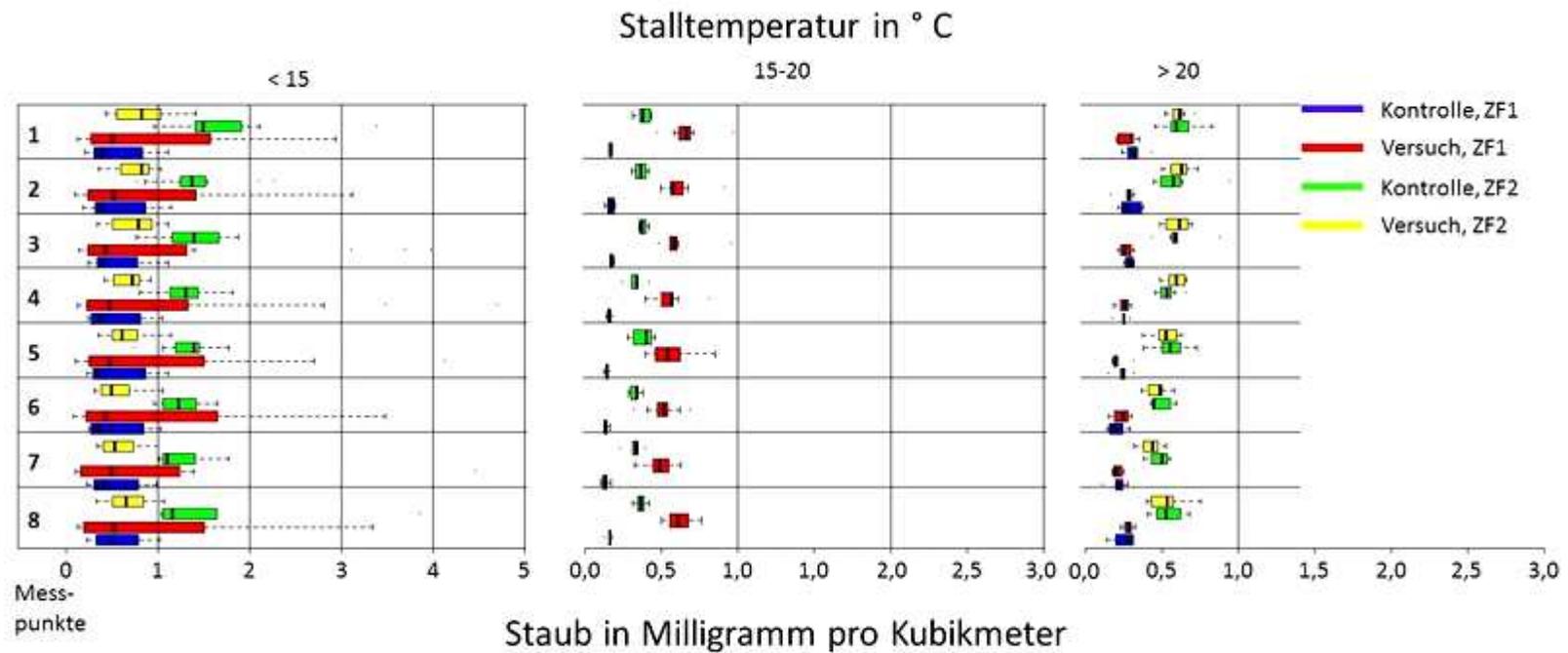


Abb. 29: Übersicht Staubwerte (mg/m^3) in Abhängigkeit von der Temperatur (Anzahl $n = 960$; 1 ZF = 28. – 32. LT; 2 ZF = 35. – 39. LT; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 74 zu entnehmen)

4.3.3. Zusammenfassende Darstellung

Im nachfolgenden Diagramm werden alle erhobenen Staubwerte zusammenfassend dargestellt. Die durchschnittliche Staubkonzentration lag beim ersten Besuch bei $0,42 \pm 0,02$ bei der Kontrolle und bei $1,07 \pm 0,1$ beim Versuch und beim zweiten Besuch bei $1,07 \pm 0,1$ bei der Kontrolle und bei $0,58 \pm 0,01$ beim Versuch.

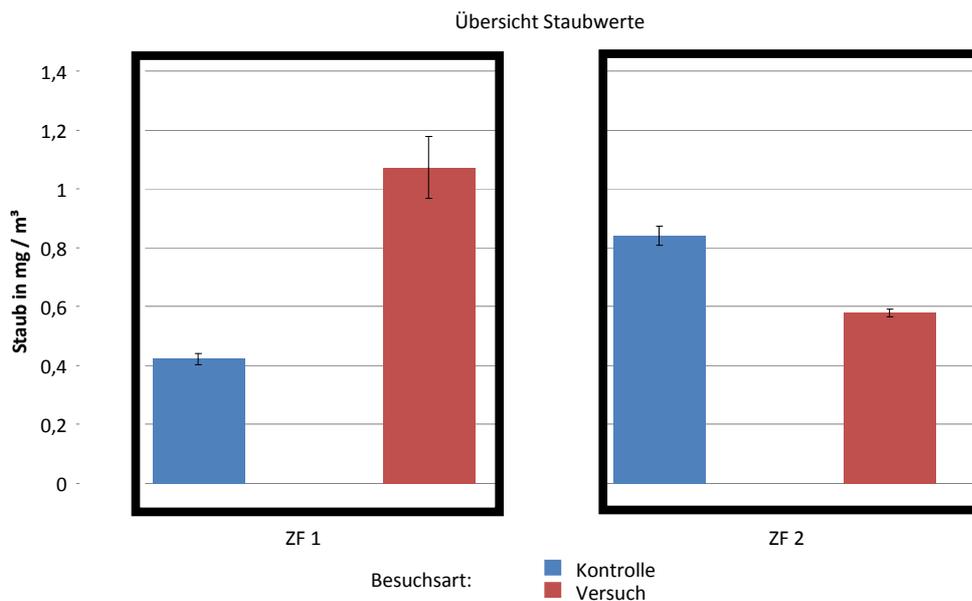


Abb. 30: Übersicht Staub (Mittelwert \pm SEM; $n = 6$ Durchgänge; pro Besuch wurden an 40 Messpunkten Staubwerte ermittelt; Einheit: mg/m^3 ; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; Details zu dem Diagramm können im Anhang Tabelle IX 12 entnommen werden)

Nach den t-Test Berechnungen übten sowohl die Besuchsart (Kontrolle oder Versuch), als auch das Zeitfenster einen signifikanten Einfluss auf den Staubgehalt der Stallluft aus. Beim Vergleich von der Kontrolle mit dem Versuch war beim ersten Zeitfenster der Staubgehalt der Kontrolle signifikant niedriger als beim Versuch ($p < 0,001$), wohingegen beim zweiten Zeitfenster der Staubgehalt des Versuchs signifikant niedriger war ($p < 0,001$). Bei den Kontrollen war der Staubgehalt beim ersten Zeitfenster signifikant niedriger als beim zweiten Zeitfenster ($p < 0,001$), wohingegen bei den Versuchen der Staubgehalt vom ersten Besuch zum zweiten Besuch signifikant abgesunken ist ($p < 0,003$).

4.4. Mikrobiologische Untersuchung des Tränkwassers

4.4.1. Überblick

Die nachfolgende Tabelle 24 gibt eine Übersicht über die ermittelten mikrobiologischen Werte der Tränkwasseruntersuchungen. Bei der Gesamtkeimzahl in KBE/ml liegt der niedrigste Mittelwert (\pm SEM) bei den Nippeltränken ($8.967 \pm 1,62$) und der höchste Mittelwert (\pm SEM) bei den Rundtränken ($7.902.714 \pm 1.282,48$).

Der niedrigste Mittelwert (\pm SEM) bei den Enterobacteriaceae in KBE/ml wird wieder bei den Nippeltränken ($8,00 \pm 3,00$) erzielt, der höchste Mittelwert \pm SEM jedoch bei den Auffangschalen unter den Nippeltränken (15.983 ± 2.86).

Tab. 24: Gesamtübersicht über die Gesamtkeimzahl und die Anzahl an Enterobacteriaceae in KBE/ml von allen Tränkeformen im Versuchsbetrieb (n = Anzahl an Proben; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen)

		Nippelstrang	Auffangschale	Rundtränke
Gesamtkeimzahl	n	60	60	48
	MW	8.967	6.093.434	7.902.714
	SEM	1.620	796.166	1.282.480
	Median	4.850	4.050.000	4.750.000
	SD	12.546	6.167.078	8.885.284
	Min.	300	40	260
	Max.	70.000	30.000.000	50.000.000
Anzahl an Enterobacteriaceae	n	60	61	49
	MW	8	15.983	6.557
	SEM	3	2.858	1.453
	Median	0	8.300	3.000
	SD	25	22.322	10.168
	Min.	0	0	10
	Max.	130	120.000	53.000

4.4.2. Gesamtkeimzahl

Tränkevarianten im Vergleich

Die mittlere Gesamtkeimzahl in KBE/ml lag bei den Rundtränken signifikant höher als bei den Nippeltränken ($p < 0,001$). Bei den Auffangschalen unter den Nippeltränken wurden im Vergleich zu den Nippeltränken signifikant höhere Gesamtkeimzahlen in KBE/ml festgestellt ($p < 0,001$), wobei im Vergleich mit

den Rundtränken kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte ($p < 0,362$).

Einfluss des Zeitfensters (1. bzw. 2. Besuch) auf die Gesamtkeimzahl

Das Zeitfenster besitzt keinen signifikanten Einfluss auf die Gesamtkeimzahl in KBE/ml (NT: $p < 0,620$; AS: $p < 0,879$; RT: $p < 0,161$).

Einfluss der Innen- und Außentemperatur auf die Gesamtkeimzahl

Die Auswertung der Innen- und Außentemperatur erfolgte mit Hilfe des multiplen linearen Regressionsmodells. Es konnte keine signifikante Wirkung der Innentemperatur, zentriert ($p < 0,755$) bzw. Außentemperatur, zentriert ($p < 0,707$) auf die Gesamtkeimzahl festgestellt werden. Die Wechselwirkungen Probenart* Innentemperatur, zentriert ($p < 0,840$) und Probenart* Außentemperatur, zentriert ($p < 0,743$) sind innerhalb des multiplen linearen Regressionsmodells nicht signifikant.

Durchgangsabhängige Darstellung der Gesamtkeimzahlen in KBE/ml

Die nachfolgenden Diagramme, die nach Durchgängen aufgeteilt sind, geben Auskunft über die Gesamtkeimzahl in KBE/ml. Aus den Abbildungen wird ersichtlich, dass die Gesamtkeimzahl in KBE/ml an den Nippeltränken am niedrigsten ist, gefolgt von den Auffangschalen unter den Nippeltränken und am höchsten bei den Rundtränken liegt.

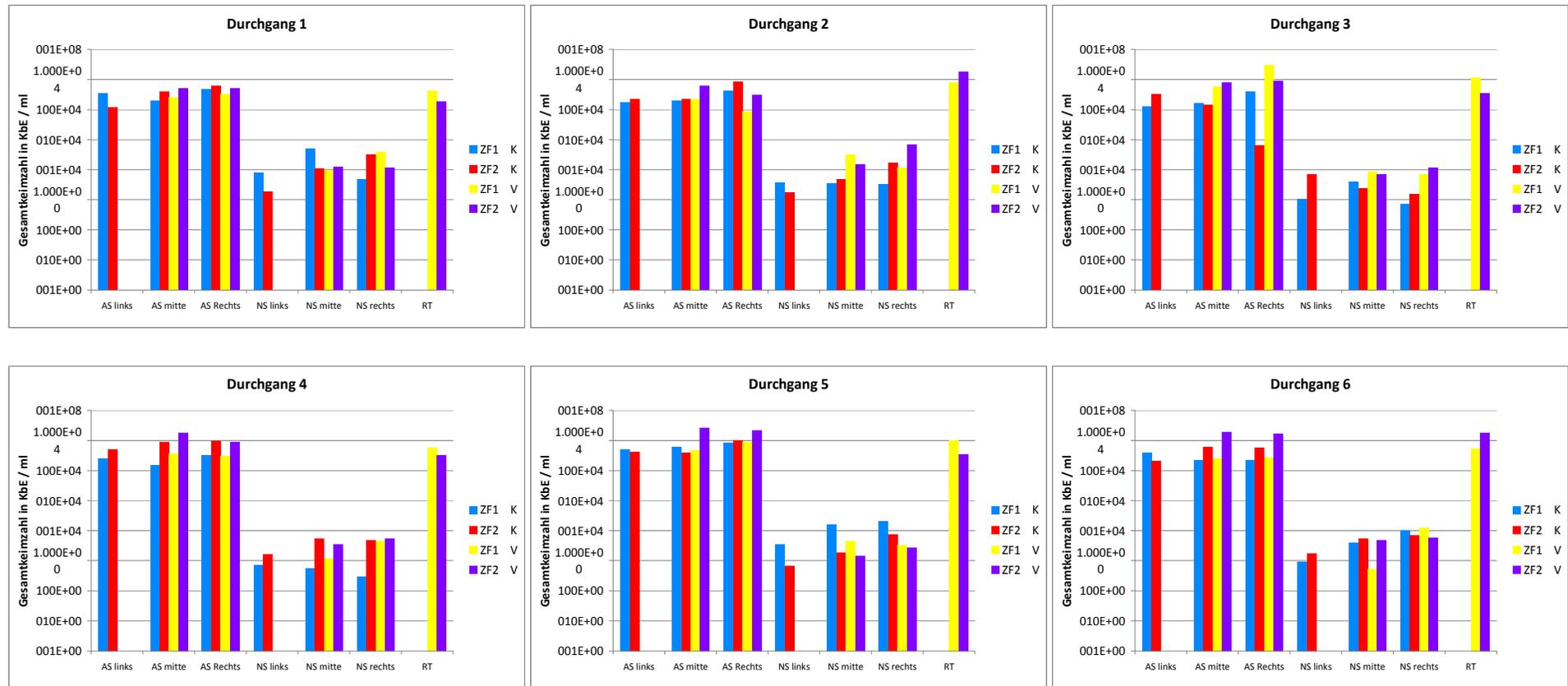


Abb. 31: Mittlere Gesamtkeimzahl in KBE/ml an den untersuchten Tränken in Abhängigkeit von Besuchart und Zeitfenster (ZF = Zeitfenster, ZF1 = 28. – 32. LT, ZF2 = 35. – 39. LT, AS = Auffangschale, NS = Nippelstrang, RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen)

Zusammenfassende Darstellung der Gesamtkeimzahlen in KBE/ml

Die nachfolgende Grafik stellt einen zusammenfassenden Überblick über die Gesamtkeimzahl in KBE/ml. Als „n“ wurden die Anzahl der Durchgänge gewählt.

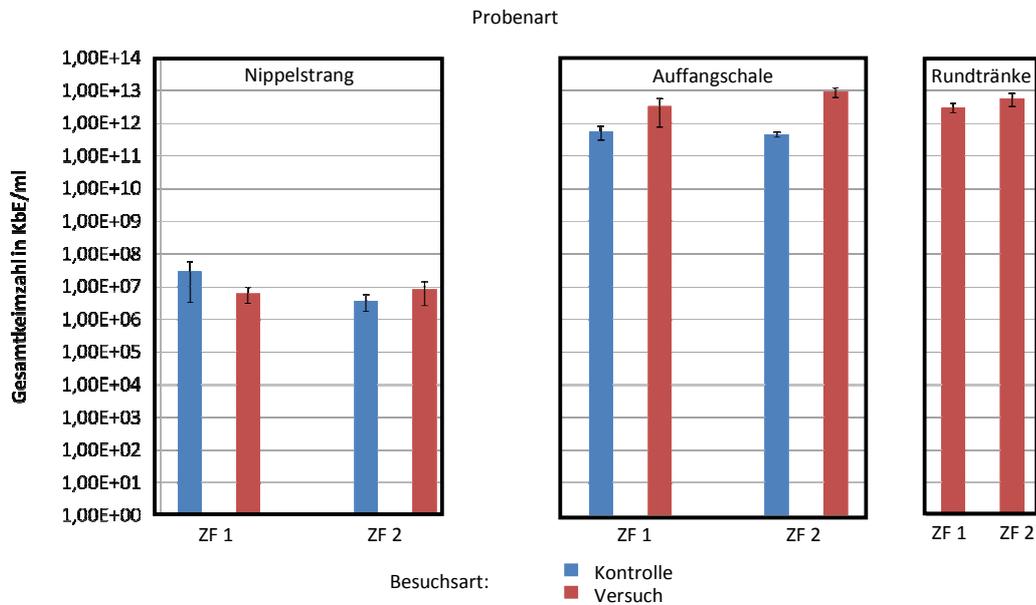


Abb. 32: Zusammenfassende Darstellung der Gesamtkeimzahl in KBE/ml (Mittelwert \pm SEM; n = 6 Durchgänge; NT = Nippelstrang; AS = Auffangschale; RT = Rundtränke; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; Details zu dem Diagramm können im Anhang der Tabelle 81 entnommen werden)

4.4.3. Enterobacteriaceae

Tränkevarianten im Vergleich

Die mittlere Anzahl der Enterobacteriaceae in KBE/ml lag bei den Rundtränken signifikant höher als bei den Nippeltränken ($p < 0,001$). Bei den Auffangschalen unter den Nippeltränken wurde im Vergleich zu den Nippeltränken ($p < 0,001$) und den Rundtränken ($p < 0,010$) eine signifikant höhere Anzahl an Enterobacteriaceae in KBE/ml festgestellt.

Einfluss des Zeitfensters (1. bzw. 2. Besuch) auf die Enterobacteriaceae

Das Zeitfenster besitzt keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Enterobacteriaceae in KBE/ml (NT: $p < 0,357$; AS: $p < 0,654$; RT: $p < 0,318$).

Einfluss der Innen- und Außentemperatur auf die Enterobacteriaceae

Die Auswertung der Innen- und Außentemperatur erfolgte mit Hilfe des multiplen linearen Regressionsmodells. Es konnte keine signifikante Wirkung der Innentemperatur, zentriert ($p < 0,124$) bzw. Außentemperatur, zentriert ($p < 0,140$) auf die Anzahl der Enterobacteriaceae festgestellt werden. Die Wechselwirkungen Probenart* Innentemperatur, zentriert ($p < 0,438$) und Probenart* Außentemperatur, zentriert ($p < 0,353$) sind innerhalb des multiplen linearen Regressionsmodells nicht signifikant.

Durchgangsabhängige Darstellung der Enterobacteriaceae in KBE/ml

Die nachfolgenden Diagramme, die nach Durchgängen aufgeteilt sind, geben Auskunft über die Anzahl der Enterobacteriaceae in KBE/ml. Aus den Abbildungen wird ersichtlich, dass die Anzahl an Enterobakterien in KBE/ml an den Nippeltränken am niedrigsten ist, gefolgt von den Rundtränken und am höchsten bei den Auffangschalen unter den Nippeltränken liegt. Wenn in den Diagrammen teilweise keine Balken vorhanden sind, so liegt das daran, dass bei der Bebrütung der Platten bei diesen Proben keine Enterobakterien gewachsen sind (im Diagramm mit★ markiert).

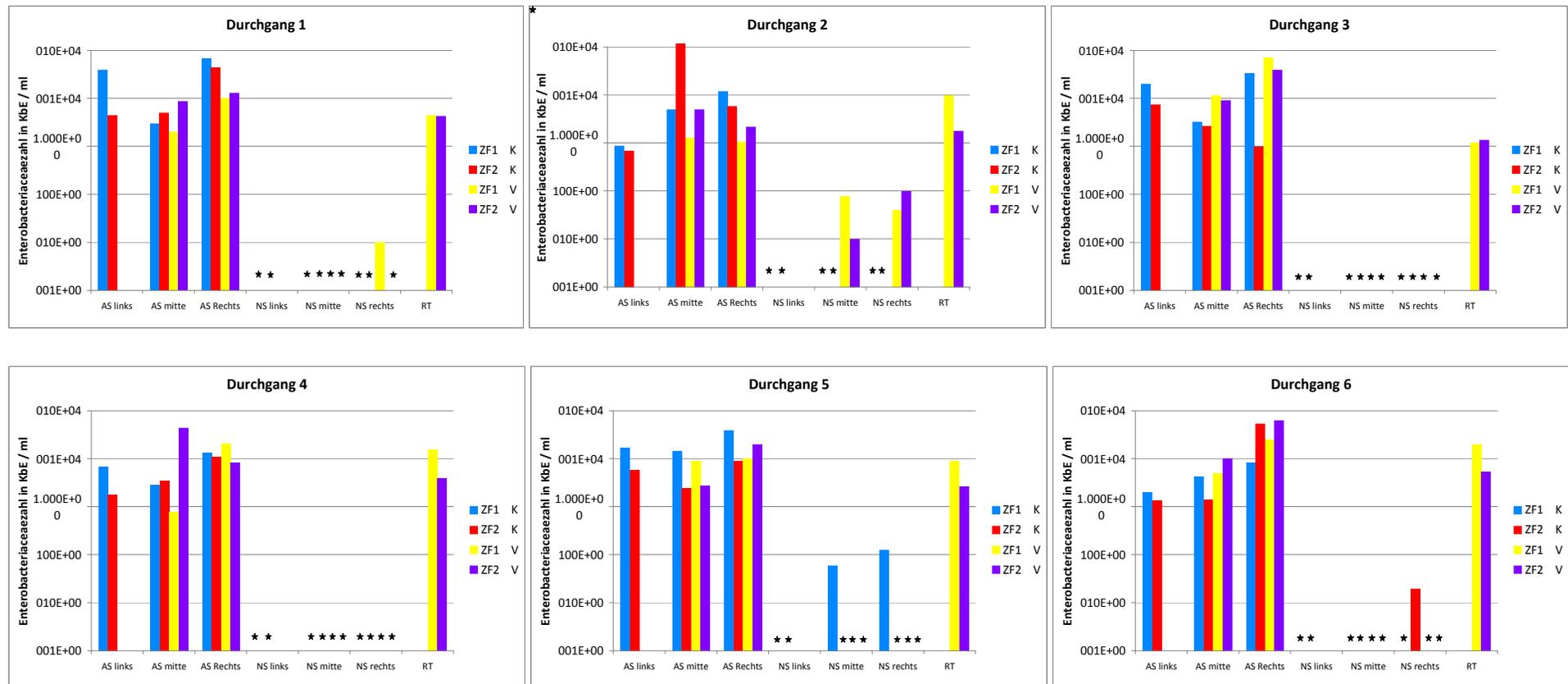


Abb. 33: Anzahl der Enterobacteriaceae in KBE/ml an den untersuchten Tränken in Abhängigkeit von Besuchart und Zeitfenster (ZF = Zeitfenster, ZF1 = 28. – 32. LT, ZF2 = 35. – 39. LT, AS = Auffangschale, NS = Nippelstrang, RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen; bei ★ wurden auf den Platten keine Enterobakterien nachgewiesen)

Zusammenfassende Darstellung der Enterobacteriaceae in KBE/ml

Die nachfolgende Grafik gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Anzahl der Enterobacteriaceae in KBE/ml. Als „n“ wurden die Anzahl der Durchgänge gewählt.

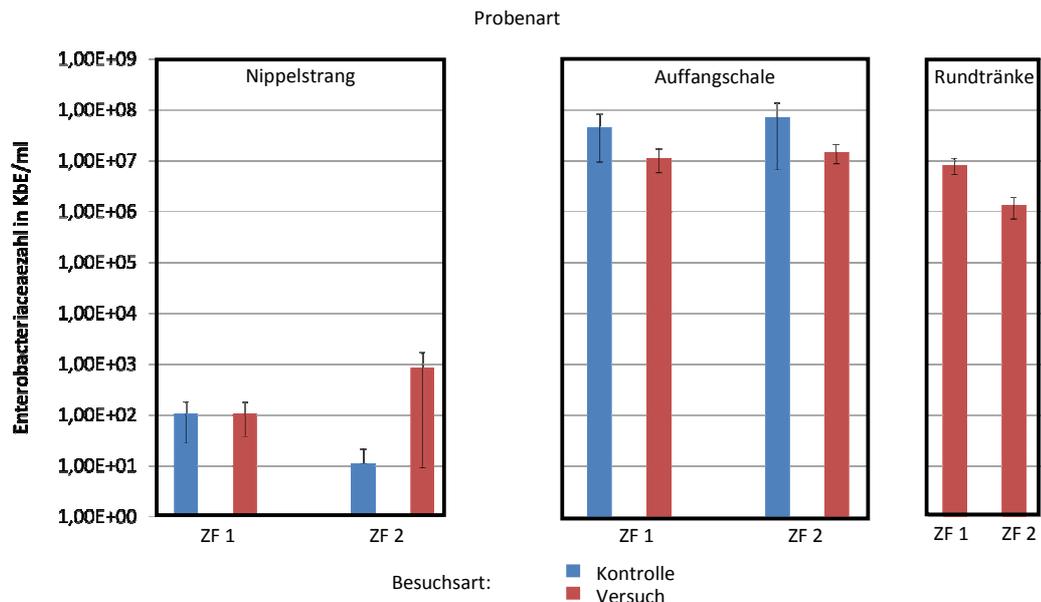


Abb. 34: Zusammenfassende Darstellung der Anzahl der Enterobacteriaceae in KBE/ml (Mittelwert ± SEM; n = 6 Durchgänge; NT = Nippelstrang; AS = Auffangschale; RT = Rundtränke; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; Details zu dem Diagramm können im Anhang der Tabelle 84 entnommen werden)

4.4.4. Salmonellen

Bei den untersuchten Wasserproben konnte in keiner Probe Salmonellen nachgewiesen werden.

4.5. Probeschlachtungen

Die Daten der Probeschlachtungen wurden alle mit dem multiplen linearen Regressionsmodell ausgewertet. Als Referenzkategorie in diesem Modell diene bei der Besuchsart die Kontrolle, beim Geschlecht weiblich und bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht Kontrolle, weiblich. Dabei waren vor allem die Vergleiche zwischen den Versuchs- und Kontrolldurchgängen, sowie zwischen den Geschlechtern interessant. Um weitere Signifikanzen aufzuzeigen,

wurde zusätzlich der t-Test durchgeführt. Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse ist jedoch zu beachten, dass Signifikanzen, die das Regressionsmodell nicht aufgezeigt hat, vermutlich auf die Haupteffekte des Regressionsmodells zurückzuführen sind und keine neuen Signifikanzen darstellen. Zur Übersicht wurden zusätzlich Diagramme erstellt, bei denen die Daten nach Versuch und Kontrolle, sowie dem Geschlecht dargestellt wurden.

Tab. 25: Übersicht Schlachtungsdurchgänge (K = Kontrolle; V = Versuch; 1 = Kontrolle; 2 = Versuch)

Durchgang	Besuchsart	Lebenstag	Datum der Schlachtung
K 3	1	39	17.05.2010
V 4	2	38	10.06.2010
V 6	2	37	15.09.2010
K 6	1	39	11.10.2010

4.5.1. Schlachtwerte

Der Mittelwert \pm SEM beim Lebendgewicht lag zwischen $2.837,00 \pm 33,43$ g (Versuch, weiblich) und $3.156,00 \pm 34,34$ g (Kontrolle, männlich). Betrachtet man das Regressionsmodell in Tabelle 26, fällt auf, dass sowohl bei der Besuchsart ($p < 0,001$), als auch beim Geschlecht ($p < 0,020$) ein signifikanter Unterschied zwischen dem Mittelwert des Lebendgewichtes besteht. Der Mittelwert des Lebendgewichtes ist bei den Kontrolltieren signifikant ($p < 0,001$) höher als bei den Versuchstieren und bei den männlichen Tieren signifikant ($p = 0,020$) höher als bei den weiblichen Tieren. Bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht stellt sich im Regressionsmodell Tabelle 26 kein signifikanter Unterschied dar ($p = 0,513$). Aus Tabelle 31 jedoch geht hervor, dass sowohl die weiblichen als auch die männlichen Kontrolltiere immer signifikant höhere Lebendgewichte haben als die weiblichen und männlichen Versuchstiere. Und das die männlichen Kontrolltiere signifikant schwerer sind, als die weiblichen Kontrolltiere.

Tab. 26: Regressionsmodell Lebendgewicht (in g) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf das Lebendgewicht; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 160; Lebendgewicht: $R^2 = 0,229$; korrigiertes $R^2 = 0,214$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

	Variable	B	SE	Sig
Lebendgewicht (g)				
	Intercept	2.917,500	80,225	0,000
Besuchsart	K	a		
	V	-199,750	50,739	0,000
Geschlecht	♀	a		
	♂	119,250	50,739	0,020
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	-47,000	71,755	0,513

Der Mittelwert \pm SEM beim Schlachtgewicht lag zwischen $1.924,50 \pm 29,07$ g (Versuch, weiblich) und $2.140,30 \pm 35,90$ g (Kontrolle, männlich). Das Regressionsmodell in Tabelle 27 zeigt auf, dass sowohl bei der Besuchsart ($p < 0,001$), als auch beim Geschlecht ($p = 0,020$) ein signifikanter Unterschied zwischen dem Mittelwert des Schlachtgewichtes besteht. Der Mittelwert des Schlachtgewichtes ist bei den Kontrolltieren signifikant ($p < 0,001$) höher als bei den Versuchstieren und bei den männlichen Tieren signifikant ($p = 0,020$) höher als bei den weiblichen Tieren. Bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht stellt sich im Regressionsmodell Tabelle 27 kein signifikanter Unterschied dar ($p = 0,513$). Aus Tabelle 31 ergibt sich das sowohl die weiblichen als auch die männlichen Kontrolltiere immer signifikant höhere Schlachtgewichte haben als die weiblichen und männlichen Versuchstiere.

Tab. 27: Regressionsmodell Schlachtgewicht (in g) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf das Schlachtgewicht; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 160; Schlachtgewicht $R^2 = 0,19$; korrigiertes $R^2 = 0,175$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

	Variable	B	SE	Sig
Schlachtgewicht (g)				
Besuchsart	Intercept	1.974,300	64,049	0,000
	K	a		
	V	-132,800	40,508	0,001
Geschlecht	♀	a		
	♂	83,000	40,508	0,042
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	-58,950	57,287	0,305

Der Mittelwert \pm SEM beim Gewicht der Brust lag zwischen $234,65 \pm 6,95$ g (Kontrolle, männlich) und $302,68 \pm 6,85$ g (Kontrolle weiblich). Der prozentuale Anteil des Gewichts der Brust am Schlachtkörper lag bei den Kontrolltieren bei 14,34 % und bei den Versuchstieren bei 12,58 %. Wenn man das Regressionsmodell in Tabelle 28 betrachtet fällt auf, dass lediglich bei der Besuchsart ($p < 0,001$) ein signifikanter Unterschied des Mittelgewichtes der Brust auftritt. Das Mittelgewicht der Brust der Kontrolltiere ist signifikant ($p < 0,001$) höher als der Versuchstiere. Beim Geschlecht ($p = 0,689$) und bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,337$) stellt sich im Regressionsmodell Tabelle 28 kein signifikanter Unterschied dar. Wenn man jedoch die Tabelle 31 betrachtet, fällt auf, dass sowohl die weiblichen, als auch die männlichen Kontrolltiere immer signifikant höhere Gewichte der Brust haben als die weiblichen und männlichen Versuchstiere.

Tab. 28: Regressionsmodell Gewicht der Brust (in g) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf das Gewicht der Brust; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 160; Gewicht Brust: $R^2 = 0,284$; korrigiertes $R^2 = 0,27$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

	Variable	B	SE	Sig
Gewicht Brust (g)				
	Intercept	306,875	16,554	0,000
Besuchsart	K	a		
	V	-49,575	10,470	0,000
Geschlecht	♀	a		
	♂	-4,200	10,470	0,689
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	-14,250	14,806	0,337

Der Mittelwert \pm SEM beim Gewicht der Schenkelpaare lag zwischen $473,60 \pm 6,32$ g (Kontrolle, weiblich) und $504,15 \pm 6,76$ g (Versuch, männlich). Der prozentuale Anteil des Gewichts der Schenkelpaare am Schlachtkörper lag bei den Kontrolltieren bei 23,19 % und bei den Versuchstieren bei 25,33 %. Wenn man das Regressionsmodell in Tabelle 29 betrachtet fällt auf, dass lediglich beim Geschlecht ($p = 0,024$) ein signifikanter Unterschied des Mittelgewichts der Schenkelpaare auftritt. Das Mittelgewicht der Schenkelpaare ist bei den männlichen Tieren signifikant ($p = 0,024$) höher als bei den weiblichen Tieren. Bei der Besuchsart ($p = 0,904$) und bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,575$) stellt sich im Regressionsmodell Tabelle 29 kein signifikanter Unterschied dar. Tabelle 31 zeigt auf, dass sowohl die männlichen Versuchstiere als auch die männlichen Kontrolltiere, immer signifikant schwerer waren als die weiblichen Versuchstiere und weiblichen Kontrolltiere.

Tab. 29: Regressionsmodell Gewicht Schenkelpaare (in g) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf das Gewicht der Schenkelpaare; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 160; Gewicht Schenkelpaar: $R^2 = 0,089$; korrigiertes $R^2 = 0,071$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

	Variable	B	SE	Sig
Gewicht Schenkel (g)				
Besuchsart	Intercept	451,800	15,115	0,000
	K	a		
	V	1,150	9,560	0,904
Geschlecht	♀	a		
	♂	21,800	9,560	0,024
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	7,600	13,519	0,575

Der Mittelwert \pm SEM beim Gewicht des Restes, der sich aus dem Gewicht von Karkasse, Abdominalfett, Brusthaut, Herz und Muskelmagen zusammensetzt, lag zwischen $1.207,78 \pm 15,28$ g (Versuch, männlich) und $1.482,33 \pm 39,38$ g (Kontrolle, männlich). Der prozentuale Anteil des Gewichts des Restes am Schlachtkörper lag bei den Kontrolltieren bei 69,63 % und bei den Versuchstieren bei 64,34 %. Aus dem Regressionsmodell in Tabelle 30 ergibt sich, dass lediglich bei der Besuchsart ($p = 0,001$) ein signifikanter Unterschied bei dem Mittelwert des Gewichtes des Restes auftritt. Bei den Kontrolltieren ist das Gewicht des Restes signifikant ($p = 0,001$) höher als bei den Versuchstieren. Beim Geschlecht ($p = 0,285$) und bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,048$) stellt sich im Regressionsmodell Tabelle 30 kein signifikanter Unterschied dar. Wenn man jedoch die Tabelle 31 betrachtet fällt auf das sowohl die weiblichen als auch die männlichen Kontrolltiere immer signifikant schwerer sind als die weiblichen und männlichen Versuchstiere. Und bei den Versuchstieren ist der Rest bei den

weiblichen Tieren schwerer als bei den männlichen Tieren.

Tab. 30: Regressionsmodell Gewicht Rest (in g) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf das Gewicht vom Rest; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 160; Gewicht Rest: $R^2 = 0,254$; korrigiertes $R^2 = 0,24$; der Rest setzt sich zusammen aus: Karkasse, Abdominalfett, Brusthaut, Herz und Muskelmagen; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

	Variable	B	SE	Sig
Gewicht Rest (g)				
	Intercept	1.389,575	68,340	0,000
Besuchsart	K	a		
	V	-153,000	43,222	0,001
Geschlecht	♀	a		
	♂	46,375	43,222	0,285
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	-121,550	61,125	0,048

Tab. 31: Ausgewählte Signifikanzen zu den Schlachtparametern (sie wurden aus den 95%igen Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle 86) abgeleitet; s = signifikant; n.s. = nicht signifikant)

	Signifikanzen				
	Lebend- gewicht	Schlacht- gewicht	Gewicht Brust	Gewicht Schenkel paar	Gewicht Rest
Besuchsart * Geschlecht	0,513	0,305	0,337	0,575	0,048
K * ♀ vs. K * ♂	s	n.s.	n.s.	s	n.s.
K * ♀ vs. V * ♀	s	s	s	n.s.	s
K * ♀ vs. V * ♂	s	s	s	s	s
K * ♂ vs. V * ♀	s	s	s	s	s
K * ♂ vs. V * ♂	s	s	s	n.s.	s
V * ♀ vs. V * ♂	n.s.	n.s.	n.s.	s	s

In den nachfolgenden Diagrammen (Abb. 33) werden die Schlachtparameter in Abhängigkeit von der Besuchsart und dem Geschlecht dargestellt.

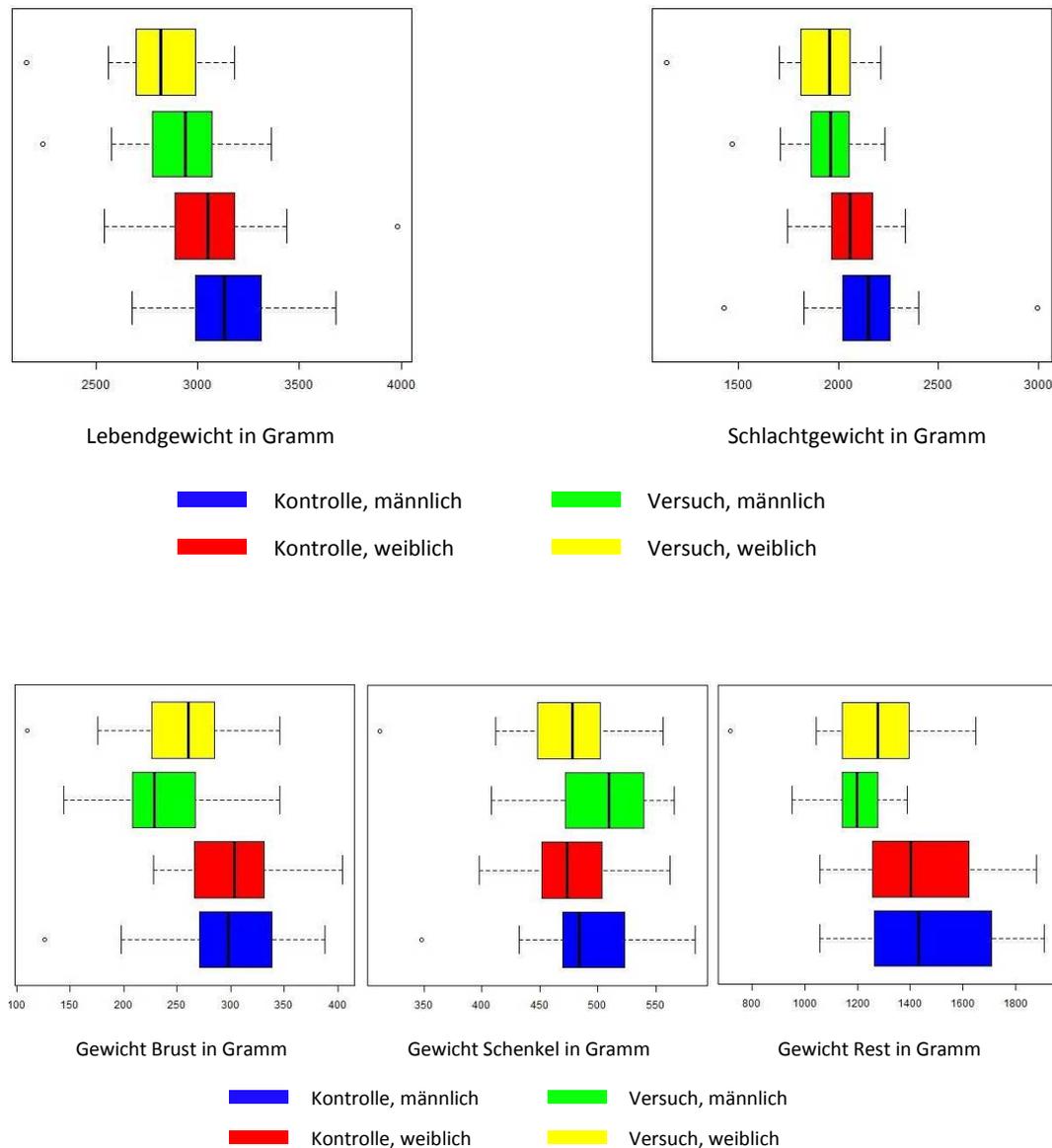


Abb. 35: Darstellung der Schlachtparameter in Abhängigkeit von Besuchsart und Geschlecht (Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 85) entnommen werden; der Rest setzt sich zusammen aus der Karkasse mit Hals, dem Abdominalfett, der Brusthaut, dem Flügelpaar, der Leber, dem Herz und dem Muskelmagen)

4.5.2. Blutparameter

4.5.2.1. Hämatokrit und Hämoglobin

Der Mittelwert (\pm SEM) beim Hämatokrit (in Volumen %) lag zwischen $26,51 \pm 0,46$ % (Kontrolle, männlich) und $38,83 \pm 0,45$ % (Versuch, weiblich). Wenn man das Regressionsmodell in Tabelle 32 betrachtet fällt auf, dass bei der

Besuchsart ein signifikanter Unterschied ($p = 0,002$) in den Hämatokrit Mittelwerten festgestellt werden konnte, wohingegen beim Geschlecht ($p = 0,868$) und bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,196$) keine signifikanten Unterschiede aufgefallen sind. Die Hämatokrit Mittelwerte der Versuchsdurchgänge liegen signifikant ($p = 0,002$) höher als die der Kontrolldurchgänge. Betrachtet man jedoch die ausgewählten Signifikanzen der Tabelle 34 ist ein signifikanter Unterschied bei den Hämatokrit Mittelwerten aufgefallen. Die weiblichen Versuchstiere haben signifikant höhere Hämatokrit Mittelwerte als die weiblichen und männlichen Kontrolltiere.

Tab. 32: Regressionsmodell Hämatokrit (in %) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf den Hämatokritgehalt; Anzahl $n = 160$; Anzahl n in der Analyse = 155; Hämatokrit: $R^2 = 0,087$; korrigiertes $R^2 = 0,069$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable		β	SE	Sig
Hämatokrit (in %)				
Intercept		36,625	0,472	< 0,001
Besuchsart	K	a		
	V	0,358	0,685	0,002
Geschlecht	♀	a		
	♂	- 0,018	0,671	0,868
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	- 0,177	0,959	0,196

Der Mittelwert (\pm SEM) beim Hämoglobin (in mmol/l) lag zwischen $6,43 \pm 0,09$ mmol/l (Versuch, männlich) und $6,57 \pm 0,06$ mmol/l (Kontrolle, weiblich). Bei Betrachtung des Regressionsmodells in Tabelle 33 zeigt sich, das weder bei der Besuchsart ($p = 0,581$) noch beim Geschlecht ($p = 0,247$) noch bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,822$) ein signifikanter Unterschied in den Hämoglobin Mittelwerten festgestellt werden konnte. Beim Hämoglobingehalt treten auch bei den ausgewählten Signifikanzen in Tabelle 34

keine signifikanten Unterschiede auf.

Tab. 33: Regressionsmodell Hämoglobin (in mmol/l) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf den Hämoglobingehalt; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 155; Hämoglobin: $R^2 = 0,016$; korrigiertes $R^2 = 0$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable		β	SE	Sig
Hämoglobin (in mmol/l)				
Intercept		6,572	0,071	< 0,001
Besuchsart	K	a		
	V	- 0,064	0,103	0,581
Geschlecht	♀	a		
	♂	- 0,131	0,101	0,247
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	0,033	0,144	0,822

In den nachfolgenden Diagrammen (Abb. 34) werden der Hämatokrit- und Hämoglobingehalt in Abhängigkeit von der Besuchsart und dem Geschlecht dargestellt.

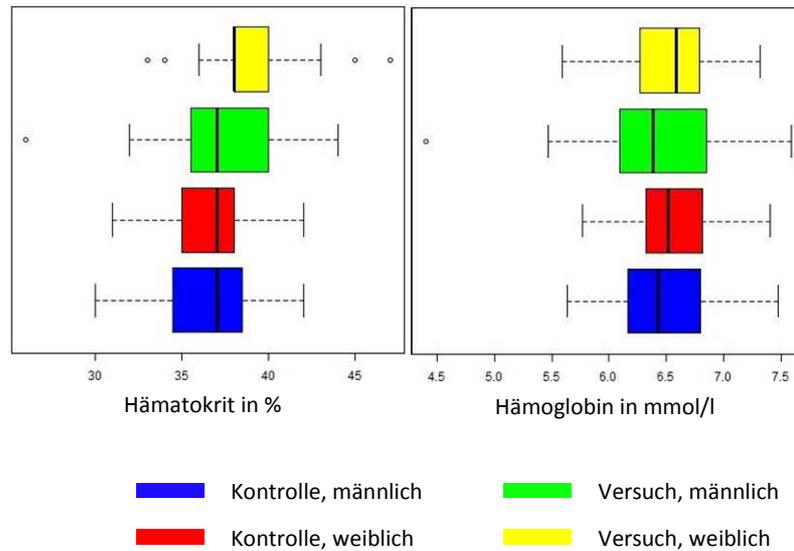


Abb. 36: Darstellung der Hämatokrit- und Hämoglobinwerte in Abhängigkeit von Besuchsart und Geschlecht (Einheit Hämatokrit: %; Einheit Hämoglobin: mmol/l; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabelle 87) entnommen werden)

Tab. 34: Ausgewählte Signifikanzen zu Hämatokrit und Hämoglobin (sie wurden aus den 95%igen Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle 88) abgeleitet; s = signifikant; n.s. = nicht signifikant)

Besuchsart *	Signifikanzen	
	Hämatokrit	Hämoglobin
Geschlecht	0,196	0,822
K * ♀ vs. K * ♂	n.s.	n.s.
V * ♀ vs. V * ♂	n.s.	n.s.
K * ♀ vs. V * ♀	s	n.s.
K * ♂ vs. V * ♂	n.s.	n.s.
K * ♀ vs. V * ♂	n.s.	n.s.
K * ♂ vs. V * ♀	s	n.s.

4.5.2.2. Immunglobulin Y

Die ermittelten IgY Mittelwerte (in mg/ml) liegen zwischen $14,31 \pm 0,90$ mg/ml (Versuch, männlich) und $16,01 \pm 1,01$ mg/ml (Kontrolle, weiblich). Betrachtet

man die Parameter des IgY Regressionsmodells fällt auf, dass weder bei der Besuchsart ($p = 0,268$), noch beim Geschlecht ($p = 0,380$) noch bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,748$) ein signifikanter Unterschied zwischen den IgY Mittelwerten festgestellt werden konnten. Beim IgY treten auch bei den ausgewählten Signifikanzen in Tabelle 36 keine signifikanten Unterschiede auf.

Tab. 35: Regressionsmodell Immunglobulin Y (in mg/ml) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf den Immunglobulin Y – Gehalt; Anzahl n = 160; Anzahl n in der Analyse = 160; $R^2 = 0,16$; korrigiertes $R^2 = 0$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	Sig
Intercept	16,601	1,052	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	-1,656	1,488	0,268
Geschlecht			
♀	a		
♂	-1,310	1,488	0,380
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	0,679	2,104	0,748

Tab. 36: Ausgewählte Signifikanzen zu Immunglobulin Y (Sie wurden aus den 95%igen Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle IX 23) abgeleitet; s = signifikant; n.s. = nicht signifikant)

Besuchsart *	Signifikanzen Immunglobulin Y
Geschlecht	0,748
K * ♀ vs. K * ♂	n.s.
V * ♀ vs. V * ♂	n.s.
K * ♀ vs. V * ♀	n.s.
K * ♂ vs. V * ♂	n.s.
K * ♀ vs. V * ♂	n.s.
K * ♂ vs. V * ♀	n.s.

In dem nachfolgenden Diagramm (Abb. 35) wird der Immunglobulin Y - Gehalt in Abhängigkeit von der Besuchsart und dem Geschlecht dargestellt

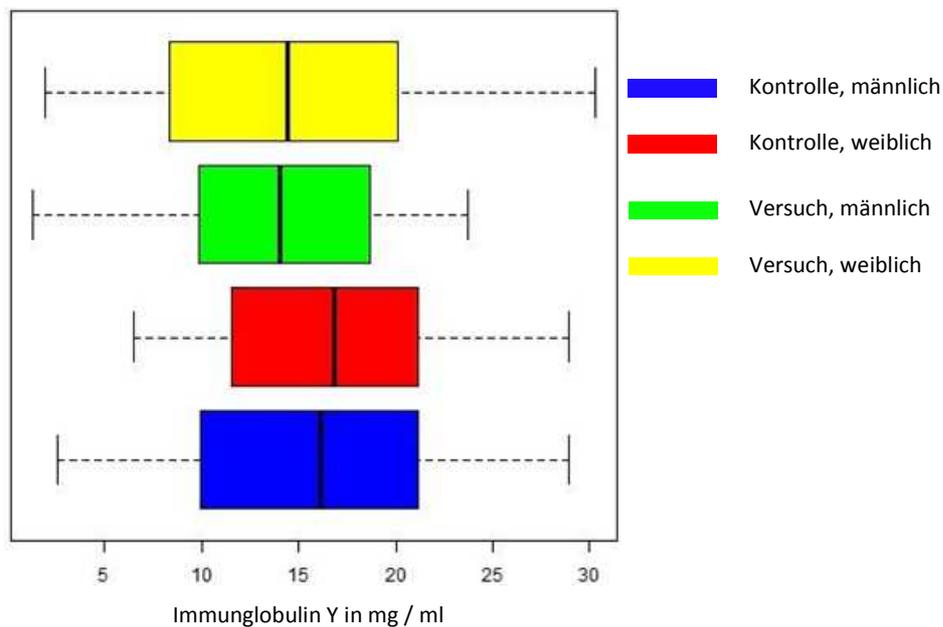


Abb. 37: Darstellung der Immunglobulin Y – Werte (in mg/ml) in Abhängigkeit von Besuchsart und Geschlecht (Details zu dem Diagramm können dem Anhang (Tabelle 87) entnommen werden)

4.5.3. Knochenparameter

4.5.3.1. Femura

Die Mittelwerte (\pm SEM) für die Femurknochen können nachfolgender Tabelle 37 entnommen werden.

Tab. 37: Gesamtübersicht über die Mittelwerte (\pm SEM) von Länge (in mm), Breite (in mm), Höhe (in mm), Bruchfestigkeit (in Newton) und Dehnung (in mm) der Femura

Femur MW \pm SEM				
		insgesamt	weiblich	männlich
Kontrolle	Länge	67,90 \pm 0,220	66,47 \pm 0,240	69,45 \pm 0,290
	Breite	7,26 \pm 0,060	7,23 \pm 0,090	7,29 \pm 0,090
	Höhe	7,22 \pm 0,050	7,12 \pm 0,070	7,31 \pm 0,080
	Bruchfestigkeit	228,80 \pm 2,110	225,30 \pm 2,520	232,30 \pm 3,360
	Dehnung	2,04 \pm 0,030	1,94 \pm 0,030	2,13 \pm 0,040
Versuch	Länge	68,75 \pm 0,220	67,91 \pm 0,230	69,68 \pm 0,360
	Breite	6,74 \pm 0,040	6,74 \pm 0,050	6,74 \pm 0,050
	Höhe	7,81 \pm 0,050	7,73 \pm 0,070	7,90 \pm 0,070
	Bruchfestigkeit	228,10 \pm 2,280	224,70 \pm 3,030	231,60 \pm 3,380
	Dehnung	2,16 \pm 0,030	2,12 \pm 0,040	2,20 \pm 0,060

Das Regressionsmodell in Tabelle 38 macht deutlich, dass sowohl bei der Besuchsart ($p < 0,001$) als auch beim Geschlecht ($p < 0,001$) als auch bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,032$) signifikante Unterschiede bei der Länge bestehen. Die Versuchstiere haben signifikant ($p < 0,001$) längere Femura als die Kontrolltiere, ebenso wie die männlichen Tiere signifikant ($p < 0,001$) längere Oberschenkel als die weiblichen Tiere haben. Tabelle 43 zeigt, dass sowohl die weiblichen, als auch die männlichen Versuchstiere signifikant längere Knochen haben, als die weiblichen Kontrolltiere, allerdings haben die männlichen Kontrolltiere signifikant längere Oberschenkel als die weiblichen Versuchstiere.

Tab. 38: Regressionsmodell Länge der Femura (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Länge der Femura; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,237$, korrigiertes $R^2 = 0,229$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	Sig
Länge in mm			
Intercept	66,471	0,265	-
Besuchsart			
K	a		
V	1,443	0,387	0,000
Geschlecht			
♀	a		
♂	2,979	0,383	0,000
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	-1,207	0,560	0,032

Bei der Breite spielt laut dem Regressionsmodell in Tabelle 39 nur die Besuchsart eine Rolle. Die Kontrolltiere haben signifikant ($p < 0,001$) breitere Oberschenkel als die Versuchstiere. Das Geschlecht ($p = 0,527$) und die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,653$) haben keinen signifikanten Einfluss auf die Knochenbreite. Aus der Tabelle 43 geht hervor, dass bei den weiblichen und männlichen Kontrolltieren die Knochen signifikant breiter sind als bei den weiblichen und männlichen Versuchstieren.

Tab. 39: Regressionsmodell Breite der Femura (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Breite der Femura; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,142$; korrigiertes $R^2 = 0,134$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	Sig
Breite in mm			
Intercept	7,229	0,072	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	-0,487	0,102	0,000
Geschlecht			
♀	a		
♂	0,065	0,102	0,527
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	-0,065	0,144	0,653

In Tabelle 40 zeigt sich im Regressionsmodell, dass nur die Besuchsart bei der Höhe eine Rolle spielt. Die Versuchstiere haben signifikant ($p < 0,001$) höhere Oberschenkel als die Kontrolltiere. Das Geschlecht ($p = 0,081$) und die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,900$) haben keinen signifikanten Einfluss auf die Knochenhöhe. Bei der Betrachtung der Tabelle 43 fällt auf, dass bei den weiblichen und männlichen Versuchstieren die Knochen signifikant höher sind als bei den weiblichen und männlichen Kontrolltieren.

Tab. 40: Regressionsmodell Höhe der Femura (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Höhe der Femura; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,181$; korrigiertes $R^2 = 0,174$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable		B	SE	Sig
Höhe in mm				
Intercept		7,124	0,075	0,000
Besuchsart	K	a		
	V	0,608	0,105	0,000
Geschlecht	♀	a		
	♂	0,185	0,105	0,081
Besuchsart * Geschlecht	K * ♀	a		
	K * ♂	a		
	V * ♀	a		
	V * ♂	-0,019	0,149	0,900

Betrachtet man das Regressionsmodell in Tabelle 41 fällt auf, dass weder die Besuchsart ($p = 0,888$) noch das Geschlecht ($p = 0,110$) noch die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,990$) eine signifikante Rolle bei der Bruchfestigkeit spielen. Auch Tabelle 43 macht deutlich, dass bei den ausgewählten Signifikanzen kein signifikanter Unterschied festzustellen ist.

Tab. 41: Regressionsmodell Bruchfestigkeit der Femura (in Newton) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Bruchfestigkeit der Femura; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,016$; korrigiertes $R^2 = 0,007$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	Sig
Bruchfestigkeit in Newton			
Intercept	225,292	3,091	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	-0,618	4,372	0,888
Geschlecht			
♀	a		
♂	7,007	4,372	0,110
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	-0,078	6,182	0,990

Aus dem Regressionsmodell in Tabelle 42 ergibt sich, dass sowohl bei der Besuchsart ($p = 0,003$) als auch beim Geschlecht ($p = 0,002$) signifikante Unterschiede bei der Dehnung bestehen. Die Versuchstiere haben eine signifikant ($p = 0,003$) stärkere Dehnung als die Kontrolltiere, ebenso wie die männlichen Tiere eine signifikant ($p = 0,002$) höhere Dehnung haben als die weiblichen Tiere. Die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,195$) spielt laut dem Regressionsmodell in Tabelle 42 keine signifikante Rolle. Aus der Tabelle 43 ergibt sich, dass die weiblichen Kontrolltiere im Vergleich zu den weiblichen Versuchstieren, sowie den männlichen Versuchs- und Kontrolltieren signifikant die niedrigste Dehnung aufweisen.

Tab. 42: Regressionsmodell Dehnung der Femura (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Dehnung; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,062$; korrigiertes $R^2 = 0,053$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Variable	B	SE	Sig
Dehnung in mm			
Intercept	1,940	0,042	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	0,180	0,059	0,003
Geschlecht			
♀	a		
♂	0,189	0,059	0,002
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	-0,109	0,084	0,195

In den nachfolgenden Diagrammen (Abb. 36) werden die Länge, Breite und Höhe, sowie die Bruchfestigkeit und Dehnung der Femura in Abhängigkeit von der Besuchsart und dem Geschlecht dargestellt.

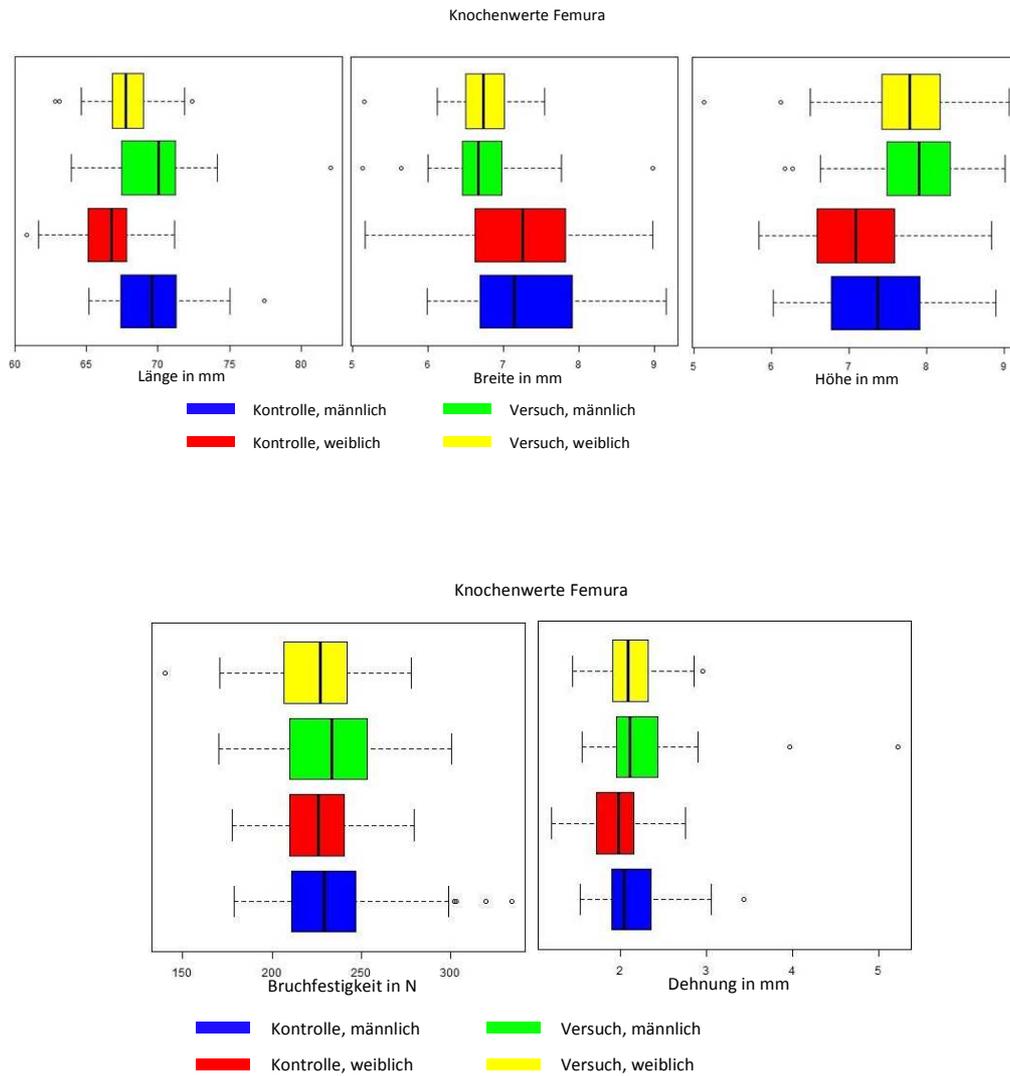


Abb. 38: Darstellung der Femurparameter (bei der Länge, Breite, Höhe und Dehnung in mm; bei der Bruchfestigkeit in Newton) in Abhängigkeit von Besuchsart und Geschlecht (Details zu dem Diagramm können im Anhang (Tabelle 90) entnommen werden)

Tab. 43: Ausgewählte Signifikanzen zu den Femurparametern (Sie wurden aus den 95%igen Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle 91) abgeleitet; s = signifikant; n.s. = nicht signifikant)

Besuchsart *	Signifikanzen				
	Länge	Breite	Höhe	Bruchfestigkeit	Dehnung
Geschlecht	0,032	0,653	0,900	0,990	0,195
K * ♀ vs. K * ♂	s	n.s.	n.s.	n.s.	s
V * ♀ vs. V * ♂	s	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
K * ♀ vs. V * ♀	s	s	s	n.s.	s
K * ♀ vs. V * ♂	s	s	s	n.s.	s
K * ♂ vs. V * ♂	n.s.	s	s	n.s.	n.s.
K * ♂ vs. V * ♀	s	s	s	n.s.	n.s.

4.5.3.2. Tibiotarsi

Es ergaben sich folgende Mittelwerte (\pm SEM) für die Tibiotarsiknochen, die der Tabelle 44 entnommen werden können.

Tab. 44: Gesamtübersicht über die Mittelwerte (\pm SEM) von Länge (in mm), Breite (in mm), Höhe (in mm), Bruchfestigkeit (in Newton) und Dehnung (in mm) der Tibiotarsi

Tibiotarsi MW \pm SEM				
		insgesamt	weiblich	männlich
Kontrolle	Länge	108,80 \pm 0,290	107,90 \pm 0,410	109,60 \pm 1,890
	Breite	7,78 \pm 0,070	7,32 \pm 0,060	8,23 \pm 0,100
	Höhe	6,59 \pm 0,050	6,27 \pm 0,050	6,92 \pm 0,070
	Bruchfestigkeit	186,00 \pm 2,320	178,50 \pm 2,800	193,60 \pm 3,510
	Dehnung	2,82 \pm 0,050	2,73 \pm 0,040	2,91 \pm 0,080
Versuch	Länge	110,80 \pm 0,000	109,30 \pm 0,340	112,40 \pm 0,390
	Breite	7,90 \pm 0,050	7,83 \pm 0,080	7,96 \pm 0,050
	Höhe	6,73 \pm 0,040	6,71 \pm 0,040	6,75 \pm 0,060
	Bruchfestigkeit	180,80 \pm 2,230	172,60 \pm 2,850	189,00 \pm 3,180
	Dehnung	3,07 \pm 0,040	2,97 \pm 0,050	3,17 \pm 0,050

Aus dem Regressionsmodell in Tabelle 45 ergibt sich, dass sowohl bei der Besuchsart ($p = 0,324$) als auch beim Geschlecht ($p = 0,227$) als auch bei der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,485$) keine signifikanten Unterschiede bei der Länge bestehen. Bei Betrachtung der Tabelle 50 jedoch fällt auf, dass die männlichen Versuchstiere signifikant längere Knochen haben als die weiblichen Versuchstiere, ebenso wie die weiblichen und männlichen Versuchstiere signifikant längere Unterschenkel haben als die weiblichen Kontrolltiere.

Tab. 45: Regressionsmodell Länge der Tibiotarsi (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Länge der Tibiotarsi; Anzahl $n = 320$; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,034$, korrigiertes $R^2 = 0,024$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; b = aufgrund von Kollinearität nicht berechenbar)

Variable	B	SE	Sig
Länge in mm			
Intercept	107,919	0,994	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	1,381	1,397	0,324
Geschlecht			
♀	a		
♂	1,703	1,406	0,227
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	1,383	1,976	0,485

Betrachtet man das Regressionsmodell in Tabelle 46 fällt auf, dass sowohl die Besuchsart ($p < 0,001$), als auch das Geschlecht ($p < 0,001$), als auch die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p < 0,001$) eine signifikante Rolle bei der Breite der Unterschenkel spielen. Die Versuchstiere haben signifikant ($p < 0,001$) breitere Unterschenkel als die Kontrolltiere, ebenso wie die

männlichen Tiere signifikant ($p < 0,001$) breitere Knochen als die weiblichen Tiere haben. Die Auswertung der Tabelle 50 zeigt auf, dass die männlichen Kontrolltiere signifikant breitere Knochen haben als die weiblichen Kontrolltiere, sowie die weiblichen und männlichen Versuchstiere. Allerdings haben die weiblichen und männlichen Versuchstiere signifikant breitere Knochen, als die weiblichen Kontrolltiere.

Tab. 46: Regressionsmodell Breite der Tibiotarsi (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Breite der Tibiotarsi; Anzahl $n = 320$; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,195$; korrigiertes $R^2 = 0,187$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; b = aufgrund von Kollinearität nicht berechenbar)

Variable	B	SE	Sig
Breite in mm			
Intercept	7,320	0,076	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	0,512	0,107	0,000
Geschlecht			
♀	a		
♂	0,915	0,107	0,000
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	-0,788	0,152	0,000

Bei der Höhe spielt laut dem Regressionsmodell in Tabelle 47 sowohl die Besuchsart ($p < 0,001$) als auch das Geschlecht ($p < 0,001$) als auch die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p < 0,001$) eine signifikante Rolle. Die Versuchstiere haben signifikant ($p < 0,001$) höhere Unterschenkel als die Kontrolltiere, ebenso wie die männlichen Tiere signifikant ($p < 0,001$) höhere Knochen als sie weiblichen Tiere haben. Aus der Tabelle 50 geht hervor, dass die männlichen Kontrolltiere signifikant höhere Knochen haben als die

weiblichen Versuchs- und Kontrolltiere. Ebenso wie die weiblichen und männlichen Versuchstiere signifikant höhere Unterschenkel haben wie die weiblichen Kontrolltiere.

Tab. 47: Regressionsmodell Höhe der Tibiotarsi (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Höhe der Tibiotarsi; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,187$; korrigiertes $R^2 = 0,179$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; b = aufgrund von Kollinearität nicht berechenbar)

Variable	B	SE	Sig
Höhe in mm			
Intercept	6,266	0,057	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	0,448	0,080	0,000
Geschlecht			
♀	a		
♂	0,653	0,080	0,000
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	-0,613	0,113	0,000

Das Regressionsmodell in Tabelle 48 macht deutlich, dass nur beim Geschlecht ($p = 0,001$) ein signifikanter Einfluss bei der Bruchfestigkeit besteht. Dabei haben die Knochen der männlichen Tiere eine signifikant ($p = 0,001$) höhere Bruchfestigkeit als die weiblichen Tiere. Die Besuchsart ($p = 0,175$) und die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,822$) spielt laut dem Regressionsmodell in Tabelle 48 keine signifikante Rolle. Bei Betrachtung der Tabelle 50 fällt das ebenfalls auf. Die männlichen Versuchstiere haben eine signifikant höhere Bruchfestigkeit als die weiblichen Versuchs- und Kontrolltiere, ebenso wie die männlichen Kontrolltiere eine signifikant höhere Bruchfestigkeit wie die weiblichen Versuchs- und Kontrolltiere haben.

Tab. 48: Regressionsmodell Bruchfestigkeit der Tibiotarsi (in Newton) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Bruchfestigkeit der Tibiotarsi; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,084$; korrigiertes $R^2 = 0,075$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; b = aufgrund von Kollinearität nicht berechenbar)

Variable	B	SE	Sig
Bruchfestigkeit in Newton			
Intercept	178,507	3,099	0,000
Besuchsart			
K			
V	-5,954	4,383	0,175
Geschlecht			
♀			
♂	15,066	4,383	0,001
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♀	a		
V * ♂	1,396	6,199	0,822

In Tabelle 49 zeigt sich im Regressionsmodell, das sowohl bei der Besuchsart ($p = 0,004$) als auch beim Geschlecht ($p = 0,027$) signifikante Unterschiede bei der Dehnung bestehen. Die Versuchstiere haben eine signifikant ($p = 0,004$) höhere Dehnung als die Kontrolltiere, ebenso wie die männlichen Tiere eine signifikant ($p = 0,027$) stärkere Dehnung haben als die weiblichen Tiere. Die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,884$) spielt laut dem Regressionsmodell in Tabelle 49 keine signifikante Rolle. Laut der Tabelle 50 haben jedoch die männlichen Versuchstiere signifikant die größte Dehnbarkeit. Die weiblichen Versuchstiere haben eine signifikant höhere Dehnbarkeit als die weiblichen Kontrolltiere, ebenso wie die männlichen Kontrolltiere eine signifikant höhere Dehnbarkeit haben als die weiblichen Kontrolltiere.

Tab. 49: Regressionsmodell Dehnung der Tibiotarsi (in mm) (Einfluss von Besuchsart und Geschlecht auf die Dehnung der Tibiotarsi; Anzahl n = 320; Anzahl n in der Analyse = 320; $R^2 = 0,084$; korrigiertes $R^2 = 0,076$; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; b = aufgrund von Kollinearität nicht berechenbar)

Variable	B	SE	Sig
Dehnung in mm			
Intercept	2,728	0,058	0,000
Besuchsart			
K	a		
V	0,241	0,083	0,004
Geschlecht			
♀	a		
♂	0,184	0,083	0,027
Besuchsart * Geschlecht			
K * ♀	a		
K * ♂	a		
V * ♂	0,017	0,117	0,884

Tab. 50: Ausgewählte Signifikanzen zu den Tibiotarsipatametern (Sie wurden aus den 95%igen Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle IX 27) abgeleitet; s = signifikant; n.s. = nicht signifikant)

	Signifikanzen				
	Länge	Breite	Höhe	Bruchfestigkeit	Dehnung
Besuchsart * Geschlecht	0,485	0,000	0,000	0,822	0,884
K * ♀ vs. K * ♂	n.s.	s	s	s	s
V * ♀ vs. V * ♂	s	n.s.	n.s.	s	s
K * ♀ vs. V * ♀	s	s	s	n.s.	s
K * ♂ vs. V * ♂	n.s.	s	n.s.	n.s.	s
K * ♀ vs. V * ♂	s	s	s	s	s
K * ♂ vs. V * ♀	n.s.	s	s	s	n.s.

In den nachfolgenden Diagrammen (Abb. 37) werden die Länge, Breite und Höhe, sowie die Bruchfestigkeit und Dehnung der Tibiotarsi in Abhängigkeit von der Besuchsart und dem Geschlecht dargestellt.

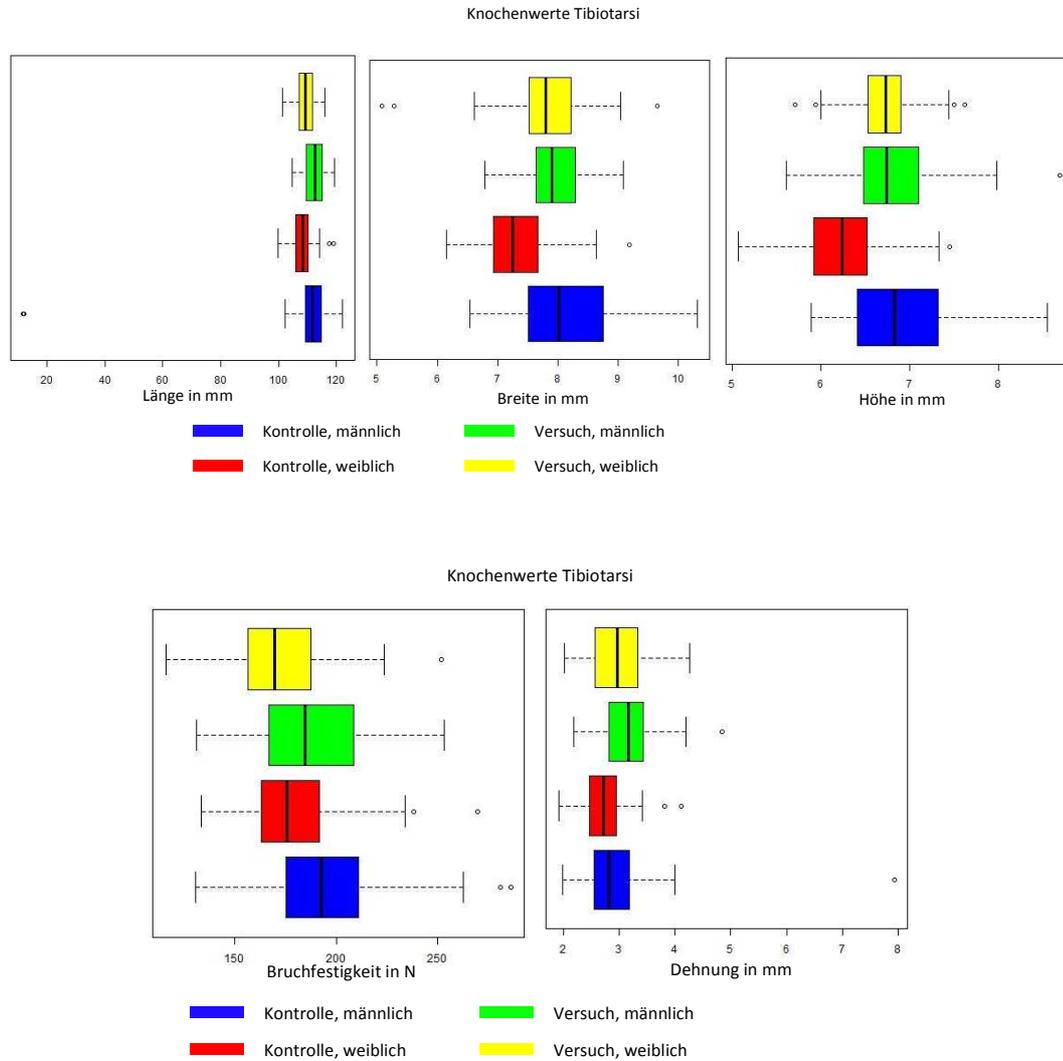


Abb. 39: Darstellung der Tibiotarsiparameter (bei der Länge, Breite, Höhe und Dehnung in mm; bei der Bruchfestigkeit in Newton) in Abhängigkeit von Besuchsart und Geschlecht (Details zu dem Diagramm können im Anhang (Tabelle 92) entnommen werden)

5. DISKUSSION

5.1. Bonitur

5.1.1. Paddel

Bei den Enten ist die Haut an den Füßen weich und wenig verhornt und daher sehr empfindlich (Methling, 2002). So lässt sich auch die relativ häufig auftretende Hyperkeratose und Nekrose der Paddel bzw. Paddelspitze erklären.

Tab. 51: Besuchsabhängige Häufigkeitsverteilungen der Boniturmerkmale Nekrose und Hyperkeratose der Paddel bzw. Paddelspitze in % (Anzahl der betroffenen Tiere) (K = Kontrolle, V = Versuch; Details können den Abbildungen 20 - 23 oder den Tabellen 59-62 im Anhang entnommen werden)

	Besuchsart	n	keine	leicht	mittel-gradig	hoch-gradig
Hyperkeratose der Paddel	K	1200	32,60% (391)	66,30% (795)	1,00% (12)	0,20% (2)
	V	1200	28,90% (347)	71,10% (853)	-	-
Hyperkeratose der Paddelspitze	K	1200	74,60% (895)	25,30% (304)	0,10% (1)	-
	V	1200	71,80% (861)	28,30% (339)	-	-
Nekrose der Paddel	K	1200	51,80% (622)	29,80% (357)	13,70% (164)	4,80% (57)
	V	1200	46,00% (552)	30,00% (360)	17,20% (206)	6,80% (82)
Nekrose der Paddelspitze	K	1200	94,10% (1129)	5,60% (67)	0,30% (4)	-
	V	1200	95,10% (1141)	4,70% (56)	0,30% (3)	-

Die Hyperkeratose tritt häufiger auf als die Nekrose und die Paddel zeigen häufiger Veränderungen als die Paddelspitzen (siehe Tabelle 51). Was dadurch zu erklären ist, dass sich zunächst Läsionen an den Sohlenballen entwickeln und, wenn die Erkrankung weiter fortschreitet, dann auch die Zehenballen betroffen sind (Berk, 2007a; Berk, 2007b). Die Häufigkeitsverteilungen dieser Arbeit ähneln den Ergebnissen von Hirsch (2011). Wobei bei vorliegender Arbeit eine geringere Prozentzahl der Tiere eine Hyperkeratose hatten als bei Hirsch (2011), aber eine höhere Prozentzahl an Tieren eine Nekrose. Vergleichbar sind die Ergebnisse dieser Arbeit auch mit denen von Jones und Dawkins (2010), bei der

ebenfalls Paddel von Pekingenten bei Tränkeversuchen bonitiert wurden. In ihren Ergebnissen hatten nur 20,6 % der Enten ein Paddel ohne besonderen Befund. Ebenso wie bei den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, traten aber auch vermehrt leichtere als schwergradige Veränderungen an den Paddeln auf.

Die Faktoren (Zeitfenster, Besuchsart, Stallseite, Wechselwirkung Besuchsart* Stallseite, Ammoniak und Staub), die die Entstehung von der Hyperkeratose und Nekrose der Paddel bzw. Paddelspitze beeinflussen, unterscheiden sich relativ stark. Daher kann man keine allgemeingültige Aussage über deren Einfluss bei der Entstehung von Veränderungen an den Entenfüßen treffen. Bei der Hyperkeratose der Paddel hatte nur die Stallseite einen signifikanten ($p = 0,001$) Einfluss. Auf der Rundtränken - Seite traten 18,5 % mehr Hyperkeratosen der Paddel auf als auf der Nippeltränken - Seite. Dies ist wahrscheinlich durch die Kunststoffroste zu erklären, die auf dieser Seite des Stalles aufgebaut waren. Durch die im Vergleich zum Einstreu relativ harte und kantige Oberfläche der Roste lässt sich eine vermehrte Hornhautbildung erklären.

Bei der Hyperkeratose der Paddelspitze hingegen hatte ausschließlich das Zeitfenster einen signifikanten ($p = 0,009$) Einfluss. Hier hatten im zweiten Zeitfenster 6,4 % der Tiere mehr Hyperkeratosen der Paddelspitze als im ersten Zeitfenster. Dies ist erklärlich, da das Ausmaß und der Schweregrad der Veränderungen an den Füßen mit zunehmendem Alter zunimmt (Berk, 2007a; Berk, 2007b).

Bei der Nekrose der Paddel hatten die Besuchsart ($p = 0,032$), die Stallseite ($p = 0,013$) sowie Ammoniak, zentriert ($p = 0,002$) und Staub, zentriert ($p < 0,001$) einen signifikanten Einfluss. Die Versuchstiere hatten häufiger eine Nekrose der Paddel als die Kontrolltiere. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich in der feuchteren Einstreu bei den Versuchsdurchgängen. Der Abfluss des Wassers unterhalb der Roste funktionierte nicht so gut wie erhofft. Daher war das Stroh vor allem am Übergang der Roste zum eingestreuten Bereich relativ feucht. Ein Hauptrisikofaktor zur Entstehung der Pododermatitis ist die Feuchtigkeit des Einstreus (Mayne, 2005). Bei der Stallseite traten auf der Nippeltränken - Stallseite häufiger Nekrosen auf als auf der Rundtränken Seite. Bei steigendem Ammoniakgehalt hatten mehr Tiere eine Nekrose an den Paddeln, wohingegen bei steigendem Staubgehalt weniger Tiere eine Nekrose an den Paddeln hatten. Da Ammoniak auch als Ursache für die Entstehung der Fußballendermatitis

angesehen wird, lässt sich erklären warum auch in dieser Studie die Wahrscheinlichkeit für Nekrosen an der Paddel steigen, wenn der Ammoniakgehalt der Stallluft steigt (Berk, 2007b).

Bei der Nekrose der Paddelspitze gab es keine signifikanten Einflüsse.

Beim Vergleich mit der Arbeit von Hirsch (2011) fällt nur auf, dass auch hier ebenfalls die Versuchstiere häufiger eine Nekrose an der Paddel hatten als die Kontrolltiere.

Im Gegensatz zu Ekstrand et al (1997) ist bei den Ergebnissen dieser Arbeit kein eindeutig nachteiliger Einfluss der Rundtränken oder der Roste auf die Fußballendermatitis festzustellen. Bei den Untersuchungen mit Hühnern von Ekstrand et al (1997) trat die Fußballendermatitis bei Wasserschalen signifikant häufiger auf als bei Nippeltränken.

5.1.2. Augen

In dieser Arbeit wurden die Boniturmerkmale Verschmutzung bzw. Verklebung der Augenumgebung und Augenentzündung lediglich auf ihre Beeinflussbarkeit durch Staub und Ammoniak untersucht. Der Staubgehalt lag bei durchschnittlich $0,73 \text{ mg/m}^3$ und der Ammoniakgehalt bei durchschnittlich 12,8 ppm. Beim Staubgehalt wurde der geforderte MSK-Wert von 6 mg/m^3 also unterschritten (Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985), wobei beim Ammoniak die Anforderungen der Vereinbarungen über die Haltung von Pekingenten der verschiedenen Länder nur bedingt eingehalten wurden. Zwar überstiegen die Ammoniakwerte nicht dauerhaft 20 ppm, jedoch wurde der anzustrebende Ammoniakgehalt unter 10 ppm nicht erreicht (Siegmann, 2005; Thiele and Pottgüter, 2007; Tüller, 1993).

Bei diesen Untersuchungen nahm die Wahrscheinlichkeit für eine Verschmutzung der Augenumgebung bzw. eine Augenentzündung bei steigender Ammoniakkonzentration bei den Kontrolltieren ab und bei den Versuchstieren zu. Dieser Einfluss war bei den Kontroll- ($p < 0,001$) und Versuchstieren ($p < 0,003$) bei dem Boniturmerkmal Verschmutzung der Augenumgebung und bei den Kontrolltieren ($p < 0,001$) beim Boniturmerkmal Augenentzündung signifikant, nur bei den Versuchstieren ($p < 0,499$) beim Boniturmerkmal Augenentzündung war der Einfluss nicht signifikant. Laut der Literatur führt Ammoniak zu einer Reizung der Augenschleimhäute und damit zum Tränenfluss (Mehlhorn, 1979;

Müller und Schlenker, 2004). Laut Ergebnissen von Miles et al (2006) steigt das Risiko für Augenveränderungen bei zunehmender Ammoniakkonzentration an, ebenso wie der Schweregrad der Augenveränderungen mit zunehmender Ammoniakkonzentration steigt. Dieses Ergebnis kann aber bei dieser Arbeit nur bei den Versuchstieren bestätigt werden.

Bei diesen Untersuchungen nahm die Wahrscheinlichkeit für eine Verschmutzung der Augenumgebung bzw. eine Augenentzündung bei steigender Staubkonzentration bei den Kontrolltieren ab und bei den Versuchstieren zu. Eine Ausnahme lag beim Boniturmerkmal Verschmutzung der Augenumgebung mit mittlegradiger Gefiederverschmutzung bei den Kontrolltieren vor, hier stieg die Wahrscheinlichkeit einer Verschmutzung bei zunehmendem Staubgehalt an. Laut den Literaturangaben führt Staub zu einer Reizung der Augen (Hilliger, 1990). Daher müssten die Augenveränderungen bei steigendem Staubgehalt eigentlich zunehmen. Dies ist in dieser Studie jedoch überwiegend nur bei den Versuchstieren der Fall.

Laut Jones et al (2009) können Enten ohne offenes Wasser ihre Augen nicht sauber halten. Bei Ergebnissen von Jones et al (2009) und Remy (2005) hatten die Enten, die Zugang zu offenem Wasser hatten auch signifikant saubere Köpfe als Tiere mit Zugang zu Nippeltränken. Dieses Ergebnis wurde auch schon bei Hirsch (2011) bestätigt. Demzufolge müsste eine Verbesserung der Augen bei den Versuchstieren trotz steigender Ammoniak- bzw. Staubkonzentration zu erklären sein, jedoch nicht bei den Kontrolltieren, wie es in dieser Studie der Fall ist.

Zusätzlich wurde das Auftreten des Boniturmerkmals Ulcus corneae untersucht, das bei 1,83 % der untersuchten Enten festgestellt wurde. Das Boniturmerkmal wurde auf unterschiedliche Signifikanzen geprüft, wobei keine signifikanten Einflüsse festgestellt werden konnten. Die Rundtränken scheinen eine Entstehung des Ulcus corneae somit nicht zu begünstigen.

5.2. Temperatur

Die niedrigste gemessene Innentemperatur lag bei 10,00°C (Kontrolle, 1ZF), und die höchste gemessene Innentemperatur bei 28,20°C (Versuch, 2ZF). Die durchschnittliche Innentemperatur lag bei den Kontrolldurchgängen bei 15,85°C und bei den Versuchsdurchgängen bei 16,00°C.

In den Mindestanforderungen zur Haltung von Pekingtonen von Bayern, Brandenburg und Niedersachsen werden in dem Alter, in denen unsere Besuche stattfanden, Temperaturen zwischen 6 und 8°C gefordert. Somit liegen die Temperaturen, die in der vorliegenden Arbeit gemessen wurden, oberhalb dieser Vorgaben. Nach Tüller (1993) soll die Temperatur für heranwachsende Enten auf eine endgültige Temperatur von 20°C herabgesetzt werden. Jedoch sind ausgewachsene Enten nicht kälteempfindlich, da sie ein schützendes Federkleid besitzen. Bei den Besuchen konnte man kein nachteiliges Verhalten der Enten, wie das Vermeiden von Wärmequellen aufgrund zu hoher Temperaturen oder das übereinander kriechen aufgrund zu niedriger Temperaturen beobachten (Bierschenk, 1991). Eine Ausnahme stellten die Besuche bei einer Kontrolle mit einer Innentemperatur von 25,70°C (4. Durchgang, 2. Zeitfenster) und bei einem Versuch mit einer Innentemperatur von 28,2°C (5. Durchgang, 2. Zeitfenster) dar. Hier konnten mehrfach Tiere beobachtet werden, die hechelten. Also scheinen Enten mit Temperaturen unter 20°C kein Problem zu haben, wenn dieser Wert jedoch überstiegen wird scheinen sie damit nicht mehr ohne Probleme zu Recht zu kommen. Daher stellt sich die Frage ob die Temperaturangaben, die in den Mindestanforderungen gefordert werden nicht bis auf 20°C ausgedehnt werden sollten.

5.3. Ammoniak

Wie der Abbildung 26 und der Tabelle 52 zu entnehmen ist, ist der höchste gemessene Mittelwert $15,11 \pm 0,3$ ppm. Somit wurden die Anforderungen der Vereinbarungen über die Haltung von Pekingtonen der verschiedenen Länder nur bedingt eingehalten. Zwar überstiegen die Ammoniakwerte nicht dauerhaft 20 ppm, jedoch wurde der anzustrebende Ammoniakgehalt unter 10 ppm nicht erreicht (Siegmann, 2005; Thiele and Pottgüter, 2007; Tüller, 1993).

Tab. 52: Gemittelte Darstellung der Ammoniakwerte (K = Kontrolle; V = Versuch; n = Anzahl an Durchgängen, pro Durchgang wurden Ammoniakwerte an 40 Messpunkten gemessen; Einheit: ppm)

Zeitfenster	Besuchsart	n	MW \pm SEM	Median	SD	Min.	Max.
ZF 1	K	240	15,11 \pm 0,30	14,50	4,67	4,5	26
	V	240	12,02 \pm 0,36	10,00	5,60	4	29
ZF 2	K	240	13,98 \pm 0,66	9,50	10,17	4,5	42
	V	240	10,27 \pm 0,25	10,00	3,81	2,5	23

Beim Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit denen von **Hirsch (2011)** fällt bei der Gesamtbetrachtung aller drei Betriebe auf, dass die Mittelwerte aus der Tabelle 52 die Mittelwerten von **Hirsch (2011)** übersteigen: Die Mittelwerte beim Kontrolldurchgang lagen bei **Hirsch (2011)** zwischen $4,33 \pm 1,21$ (Betrieb 2, 1. Zeitfenster) und $7,58 \pm 1,45$ ppm (Betrieb 3, 1. Zeitfenster), und die Mittelwerte beim Versuchsdurchgang lagen zwischen $5,01 \pm 0,25$ (Betrieb 1, 2. Zeitfenster) und $8,76 \pm 3,19$ ppm (Betrieb 2, 2. Zeitfenster). Beim Vergleich der Ergebnisse der Tabelle 52 mit den Mittelwerten des Betriebes 1 zeigt sich, dass die Ammoniakwerte bei diesen Messungen ungefähr doppelt so hoch sind wie bei **Hirsch (2011)** (Betrieb 1: Kontrolle, 1ZF: $6,71 \pm 1,26$ ppm; Versuch, 1ZF: $6,13 \pm 1,29$ ppm; Kontrolle, 2ZF: $6,99 \pm 1,38$ ppm, Versuch, 2ZF: $5,01 \pm 0,25$ ppm). Dabei handelt es sich beim Betrieb 1 bei **Hirsch (2011)** um den gleichen Betrieb, in dem die Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurden. Ähnliche Werte hingegen stellt man beim Vergleich der minimal gemessenen Ammoniakkonzentration von 3,5 ppm und der maximal gemessene Ammoniakkonzentration von 35,5 ppm bei dieser Arbeit und den Ergebnissen von **Manz (2005)**, bei der die minimale Konzentration von 3 ppm und die maximale Konzentration von 31 ppm gemessen wurden, fest. Die Ammoniakmittelwerte bei den Messungen von **Heubach (2007)** lagen zwischen $4,42 \pm 0,96$ ppm und $16,25 \pm 0,84$ ppm. Im mittleren bis oberen Bereich dieses Referenzbereichs lagen auch die Mittelwerte der vorliegenden Arbeit.

Wie das Regressionsmodell in Tabelle 22 und der t-Test zeigen, war der Ammoniakgehalt beim ersten Zeitfenster des Kontrollversuchs am höchsten. Bei den Versuchsdurchgängen war der Ammoniakgehalt niedriger als bei den Kontrolldurchgängen und sowohl bei den Versuchs-, als auch bei den Kontrolldurchgängen war der Ammoniakgehalt beim ersten Zeitfenster höher als beim zweiten Zeitfenster.

Außerdem beeinflusst die Stallseite den Ammoniakgehalt signifikant ($p = 0,001$). Der Ammoniakgehalt ist auf der Rundtränken - Stallseite niedriger als auf der Nippeltränken Stallseite. Die Ursache für diesen Unterschied ist zum einen wahrscheinlich die Lüftung und zum anderen die Kunststoffroste, die auf dieser Stallseite angebracht sind. Wie beim Staub schon erwähnt, erschien die Zuluft, die sich auf der Rundtränken - Stallseite befand, einen stärkeren Luftstrom zu produzieren als die Abluft, die sich auf der Nippeltränken - Stallseite befand.

Daher ist der Ammoniakgehalt auf der Seite der Zuluft vermutlich geringer. Zusätzlich scheinen die unter den Rundtränken angebrachten Kunststoffroste den Spritzwasserabfluss gut zu gewährleisten. Der Ammoniakgehalt steigt bei erhöhter Luftfeuchtigkeit (Mehlhorn, 1979; Tüller und Allmendinger, 1990; William und Weaver, 1991) und bei feuchter Einstreu, die eine beschleunigte Zersetzung des Kotes fördert (Pingel et al., 2002), an. Da aber auf der Rundtränken Seite der Ammoniakgehalt niedrig war, scheint das Spritzwasser gut abzufließen.

Des Weiteren wird der Ammoniakgehalt durch die Einstreu signifikant ($p = 0,001$) beeinflusst. Beim Gersten Stroh war der Ammoniakgehalt am niedrigsten, und stieg dann von der Mischung aus beiden Stroharten zum Weizen Stroh hin an.

Die deskriptive Darstellung der Ammoniakwerte in Abbildung 25 verdeutlicht, dass die Ammoniakwerte bei Temperaturen unter 15°C am höchsten sind. Die Lüftung ist die wahrscheinlichste Erklärung für dieses Phänomen. In den warmen Sommermonaten kann der Landwirt mehr lüften als zu den kälteren Jahreszeiten, es strömt mehr frische Luft in den Stall, die den Ammoniakgehalte der Stallluft verdünnt (Hartung und Döhler, 1990; Mehlhorn, 1979; Müller und Schlenker, 2004; Tüller und Allmendinger, 1990). Auch bei Betrachtung des Regressionsmodells in Tabelle 22 fällt auf, dass der Ammoniakgehalt bei steigender Außentemperatur aufgrund der verstärkten Lüftung abnimmt. Im Unterschied dazu steigt der Ammoniakgehalt bei steigender Innentemperatur an (Mehlhorn, 1979; Müller und Schlenker, 2004; Tüller und Allmendinger, 1990).

5.4. Staub

Aus der Abbildung 28 und der Tabelle 53 wird ersichtlich, dass der höchste gemessene Mittelwert bei $1,07 \pm 0,1 \text{ mg/m}^3$ liegt. Somit werden die Forderungen, dass der Staubgehalt den MSK-Wert von 6 mg/m^3 nicht übersteigen sollte, eingehalten (Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985).

Tab. 53: Gemittelte Darstellung der Staubwerte (K = Kontrolle; V = Versuch; n = Anzahl an Durchgängen, pro Durchgang wurden Staubwerte an 40 Messpunkten gemessen; Einheit: mg/m³)

Zeitfenster	Besuchsart	n	MW ± SEM	Median	SD	Min.	Max.
ZF 1	K	240	0,42 ± 0,02	0,31	0,29	0,10	1,14
	V	240	0,84 ± 0,03	0,62	0,49	0,32	3,87
ZF 2	K	240	1,07 ± 0,10	0,32	1,63	0,08	8,99
	V	240	0,58 ± 0,01	0,54	0,21	0,23	1,42

Beim Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit denen von [Hirsch \(2011\)](#) fällt bei der Gesamtbetrachtung aller drei Betriebe auf, dass die Mittelwerte aus dieser Studie mit den folgenden Mittelwerten von [Hirsch \(2011\)](#) vergleichbar sind: Die Mittelwerte beim Kontrolldurchgang lagen zwischen $0,54 \pm 0,11$ (Betrieb 2, 2. Zeitfenster) und $1,08 \pm 0,21$ (Betrieb 1, 2. Zeitfenster) mg/m³, und die Mittelwerte beim Versuchsdurchgang lagen zwischen $0,53 \pm 0,09$ (Betrieb 2, 1. Zeitfenster) und $0,96 \pm 0,19$ (Betrieb 3, 2. Zeitfenster) mg/m³. Beim Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen mit den Mittelwerten des Betriebes 1 zeigt sich, dass im ersten Zeitfenster der Staubgehalt des Kontrolldurchgangs mit $0,90 \pm 0,20$ mg/m³ höher und beim Versuchsdurchgang mit $0,55 \pm 0,05$ mg/m³ niedriger lagen als bei dieser Studie, wohingegen im zweiten Zeitfenster kaum Unterschiede festzustellen sind. Dabei handelt es sich beim Betrieb 1 bei [Hirsch \(2011\)](#) um den gleichen Betrieb, in dem die Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurden.

Wie das Regressionsmodell in der Tabelle 23 und der t-Test (siehe Kapitel IV Ergebnisse) zeigen, war der Staubgehalt beim ersten Zeitfenster des Kontrollversuchs am niedrigsten. Beim zweiten Zeitfenster war jedoch der Staubgehalt beim Versuch niedriger als bei der Kontrolle. Innerhalb des Kontrolldurchgangs waren beim ersten Besuch die Staubwerte niedriger als beim zweiten Besuch, beim Versuchsdurchgang war es wiederum genau umgekehrt.

Zudem hat die Stallseite einen signifikanten ($p = 0,008$) Einfluss auf den Staubgehalt. Auf der Rundtränken - Stallseite ist der Staubgehalt niedriger als auf der Nippeltränken Stallseite. Dies hängt vermutlich mit der Lüftung ([Hoy et al., 2006](#)), mit dem erhöhten Wassergehalt um die Rundtränken und mit den

Kunststoffrosten, die auf dieser Stallseite aufgebaut sind, zusammen. Auf der Rundtränken - Stallseite befindet sich die Zuluft und auf der Nippeltränken Stallseite befindet sich die Abluft. Wenn bei wärmeren Temperaturen die Lüftungsschlitze weit geöffnet waren, konnte man bei der Zuluft einen deutlichen Lufteinstrom verspüren, wohingegen das bei der Abluft nicht so deutlich wurde. Außerdem spielt sicherlich das Spritzwasser um die Rundtränken eine Rolle. Da bei steigender Luftfeuchte der Staubgehalt absinkt (Hilliger, 1990), war der Staubgehalt der Stallluft auf der Rundtränken - Seite geringer. Des Weiteren darf man die Roste nicht vernachlässigen. Der Staubgehalt der Stallluft steigt durch die Tierbewegungen an (Mehlhorn, 1979; Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985). Da die Staubpartikel durch die Schlitze in den Rosten fallen, können sie durch die Enten nicht wieder aufgewirbelt werden, wodurch der Staubgehalt der Stallluft in diesem Bereich sinkt.

Auch die Einstreu hat einen signifikanten ($p = 0,002$) Einfluss auf den Staubgehalt. Der Staubgehalt ist bei Gersten Stroh am niedrigsten, gefolgt von Weizen Stroh und ist am höchsten wenn beide Stroharten gemischt werden.

Bei Betrachtung der deskriptiven Darstellung der Staubwerte in Abbildung 27 fällt auf, dass die Staubwerte bei Temperaturen unter 15°C am höchsten sind. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich an der Lüftung (Hoy et al., 2006). Während der Sommermonate kann aufgrund der höheren Temperaturen stärker gelüftet werden, daher ist die Frischluft rate deutlich höher und es erfolgt eine verstärkte Verdünnung des Staubgehaltes (Hilliger, 1990; Mehlhorn, 1979; Methling, 2002; Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985). Bei niedrigeren Außentemperaturen wird die Lüftung durch den Landwirt gedrosselt, um die Wärmeverluste im Stall möglichst gering zu halten. Auch bei den vorliegenden Ergebnissen wird dieser Sachverhalt deutlich. Wenn die Außentemperatur steigt, kann mehr gelüftet werden und der Staubgehalt im Stall nimmt ab. Bei der Innentemperatur verhält es sich anders. Wenn die Innentemperatur steigt, steigt der Staubgehalt an. Das ist wiederum damit zu erklären, dass der Staubgehalt bei zunehmender Temperatur ansteigt (Homidan et al.).

5.5. Mikrobiologische Untersuchung des Tränkwassers

5.5.1. Gesamtkeimzahl

Das Tränkwasser, das den Enten angeboten wurde, hatte ursprünglich Trinkwasserqualität, daher wurden die Bedingungen des Orientierungsrahmens zur futterrechtlichen Beurteilung der Hygienischen Qualität von Tränkwasser (2007), dass die Gesamtkeimzahl bei einer Temperatur von 37°C 1.000 KBE/ml nicht überschreiten sollte, eingehalten. Diese Wasserqualität konnte aber vor allem bei den Rundtränken und Auffangschalen unter den Nippeltränken nicht aufrechterhalten werden. Lediglich bei sieben von 60 Nippeltränkenproben, bei einer von 60 Auffangschalenproben und bei einer von 48 Rundtränkenproben war die Gesamtkeimzahl in KBE/ml unter 1000 KBE/ml.

Tab. 54: Gesamtübersicht über die Gesamtkeimzahl in KBE/ml (n = Anzahl gezogener Proben; Nippeltränken unterscheiden sich signifikant von den anderen Tränkeformen; NT = Nippeltränke; AS = Auffangschale; RT = Rundtränke)

	NT	AS	RT
n	60	60	48
MW ± SEM	8.97 ± 1.62	6.093.43 ± 796.17	7.902.71 ± 1.282.48
Median	4.850	4.050.000	4.750.000
Min	300	40	260
Max	70.000	30.000.000	50.000.000

Bei Betrachtung der Gesamtkeimzahl ist bei den Nippeltränken die geringste Anzahl an KBE/ml festgestellt worden, gefolgt von den Auffangschalen; am höchsten war die Gesamtkeimzahl bei den Rundtränken. Wobei der Unterschied der Keimzahl bei den Nippeltränken zu den Rundtränken und zu den Auffangschalen signifikant war ($p < 0,001$).

Beim Vergleich dieser Arbeit mit den Ergebnissen von [Hirsch \(2011\)](#) fällt auf, dass bei der Gesamtbetrachtung aller drei Betriebe ebenso wie bei alleiniger Betrachtung des Betriebes 1 die Reihenfolge der Keimbelastung bei den Tränken von der Nippeltränke über die Rundtränke zur Auffangschale hin angestiegen ist. Dabei handelt es sich beim Betrieb 1 bei [Hirsch \(2011\)](#) um den gleichen Betrieb,

in dem die Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurden. Die Mittelwerte bei dieser Arbeit lagen bei den Nippeltränken etwas niedriger als bei **Hirsch (2011)** (alle Betriebe: 10.950 ± 1.583 KBE/ml; Betrieb 1: 13.209 ± 2.891 KBE/ml), bei den Rundtränken deutlich höher (alle Betriebe: $3.955.864 \pm 877.640$ KBE/ml; Betrieb 1: $2.467.313 \pm 409.647$ KBE/ml) und bei den Auffangschalen annähernd im gleichen Bereich (Betrieb 1: $5.174.412 \pm 564.137$ KBE/ml). Auch bei der vorliegenden Arbeit hatte weder das Zeitfenster noch die Temperatur einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtkeimzahl, vergleichbar mit der Arbeit von **Hirsch (2011)**.

Des Weiteren können die Ergebnisse dieser Arbeit mit den Ergebnissen von **Heubach (2007)**, **Manz (2005)** und **Nusser (2008)** verglichen werden, deren Tränkeversuche ebenfalls mit Enten stattgefunden haben. Bei den Untersuchungen von **Heubach (2007)** bestanden die Nippeltränkenproben aus Mischproben von Nippeltränken- und Auffangschalen. Daher lag die Gesamtkeimzahl bei den untersuchten Nippeltränkeproben bei der Arbeit von **Heubach (2007)** wohl auch deutlich höher als bei den vorliegenden Untersuchungen dieser Arbeit. Bei den Rundtränkenproben wurden maximale Werte bis 68.000.000 KBE/ml gefunden, was ungefähr vergleichbar mit den Ergebnissen dieser Arbeit ist. Bei den Ergebnissen von **Manz (2005)** lag die Gesamtkeimzahl insgesamt relativ hoch, wobei die maximale Gesamtkeimzahl an einer Rundtränke mit 72 Stunden alten Wasser mit 98.000.0000 KBE/ml bei dieser Arbeit nie erreicht wurden. Bei den Untersuchungen von **Nusser (2008)** waren bei den Nippeltränken die gemessenen minimalen und maximalen KBE/ml stets höher als bei dieser Arbeit, wohingegen bei den Rundtränken stets weniger Gesamtkeime als bei dieser Untersuchung festgestellt werden konnten.

Die erhöhte Keimbelastung an den Tränken ist durch eine sekundäre Verschmutzung durch die Tiere, Fäkalien, Staub, Futter und Einstreu zu erklären (**Böhm, 1986; Kamphues und Schulz, 2002; Visscher et al., 2010**), da es sich beim eingespeisten Wasser ursprünglich um Wasser mit Trinkwasserqualität handelte. Der erhöhte Gesamtkeimgehalt der Auffangschalen und der Rundtränken im Vergleich zu den Nippeltränken lässt sich durch die erhöhte Verschmutzungsgefahr offener Tränkesysteme erklären (**Reetz, 2002**). Hier wird das Wasser in einer Schale den oben genannten Eintragsquellen für sekundäre Verschmutzung ausgesetzt. Auch visuell war bei den Besuchen eine

Verschmutzung des Wassers sichtbar. Bei den Rundtränken war das Wasser teilweise geringgradig eingetrübt und es befanden sich Federn im Wasser. Bei den Auffangschalen war teilweise am Rand des Wasserstandes ein eingetrockneter Schmutzrand zu sehen.

Fraglich ist jedoch, ob dieser erhöhte Keimgehalt des Tränkwassers einen Einfluss auf die Gesundheit oder die Leistung der Enten hat, wenn die Tiere nicht offensichtlich erkranken (Visscher et al., 2010). Als problematisch sollte die Wasserverschmutzung erst angesehen werden, wenn die Wasseraufnahme, die Tiergesundheit oder die Produktqualität nachteilig beeinflusst werden (Hartung und Kamphues, 2000). Dies scheint beim vorliegenden Versuch nicht der Fall zu sein. Der Immunglobulin Y - Gehalt der Versuchs- und Kontrolltiere unterscheidet sich nicht signifikant. Und auch bei den Ergebnissen der LfL konnten keine signifikanten Unterschiede beim Mastendgewicht (Kontrolle: 3,065 kg; Versuch: 2,938 kg) oder bei der Verlustrate (Kontrolle: 4,37%; Versuch: 4,84%) festgestellt werden. Also scheint die Aussage von Lundqvist et al (2006), dass Enten in nasser und dreckiger Umgebung gut zu Recht kommen, zuzutreffen.

5.5.2. Enterobacteriaceae

Da die Tränken der Enten mit Trinkwasser gespeist wurden, wurden die Bedingungen des Orientierungsrahmens zur futterrechtlichen Beurteilung der Hygienischen Qualität von Tränkwasser (2007) eingehalten. Laut dieser Beurteilung soll das Wasser frei von Salmonellen und Campylobakter in 100 ml sein und möglichst weitgehend frei von E. coli in 10 ml sein.

Tab. 55: Gesamtübersicht über die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml (n = Anzahl gezogener Proben; Nippeltränken unterscheiden sich signifikant von den anderen Tränkeformen; NT = Nippeltränke; AS = Auffangschale; RT = Rundtränke; (siehe Tabelle 24))

	NT	AS	RT
n	60	61	49
MW ± SEM	7,50 ± 3,20	15.982,80 ± 2.858,00	6.556,90 ± 1.452,50
Median	0	8.300	3.000
Min	0	0	10
Max	130	120.000	53.000

Auch bei der Anzahl an Enterobakterien ist bei den Nippeltränken die geringste Anzahl in KBE/ml festgestellt worden, gefolgt von den Rundtränken, am höchsten war die Anzahl an Enterobakterien bei den Auffangschalen. Wobei ein signifikanter Unterschied bei der Keimzahl der Nippeltränken zu der Keimzahl der Rundtränken und zu den Auffangschalen besteht ($p < 0,001$).

Bei **Hirsch (2011)** stieg sowohl bei der Gesamtbetrachtung aller drei Betriebe als auch bei alleiniger Betrachtung des Betriebes 1 die Keimbelastung bei den Tränken von der Nippeltränke über die Rundtränke zur Auffangschale hin an, was den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit entspricht. Beim Vergleich der Mittelwerte dieser Arbeit mit denen von **Hirsch (2011)** wird deutlich, dass sowohl bei den Nippeltränken (alle Betriebe: 113 ± 30 KBE/ml; Betrieb 1: 29 ± 9 KBE/ml), als auch bei den Rundtränken (alle Betriebe: 14.763 ± 2.459 KBE/ml; Betrieb 1: 22.142 ± 5.064 KBE/ml) als auch bei den Auffangschalen (alle Betriebe: 47.301 ± 11.057 KBE/ml; Betrieb 1: 47.300 ± 11.057 KBE/ml) die Keimgehalte deutlich niedriger sind. Das Zeitfenster und die Temperatur hatten in dieser Arbeit, ebenso wie in der Arbeit von **Hirsch (2011)** keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl an Enterobakterien.

Weitere Vergleichsmöglichkeiten bieten die Ergebnisse der Tränkeversuche mit Enten von **Heubach (2007)**, **Manz (2005)** und **Nusser (2008)**. Höhere maximale Gehalte an Enterobakterien wurden bei den Untersuchungen von **Heubach (2007)** und **Manz (2005)** sowohl bei den Nippel- als auch bei den Rundtränken Proben gefunden. Beim Vergleich mit den Keimgehalten von **Nusser (2008)** waren bei den Nippeltränken die gemessenen minimalen und maximalen KBE/ml immer höher und bei den Rundtränken wurde eine ähnliche Anzahl an Enterobakterien festgestellt wie bei der vorliegenden Arbeit.

5.5.3. Salmonellen

Salmonellen konnten weder bei Versuchs- noch bei Kontrolldurchgängen in den getesteten Tränken nachgewiesen werden.

5.6. Probeschlachtungen

5.6.1. Schlachtwerte

Das durchschnittliche Lebendgewicht der Pekingtonen bei diesen Schlachtungen lag bei den Versuchsdurchgängen bei 2,873 kg und bei den Kontrolldurchgängen bei 3,096 kg. Wobei die Versuchstiere am 37. und 38. Lebenstag und die Kontrolltiere jeweils am 39. Lebenstag geschlachtet wurden.

Tab. 56: Vergleichende Darstellung der Lebendgewichte unterschiedlicher Dissertationen

Tränkeangebot	n	Lebenstag	Gewicht	Literatur
Düse, Nippel, Plasson, Sparkcup	400	41. - 49. LT	3,22 - 3,28 kg	Kopp (2005)
Nippel, Rinne, Sparkcup	1305	47. - 50. LT	3,07 - 3,44 kg	Remy (2005)
Nippel, Rundtränke	6168	44. - 47. LT	3,16 - 3,32 kg	Küster (2007)
Nippel, Rundtränke	240	39. LT	2,80 - 3,11 kg	Hirsch (2011)
Nippel, Auffangschale, Rundtränke	160	37. - 39. LT	2,87 - 3,10 kg	Pianka (2013)

Früher erreichten Pekingtonen nach ungefähr 55-60 Tagen ein Schlachtgewicht von 2,2-2,7 kg Körpergewicht (Roots et al., 1972; Scholtyssek, 1978). Durch verbesserte Zuchtergebnisse werden Pekingtonen heutzutage über 3 kg schwer (Pingel et al., 2007) und erreichen das Gewicht sogar innerhalb von 42 bis 44 Tagen viel schneller (Schlegel, 2010). Auch bei den Schlachtergebnissen von Kopp (2005), Remy (2005) und Küster (2007) wurden zwischen dem 41. und 50. Lebenstag Schlachtgewichte von über 3 kg Körpergewicht erzielt. Bei den Ergebnissen von Hirsch (2011) und bei dieser Arbeit lagen die Werte teilweise etwas unter 3 kg Körpergewicht, was vermutlich auf die früheren Schlachttermine der Enten zwischen dem 37. und 39. Lebenstag zurückzuführen ist.

Bei den Untersuchungen von Kopp (2005), Remy (2005) und Küster (2007) hatten die unterschiedlichen Tränkeformen keinen Einfluss auf die Gewichtsentwicklung der Enten. Dieses Ergebnis wurde auch durch die Analysen des LfL aus Daten, die von der Schlachtereier übermittelt wurden, bestätigt. Dabei waren weder bei der Arbeit von Hirsch (2011), noch bei den Untersuchungen in dieser Studie signifikante Unterschiede beim Schlachtgewicht, das von der Schlachtereier erhoben wurde (> als 100 000 Tiere), zwischen den Versuchs- oder

Kontrolltieren festgestellt worden. Bei den eigenen Probeschachtungen mit insgesamt 160 Pekingenten konnten dennoch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Aufgrund der geringen Anzahl der Tiere muss die Aussagekraft der Signifikanzen jedoch vorsichtig bewertet werden. Hierbei hatten die Kontrolltiere signifikant ($p < 0,001$) höhere Lebendgewichte als die Versuchstiere und die männlichen Tiere signifikant ($p = 0,002$) höhere Lebendgewichte als die weiblichen Tiere. Bei der Arbeit von [Hirsch \(2011\)](#) war es umgekehrt. Hier waren die Versuchstiere im Betrieb 1 und 3 signifikant schwerer als die Kontrolltiere. Eine mögliche Erklärung für das erhöhte Lebendgewicht der Kontrolltiere bei der vorliegenden Arbeit könnte sein, dass diese erst mit dem 39. Lebenstag geschlachtet wurden, wohingegen die Versuchstiere ein bis zwei Tage früher mit dem 37. und 38. Lebenstag geschlachtet wurden.

Im Gegensatz zur Arbeit von [Hirsch \(2011\)](#) konnte bei dieser Arbeit ein Muster bei den Signifikanzen erkannt werden. Beim Schlachtgewicht ($p = 0,001$), dem Gewicht der Brust ($p < 0,001$) und des Restes ($p = 0,001$) lag das Gewicht bei den Kontrolltieren signifikant höher als bei den Versuchstieren, wohingegen beim Gewicht der Schenkelpaare ($p = 0,904$) keine Signifikanz festzustellen war. Beim Schlachtgewicht ($p = 0,042$) und dem Gewicht der Schenkelpaare ($p = 0,024$) lag das Gewicht der männlichen Tiere signifikant über dem Gewicht der weiblichen Tiere, wohingegen beim Gewicht der Brust ($p = 0,689$) und des Restes ($p = 0,285$) hier kein signifikanter Unterschied bestand. Bei der Wechselwirkung *Besuchsart* Geschlecht* war bei keinem der Schlachtparameter ein signifikanter Unterschied feststellbar. Ebenso wie bei [Hirsch \(2011\)](#) konnte festgestellt werden, dass der prozentuale Anteil der Brust am Schlachtgewicht bei den weiblichen Tieren (Kontrolle: 14,73 %; Versuch: 13,08 %) höher war als bei den männlichen Tieren (Kontrolle: 13,95 %; Versuch: 12,08 %).

5.6.2. Blutwerte

5.6.2.1. Hämatokrit und Hämoglobin

Die Hämatokritwerte bei dieser Arbeit lagen zwischen $26,51 \pm 0,46$ % (Kontrolle, männlich) und $38,83 \pm 0,45$ % (Versuch, weiblich). Zum Vergleich mit den Arbeiten von [Remy \(2005\)](#), [Küster \(2007\)](#), [Hirsch \(2011\)](#) und [Hatipoglu und Bagci \(1996\)](#) lag bei deren Ergebnissen die untere Grenze der gemessenen

Hämatokritwerte etwas niedriger als bei dieser Studie. Wohingegen bei Nusser (Nusser, 2008) und Kontecka et al (2006) ähnliche minimale Werte vergleichbar zu dieser Studie herauskamen. Bei den maximalen gemessenen Werten lagen bei Remy (2005), Küster (2007) und Hirsch (2011) ähnliche Ergebnisse vor, wohingegen bei Nusser (2008), Kontecka et al (2006), Spano et al (1987) und Hatipoglu und Bagci (1996) höhere maximale Hämatokritwerte gemessen wurden.

Die Hämoglobinwerte lagen bei dieser Studie zwischen $6,43 \pm 0,09$ mmol/l (Versuch, männlich) und $6,57 \pm 0,06$ mmol/l (Kontrolle, weiblich) und hatten damit im Vergleich zu allen anderen Ergebnissen, mit denen die Hämoglobinwerte hier verglichen werden, die niedrigste Spannweite. Die Ergebnisse dieser Studie sind mit den Hämoglobingehalten von Remy (2005), Küster (2007), Hirsch (2011) und Hatipoglu und Bagci (1996) vergleichbar. Bei Nusser (2008), Kontecka et al (2006) und Spano et al (1987) liegen die gemessenen Hämoglobingehalte höher, aber auch bei Remy (2005) und Hatipoglu und Bagci (1996) gehen die Hämoglobinwerte weiter hoch als in dieser Arbeit.

Die Ergebnisse des Regressionsmodells in Tabelle 32 zeigen, dass beim Hämatokrit ein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchs- und Kontrolltieren besteht. Die Versuchstiere haben einen signifikant ($p = 0,002$) höheren Hämatokritgehalt als die Kontrolltiere. Beim Vergleich mit den Ergebnissen von Hirsch (2011) fällt auf, dass hier im Betrieb 1 und 2 die Kontrolltiere einen signifikant höheren Hämatokrit hatten als die Versuchstiere. Bei Hirsch (2011) konnte der verminderte Hämatokritgehalt bei den Versuchstieren durch eine vermehrte Wasseraufnahme an den Rundtränken im Vergleich zu den Kontrolltieren erklärt werden. Die erhöhte Wasseraufnahme führt zu einer Erhöhung des Plasmavolumens und damit zu einer Reduktion des Hämatokritgehaltes. In dieser Arbeit nahm laut den Untersuchungen des LfL der Wasserverbrauch an den Rundtränken mit Kunststoffrosten im Vergleich zu den Rundtränken ohne Kunststoffroste zwar deutlich ab, lag mit 516 ml jedoch noch höher als bei den Nippeltränken. Daher ist dieses Ergebnis nicht auf die Tränkeformen zurückzuführen. Eine Signifikanz konnte beim Hämoglobingehalt zwischen den Versuchs- und Kontrolltieren nicht festgestellt werden.

Auch das Geschlecht oder die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht zeigt weder beim Hämatokrit noch beim Hämoglobin signifikante Unterschiede.

Obwohl das Geschlecht einen Einfluss auf den Hämatokrit und damit auch auf den Hämoglobingehalt haben soll (Bezzel und Prinzinger, 1990; Mehner, 1983). Bei männlichen Tieren liegen die Werte aufgrund der Aktivität von Androgenen, die die Erythropoese anregen, höher als bei weiblichen Tieren, bei denen die Östrogene die Erythropoese hemmen (Campbell and Ellis, 2007).

5.6.2.2. Immunglobulin Y

Die Immunglobulin Y - Werte dieser Studie lagen zwischen $14,31 \pm 0,90$ mg/ml und $16,01 \pm 1,01$ mg/ml. Beim Vergleich mit den Ergebnissen von Hirsch (2011) fällt auf, dass die Immunglobulin Y - Gehalte von Hirsch (2011) mit $7,77 \pm 0,74$ mg/ml bis $12,63 \pm 0,76$ ml/mg niedriger lagen. Wohingegen die Immunglobulin Y - Gehalte bei Manz (2005), die zwischen dem 49. und 50. Lebensstag entnommen wurden, höher lagen als bei dieser Studie. Dies könnte im Zusammenhang damit stehen, dass bei Manz (2005) die Belastung der Tränken mit Gesamtkeimen deutlich höher lag als bei dieser Studie. Ähnliche Immunglobulin Y Gehalte hingegen konnten bei Nusser (2008), bei der Blut zwischen dem 47. und 50. Tag, und bei Heubach (2007), bei der Blut zwischen dem 44. und 47. Lebensstag entnommen wurden, gemessen werden.

Wie bei den Ergebnissen von Manz (2005), Heubach (2007), Nusser (2008) und Hirsch (2011), konnte auch bei dieser Arbeit kein Einfluss der Tränkeform auf den Immunglobulin Y Gehalt festgestellt werden. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrolltieren. Daraus kann man folgern, dass die offenen Tränken den Immunglobulin Y Gehalt der Enten nicht nachteilig beeinflussen.

5.6.3. Knochenparameter

Die Knochenstärke wird durch viele Faktoren beeinflusst. Dazu gehören unter anderem Fütterung, Genetik, Alter, Wachstum, Geschlecht und körperliche Belastung (Rath et al., 2000). Bei dieser Arbeit wurde besonderes Augenmerk auf die körperliche Belastung und das Geschlecht gelegt, da die anderen Parameter für die Pekingtonen in den Kontroll- und Versuchsdurchgängen identisch waren. Der Grund der Untersuchung der Knochenparameter war, dass eine erhöhte Bewegungsaktivität der Versuchstiere im Vergleich zu den Kontrolltieren vermutet wurde, da die Versuchstiere durch die einseitig angebrachten Rundtränken einen Anreiz hatten größere Strecken zurück zu legen, um diese offenen Tränken

erreichen zu können. Da die Enten bei den Versuchsdurchgängen einen weiteren Weg im Stall zurücklegen mussten, um die Rundtränken, die nur auf einer Längsseite des Stalles angebracht waren zu erreichen. Daraus könnte eine Erhöhung der Bruchfestigkeit und Dehnung bei den Versuchstieren folgen. Eine Erhöhung der Knochenstabilität durch vermehrte Laufaktivität hatten auch schon Versuche von Reiter und Bessei ergeben (Reiter und Bessei, 2009).

In dieser Studie lag die Bruchfestigkeit der Femura lag zwischen $224,673 \pm 3,026$ Newton (Versuch, weiblich) und $232,299 \pm 3,357$ Newton (Kontrolle, männlich), die der Tibiotarsi zwischen $172,533 \pm 2,850$ Newton (Versuch, weiblich) und $193,573 \pm 3,509$ Newton (Kontrolle, männlich). Bei der Arbeit von Hirsch (2011) wurden ähnliche Werte bei der Bruchfestigkeit ermittelt. Laut dem Regressionsmodell in Tabelle 41 und 48 hatte die Besuchsart ($p = 0,888$), das Geschlecht ($p = 0,110$) und die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht ($p = 0,990$) keinen signifikanten Einfluss auf die Bruchfestigkeit der Femura und nur das Geschlecht einen signifikanten ($p = 0,001$) Einfluss auf die Bruchfestigkeit der Tibiotarsi. Die Knochen der männlichen Tiere hatten eine erhöhte Bruchfestigkeit im Vergleich zu den weiblichen Tieren. Bei den Ergebnissen von Hirsch (2011) konnten keinerlei Signifikanzen bei der Bruchfestigkeit ermittelt werden.

Die Dehnung der Oberschenkelknochen lag zwischen $1,940 \pm 0,633$ mm (Kontrolle, weiblich) und $2,200 \pm 0,057$ mm (Versuch, männlich), die der Unterschenkelknochen zwischen $2,728 \pm 0,043$ mm (Kontrolle, weiblich) und $3,170 \pm 0,050$ mm (Versuch, männlich). Bei der Arbeit von Hirsch (2011) wurden geringgradig höhere Werte bei der Dehnung ermittelt. Bei Betrachtung des Regressionsmodells Tabelle 42 und 49 ergaben sich bei der Dehnung sowohl für die Ober- als auch für die Unterschenkel signifikante Unterschiede bei der Besuchsart ($p = 0,003$ (Femur) und $p = 0,004$ (Tibiotarsus)) und beim Geschlecht ($p = 0,002$ (Femur) und $p = 0,027$ (Tibiotarsus)), wohingegen die Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht keinen signifikanten ($p = 0,195$ (Femur) und $p = 0,884$ (Tibiotarsus)) Einfluss auf die Dehnung hat. Die Versuchstiere haben eine signifikant höhere Dehnung als die Kontrolltiere und die männlichen Tiere erzielten signifikant bessere Werte als die weiblichen Tiere. Zum Vergleich mit der Arbeit von Hirsch (2011), bei der keine konstante Beeinflussung dieser Parameter festgestellt werden konnten. Hier war lediglich in Betrieb 3 eine

Unterscheidung bei der Besuchsart und bei Betrieb 1 beim Geschlecht erkennbar.

Die Bruchfestigkeit hat in dieser Studie keinen Hinweis auf eine erhöhte Laufaktivität der Pekingenten aus den Versuchsdurchgängen ergeben, wohingegen bei der Dehnung die Versuchstiere signifikant höhere Werte im Vergleich zu den Kontrolltieren hatten, was durch eine erhöhte Lauftätigkeit erklärbar sein könnte.

Hinsichtlich der in dieser Arbeit ermittelten Längen-, Breiten- und Höhenmaße können die Ergebnisse mit denen von [Hirsch \(2011\)](#) verglichen werden, ebenso wie die Längen- und Breitenmaße mit den Ergebnissen von [Orban et al \(1999\)](#) und [Gille und Salomon \(1995\)](#) verglichen werden können. Betrachtet man die Regressionsmodelle in Tabelle 38 - 40 und 45 - 47 fällt auf, dass bei der Besuchsart, dem Geschlecht und der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht teilweise signifikante Einflüsse aufgefallen sind. Ebenso wie bei den Ergebnissen von [Hirsch \(Hirsch, 2011\)](#) können keine allgemein gültigen Zusammenhänge gezogen werden. Jedoch fällt auf, dass, wenn Signifikanzen aufgetreten sind, die Knochenmaße der Versuchstiere in der Regel größer waren als die der Kontrolltiere und die der männlichen Tiere größer als die der weiblichen Tiere. Diese Unterschiede im Geschlecht wurden auch durch Untersuchungen von [Rath et al \(2000\)](#) bestätigt, bei dem auch die weiblichen Knochen stets geringere Werte ermittelten als die männlichen Tiere.

5.7. Schlussfolgerungen

In dieser Arbeit wurde die Rundtränke Aqua Duc T in Kombination mit Kunststoffrosten als tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter der Berücksichtigung von Tiergesundheit, Stallklima und Tränkwasserhygiene im Feldversuch untersucht.

Es ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Bonitur

Die Bonitur wurde unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale ausgewertet. Es konnte allerdings nicht für alle Parameter eine allgemein gültige Aussage getroffen werden. Das Boniturmerkmal Nekrose der Paddel lag bei den Versuchsdurchgängen jedoch signifikant höher als bei

den Kontrolldurchgängen.

- Ammoniak

Sowohl bei der Besuchsart, als auch beim Zeitfenster sind signifikante Unterschiede beim Ammoniakgehalt der Stallluft aufgefallen. Bei der Besuchsart lag bei den Versuchsdurchgängen der Ammoniakgehalt signifikant niedriger als bei den Kontrolldurchgängen. Bei dem Zeitfenster lag der Ammoniakgehalt sowohl innerhalb der Besuchsart Kontrolle als auch innerhalb der Besuchsart Versuch im ersten Zeitfenster signifikant höher als im zweiten Zeitfenster. Die Anforderungen der Vereinbarungen über die Haltung von Pekingtonen der verschiedenen Länder wurden nur bedingt eingehalten. Zwar überstiegen die Ammoniakwerte nicht dauerhaft 20 ppm, jedoch wurde der anzustrebende Ammoniakgehalt unter 10 ppm nicht erreicht (Siegmann, 2005; Thiele and Pottgüter, 2007; Tüller, 1993).

- Staub

Beim Staubgehalt der Stallluft sind zum einen bei der Besuchsart und zum anderen beim Zeitfenster signifikante Unterschiede aufgefallen. Der Staubgehalt lag bei der Besuchsart bei den Kontrolldurchgängen niedriger als bei den Versuchsdurchgängen. Innerhalb der Besuchsart Kontrolle lag der Staubgehalt beim ersten Zeitfenster signifikant niedriger als im zweiten Zeitfenster, wohingegen bei der Besuchsart Versuch der Staubgehalt im ersten Zeitfenster signifikant höher lag als im zweiten Zeitfenster. Die Forderungen, dass der Staubgehalt den MSK-Wert von 6 mg/m³ nicht übersteigen sollte, wurden in dieser Studie eingehalten (Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985).

- Mikrobiologische Untersuchung des Tränkwassers

Sowohl bei der Gesamtkeimzahl als auch bei der Anzahl an Enterobakterien lagen die K_bE/ml in den Rundtränken stets höher als in den Nippeltränken. Bei den Gesamtkeimen lag die K_bE/ml bei den Rundtränken höher als bei den Auffangschalen, bei der Anzahl an Enterobakterien war die K_bE/ml bei den Auffangschalen höher als bei den Rundtränken. Salmonellen konnten bei keiner der untersuchten Tränkevarianten nachgewiesen werden. Die Gesundheit scheint durch die

erhöhte Keimzahl jedoch nicht beeinträchtigt. Die Versuchstiere unterschieden sich weder im Immunglobulin Y - Gehalt, noch bei den Verlustraten, noch bei den Gewichtszunahmen signifikant voneinander.

- Probeschlachtungen

Bei den selbst durchgeführten Probeschlachtungen war das Lebendgewicht der Kontrolltiere signifikant höher als das der Versuchstiere. Dieses Ergebnis konnte jedoch durch die LfL nicht bestätigt werden, bei denen alle Pekingtonen (> als 100 000 Tiere), die an der Studie teilgenommen haben, berücksichtigt wurden. Insgesamt wird das Lebendgewicht nicht signifikant durch die Tränkeform beeinflusst. Bei den Blutwerten lag der Hämatokrit bei den Versuchstieren signifikant höher als bei den Kontrolltieren, wohingegen beim Hämoglobingehalt keine signifikanten Unterschiede bestanden. Die Knochenbruchfestigkeit wurde durch die Tränkeform nicht signifikant beeinflusst, wohingegen bei der Dehnung die Versuchstiere signifikant besser abschnitten als die Kontrolltiere.

Die Rundtränke Aqua Duc T in Kombination mit Kunststoffrosten beeinflusste die Tierhygiene und das Stallklima nicht nachteilig. Die Kunststoffroste ermöglichten zudem einen verbesserten Wasserabfluss, wodurch auf ein zweites Nachstreuen von Stroh verzichtet werden konnte, da sich weniger Wasser unter den Tränken staute. Allerdings erfolgte der Abfluss der Gülle nur relativ schlecht. Beim Nachstreuen fiel Stroh durch die Kunststoffroste und vermischte sich mit den Exkrementen und Wasser. Dadurch veränderte sich die Fließeigenschaft der Gülle, wodurch ein Abfluss der Gülle trotz Gefälle im Stall nicht richtig möglich war. Da der Landwirt jedoch nicht zu größeren Umbaumaßnahmen bereit war, wurde dieser Versuchsaufbau gewählt. Eine ausreichende Entwässerung unter den Rundtränken ist nur möglich, wenn die Roste verbessert werden oder Rundtränken in einem Außenklimabereich angeboten werden. Bei einer Verbesserung der Roste wäre unter anderem an größere Gülleöffnungen unter den Rosten mit entsprechendem Gefälle, Kotschieber, automatisierte Vorgänge zur Reinigung und Verringerung der Kanten an den Rosten zu denken. Der Vorteil bei den Außenklimabereichen ist eine Trennung des eingestreuten Bereichs zu den Rundtränken und damit einem verbessertem Wasserabfluss. Um die Entwässerung unter den Rundtränken zu optimieren besteht weiterhin Forschungsbedarf.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Vom ständigen Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung (1999) wird in den Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten gefordert, dass Enten Zugang zu Badewasser haben sollen. Wenn dies nicht möglich ist, sollen Wasservorrichtungen in ausreichender Zahl vorhanden sein, bei denen Enten ihren Kopf mit Wasser bedecken können, Wasser mit dem Schnabel aufnehmen, Wasser über den Kopf schütten und den Kopf unter Wasser tauchen können. Hinsichtlich dieser Forderung wurde in dieser Studie die Rundtränke Aqua Duc T (Firma Big Dutchman GmbH, Vechta) mit Kombination von Kunststoffrosten, die einen verbesserten Abfluss des Spritzwassers gewähren sollten, auf ihre Praxistauglichkeit an Pekingmastenten (Brütereier Wichmann Enten GmbH, Wachenroth, Deutschland) unter Berücksichtigung der Tierhygiene, des Stallklimas und der Tränkwasserhygiene untersucht. Diese Arbeit stellt eine Ergänzung zu den Arbeiten von Hirsch (2011) und Harnisch (2012) dar, die bereits diese Tränken unter Praxisbedingungen untersucht haben.

Die Untersuchungen fanden in einer Stallung mit intensiver Entenmast mit einer Mastkapazität von 8670 Pekingenten (Besatzdichte von $6,57 \text{ Tieren/m}^2$) statt. Die Tiere wurden in einem Fensterstall mit Bodenhaltung auf Stroheinstreu gehalten. Es wurde das Umtriebverfahren angewendet. Die Rundtränke Aqua Duc T wurde mit den Kunststoffrosten auf der Gefälleseite des Stalles angebracht. Insgesamt wurden sechs Durchgänge mit je einer Versuchs- und einer Kontrollgruppe durchgeführt (Besuchsart). Bei der Kontrolle standen den Enten ausschließlich Nippeltränken mit Auffangschalen, bei den Versuchen zusätzlich 33 Rundtränken (ab dem 25. LT) für sechs Stunden (vier Stunden mit Wasserfluss, zwei Stunden zum Leersaufen der Tränken) zur Verfügung. Pro Mastdurchgang wurden zwei Besuche, jeweils zwischen dem 28. und 32. Lebenstag bzw. dem 35. und 39. Lebenstag, durchgeführt (Zeitfenster). Bei jedem Besuch wurde an 40 definierten Stellen im Stall Staub und Ammoniak gemessen, Wasserproben aus den jeweils vorhandenen Tränkesystemen (Nippeltränke, Auffangschale und Rundtränke) für eine mikrobiologische Untersuchung gezogen und 100 Tiere, 50 auf der Rundtränken Stallseite und 50 auf der Nippeltränken Stallseite, nach einem bestimmten Schema bonitiert. In dieser Studie wurden die Boniturmerkmale

Hyperkeratose und Nekrose der Paddel bzw. Paddelspitze, Verschmutzungsgrad der Augen Umgebung, Augenentzündung und Ulcus corneae ausgewertet. Weitere Boniturmerkmale und Verhaltensbeobachtung der Mastenten wurden zeitgleich von Bader (2013) ausgewertet. Zusätzlich wurden vier Probeschlachtungen, zwei bei Versuchs- und zwei bei Kontrolldurchgängen, durchgeführt, bei der jeweils 20 männliche und 20 weibliche Enten geschlachtet wurden. Dabei wurden Schlachtparameter, Blutparameter (Hämatokrit, Hämoglobin und Immunglobulin Y) und Knochenparameter (Länge, Breite, Höhe, Bruchfestigkeit und Dehnung von Ober- und Unterschenkelknochen) erhoben. Des Weiteren wurden von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung, Kitzingen, noch Mastkennzahlen, Wasserverbrauchsdaten und Daten zur Wirtschaftlichkeit errechnet.

Bei der Bonitur der Paddel und der Paddelspitze konnten in Bezug auf die Besuchsart und das Zeitfenster unterschiedliche Signifikanzen konstatiert werden. Während bei der Hyperkeratose der Paddel und der Nekrose der Paddelspitze keine signifikanten Unterschiede aufgefallen sind, lag bei der Hyperkeratose der Paddelspitze ein signifikanter Unterschied im Zeitfenster vor. Im ersten Zeitfenster hatten signifikant weniger Tiere eine Hyperkeratose an der Paddelspitze als im zweiten Zeitfenster. Bei der Nekrose der Paddel bestand ein signifikanter Unterschied bei der Besuchsart, hier hatten die Kontrolltiere signifikant seltener eine Nekrose an den Paddeln, als die Versuchstiere.

Die Untersuchungen der Boniturmerkmale für die Augen wurden weitgehend in der Dissertation von Bader (2013) untersucht. In der vorliegenden Arbeit wurde noch das Vorkommen des Ulcus corneae untersucht, der bei 1,83 % der untersuchten Tiere aufgetreten ist. Eine signifikante Beeinflussung der Besuchsart oder des Zeitfensters konnten nicht bemerkt werden.

Der durchschnittliche Ammoniakgehalt lag bei den Kontrolldurchgängen bei 13,08 ppm und bei den Versuchsdurchgängen bei 12,12 ppm. Sowohl bei der Besuchsart, als auch beim Zeitfenster sind signifikante Unterschiede beim Ammoniakgehalt der Stallluft aufgefallen. Bei der Besuchsart lag bei den Versuchsdurchgängen der Ammoniakgehalt signifikant niedriger als bei den Kontrolldurchgängen. Bei dem Zeitfenster lag der Ammoniakgehalt sowohl innerhalb der Besuchsart Kontrolle als auch innerhalb der Besuchsart Versuch im ersten Zeitfenster signifikant höher als im zweiten Zeitfenster. Die Anforderungen

der Vereinbarungen über die Haltung von Pekingtonen der verschiedenen Länder wurden nur bedingt eingehalten. Zwar überstiegen die Ammoniakwerte nicht dauerhaft 20 ppm, jedoch wurde der anzustrebende Ammoniakgehalt unter 10 ppm nicht erreicht (Siegmann, 2005; Thiele and Pottgüter, 2007; Tüller, 1993).

Der durchschnittliche Staubgehalt lag bei den Kontrolldurchgängen bei $0,632 \text{ mg/m}^3$ und bei den Versuchsdurchgängen bei $0,826 \text{ mg/m}^3$. Sowohl bei der Besuchsart, als auch beim Zeitfenster sind signifikante Unterschiede beim Staubgehalt der Stallluft aufgefallen. Bei der Besuchsart lag der Staubgehalt bei den Kontrolldurchgängen niedriger als bei den Versuchsdurchgängen. Beim Zeitfenster lag innerhalb der Besuchsart Kontrolle der Staubgehalt beim ersten Zeitfenster signifikant niedriger als im zweiten Zeitfenster, wohingegen bei der Besuchsart Versuch der Staubgehalt im ersten Zeitfenster signifikant höher lag als im zweiten Zeitfenster. Die Forderungen, dass der Staubgehalt den MSK-Wert von 6 mg/m^3 nicht übersteigen sollte, werden in dieser Studie eingehalten (Müller und Schlenker, 2004; Stolpe und Bresk, 1985).

Bei der Untersuchung der unterschiedlichen Tränkevarianten auf Gesamtkeimzahl und Anzahl an Enterobakterien schnitt die Nippeltränke mit einer Gesamtkeimzahl von $8.967 \pm 1.620 \text{ KbE/ml}$ und einer Anzahl an Enterobacteriaceae von $8 \pm 3 \text{ KbE/ml}$ am besten ab. Bei der Gesamtkeimzahl lag der Wert bei den Auffangschalen mit $6.093.434 \pm 796.166 \text{ KbE/ml}$ unterhalb der von den Rundtränken mit $7.902.714 \pm 1.282.480 \text{ KbE/ml}$. Wohingegen bei der Anzahl an Enterobakterien der Wert bei den Rundtränken mit $6.557 \pm 1.453 \text{ KbE/ml}$ unterhalb der bei den Auffangschalen mit $15.983 \pm 2.858 \text{ KbE/ml}$ lag. Salmonellen konnten bei den gezogenen Proben bei keiner der Tränkevarianten gefunden werden. Das Zeitfenster oder die Innen- bzw. Außentemperatur hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Keimzahlen.

Bei den selbst durchgeführten Probeschlachtungen war das Lebendgewicht der Kontrolltiere signifikant höher als das der Versuchstiere. Dieses Ergebnis konnte jedoch durch die LfL nicht bestätigt werden, bei denen alle Pekingtonen (insgesamt mehr als 100 000 Tiere), die an dem Versuch teilgenommen haben, berücksichtigt wurden. Insgesamt wird das Lebendgewicht nicht signifikant durch die Tränkeform beeinflusst.

Der durchschnittliche Hämatokritgehalt lag bei den Kontrolldurchgängen bei

36,57 % und bei den Versuchsdurchgängen bei 38,12 %. Der durchschnittliche Hämoglobingehalt wurde bei den Kontrolldurchgängen bei 10,51 mmol/l und bei den Versuchsdurchgängen bei 10,44 mmol/l gemessen. Der Hämatokrit lag bei den Versuchstieren signifikant höher als bei den Kontrolltieren, wohingegen beim Hämoglobingehalt keine signifikanten Unterschiede bestanden.

Der durchschnittliche Immunglobulin Y - Gehalt lag bei den Kontrolldurchgängen bei 15,95 mg/ml und bei den Versuchsdurchgängen bei 14,63 mg/ml. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Kontroll- und Versuchstieren konnte nicht ermittelt werden. Daher scheint die Rundtränke den Immunglobulin Y - Gehalt nicht nachteilig zu beeinflussen.

Die durchschnittliche Länge der Femurknochen der Kontrolldurchgänge betrug 67,85 mm und die der Versuchsdurchgänge 68,54 mm, die durchschnittliche Breite der Knochen der Kontrolltiere 7,26 mm und die der Versuchstiere 6,74 mm und die durchschnittliche Höhe der Kontrolle 7,22 mm und der Versuche 7,81 mm. Die durchschnittliche Länge der Tibiotarsiknochen ergab sich mit 108,61 mm bei den Kontrolldurchgängen und mit 110,83 mm bei den Versuchsdurchgängen, die durchschnittliche Breite bei den Kontrolltieren mit 7,78 mm und bei den Versuchstieren mit 7,90 mm und die durchschnittliche Höhe bei den Kontrollen mit 6,60 mm und bei den Versuchen mit 6,73 mm. Die Größenparametern wiesen unterschiedliche Signifikanzen im Hinblick auf die Besuchsart und das Geschlecht auf. Wobei keine allgemein gültigen Rückschlüsse gezogen werden konnten. Jedoch fällt auf, dass, wenn Signifikanzen aufgetreten sind, die Knochenmaße der Versuchstiere in der Regel größer waren als die der Kontrolltiere und die der männlichen Tiere größer als die der weiblichen Tiere.

Die durchschnittliche Knochenbruchfestigkeit der Oberschenkelknochen der Kontrolle ermittelte sich mit 228,80 N und der Versuche 228,14 N, der Unterschenkelknochen bei den Kontrollen mit 186,04 N und bei den Versuchen mit 180,78 N. Die durchschnittliche Dehnung der Femura der Kontrolle ergab 2,03 mm und die der Versuche 2,16 mm und die der Tibiotarsi 2,82 mm (Kontrolle) und 3,07 mm (Versuche). Bezüglich der Knochenbruchfestigkeit konnten keine Signifikanzen bei der Besuchsart festgestellt werden und nur im Hinblick auf die Bruchfestigkeit der Unterschenkelknochen schnitten die männlichen Tiere signifikant besser ab, als die weiblichen Tiere. Wohingegen sowohl die Dehnung der Femura als auch der Tibiotarsi der Versuchstiere

signifikant besser abschnitten als der Kontrolltiere und die der männlichen Tiere signifikant höher als die der weiblichen Tiere.

In Deutschland werden trotz den Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten vom Ständigen Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung (1999), die Enten in der Regeln nur mit Nippeltränken versorgt. Als Hauptgrund werden hygienische und wirtschaftliche Nachteile offener Tränkesysteme genannt.

Aus dieser Studie geht jedoch klar hervor, dass die Rundtränke Aqua Duc T in Kombination mit Kunststoffrosten die Tierhygiene und das Stallklima nicht nachteilig beeinflusst. Allerdings ist die Tränkwasserhygiene bei den Rundtränken deutlich schlechter als bei den Nippeltränken. Jedoch ist der Keimgehalt im Vergleich zu den Auffangschalen, die kommerziell eingesetzt werden, nicht signifikant verschieden. Zudem wurde der Immunglobulin Y - Gehalt und die Verlustraten nicht signifikant beeinflusst. Daher stellt die Rundtränke Aqua Duc T in Kombination mit Kunststoffrosten eine tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten dar. Diese Tränkeform könnte dazu beitragen, die Forderungen des ständigen Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung zu erfüllen.

7. SUMMARY

The Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals kept for farming purposes (1999) states that Peking ducks need access to bathing water. Where this is not possible, access to water needs to be provided to ensure that ducks can cover their head with water, take in water with their beaks, pour water over their heads and dip their heads under water. The bell drinker Aqua Duc T (Big Dutchmanmn GmbH, Vechta) in combination with synthetic rusts, which provided a better water flow, was tested in this investigation on Peking ducks (Wichmann Enten GmbH, Wachenroth, Germany) and was evaluated in the present study. Parameters employed were the hygiene of the animals, climate of the barn and quality of the drinking water. This paper complements the papers of Hirsch (2011) and Harnisch (2012) who already tested this drinking supply under field conditions.

The tests were performed in a duck farming business with a feed capacity of 8670 Peking ducks (6,57 ducks/m²). The birds were kept on the floor, in a barn with windows on straw bedding. The farmer worked with a turnover system. The Aqua Duc T bell drinker system was installed in combination with the synthetic rusts on the incline side of the barn. Altogether, there were six alternating control and tests runs. In the control runs, ducks were provided nipple drinkers with drip pans underneath. In the test runs, ducks had additional access to 33 bell drinkers (starting at the age of 25 days) for 6 hours. Fresh water was only supplied for 4 hours to render the system more cost effectively. For each control group and each test run, data were collected during two visits. The visits took place between 28-32 and 35-39 day of age. Levels of dust and ammonia were measured on 40 firm places in the barn, water samples were taken of every drinking trough (drip pans, nipple drinkers, bell drinkers) for microbiological tests and 100 ducks were examined clinically (50 on the side of the barn with nipple drinkers and 50 on the side of the barn with bell drinkers) during each visit. In this study, the parameters hyperkeratosis and necrosis of the pad and pad tip, contamination around the eyes, eye inflammation and presence of corneal ulcers were evaluated. Other parameters and ethological analysis were made at the same time by Bader (2013). Afterwards, forty animals were slaughtered, twice in each control group and twice in the test runs. Of these forty animals, 20 were male and 20 female. Apart from the

slaughter parameters, measurements of blood (haematocrit, haemoglobin and Immunglobulin Y) and bones (length, width, height, breaking strength and strain rate of the femur and tibiae) were taken. In addition, the Bavarian State Research Centre for Agriculture (LfL) in Kitzingen, a teaching, testing and specialist centre for poultry husbandry, recorded the performance of the ducks, the water consumption and the economical data.

Average total germ count and the number of Enterobacteriaceae were measured for each water sample taken from the individual drinkers. The nipple drinkers had the best results with an average total germ count of 8.967 ± 1.620 CFU/ml and a number of Enterobacteraceae of 8 ± 3 CFU/ml. The average total germ count of the drip pans was with $6.093,434 \pm 796.166$ CFU/ml lower than the total germ count of the bell drinkers with $7.902.714 \pm 1.282.480$ CFU/ml. The number of Enterobacteriaceae in the bell drinkers however was with 6.557 ± 1.453 CFU/ml lower than in the drip pans with 15.983 ± 2.858 CFU/ml. It was not possible to isolate salmonellae in any of the water samples taken. Time of sampling as well as indoor and outdoor temperature had no significant influence on the amount of bacteria.

The mean value of the measured dust concentration was $0,632 \text{ mg/m}^3$ in the control runs and $0,826 \text{ mg/m}^3$ in the test runs. Dust levels were significantly different with regards to first and second visit and their timing. The dust concentration in the control runs was lower compared to the test runs. The dust concentration in the control runs was significantly lower during the first visit compared with the second. This finding was reversed in the test runs. The recommendation that the dust concentration should not rise above 6 mg/m^3 was fulfilled in this study (Müller and Schlenker, 2004; Stolpe and Bresk, 1985).

The average concentration of noxious ammonia was 13,08 ppm in the control runs and 12,12 ppm in the test runs. The type of visit, as well as the time slot had significant influence on the amount of noxious ammonia in the barn. The noxious ammonia concentration was significantly lower in the test runs compared to the control runs. The noxious ammonia concentration measured in the test runs as well as the control runs was significantly higher at the first visit. Recommendations of the agreements drawn up between various German federal states on keeping Peking ducks were not completely fulfilled. The noxious ammonia level was not constantly over 20 ppm, but was not lower than 10 ppm as

well (Siegmann, 2005; Thiele and Pottgüter, 2007; Tüller, 1993).

In the trial slaughters, the live weight of the animals of the control runs was significantly higher than the life weight of the ducks of the test runs. The results could not be confirmed by the LfL, which analysed all the life weights of the Peking ducks, who took part in the trial. Altogether, the life weight was not influenced by the type of visit.

The average haematocrit level in the control runs was 36,57 % and 38,21 % in the test runs. The average haemoglobin level in the control runs was 10,51 mmol/l and 10,51 mmol/l in the test runs . The haematocrit concentration in the test runs was significantly higher than in the control runs; however, the concentration of haemoglobin showed no significant differences.

The average Immunglobulin Y concentration in the control runs was 15,95 mg/ml and 14,63 mg/ml in the test runs. There was no significant difference between the control or test runs. We thus concluded that the bell drinkers did not influence the Immunglobulin Y concentration.

The average femur length in the control runs was 67,85 mm and 68,54 mm in the test runs, the average femur width in the control runs was 7,26 mm and 6,74 mm in the test runs and the average height in the control runs was 7,22 mm and 7,81 mm in the test runs. The average length of the tibiotarsus measured 108,61 mm in the control runs and 110,83 mm in the test runs, the average width was 7,78 mm in the control runs and 7,90 mm in the test runs and the average height in the control runs was 6,60 mm and 6,73 mm in the test runs. The size parameters showed different significances in relation to the types of visit and the sex of the birds. It was not possible to detect a generally valued conclusion. But it was conspicuous that whenever there were significant differences, the size parameters of the ducks of the test runs were bigger than of those of the control runs and those of males bigger than females.

The average breaking strength of the femurs in the control group was 228,80 N and 228,14 N in the test group, of the tibiotarsi in the control runs 186,04 N and 180,78 N in the test runs. The average strain rate of the femurs taken from the control run was 2,03 mm compared to 2,16 mm in the test runs. The tibiotarsi of the control runs had an average strain rate of 2,82 mm and 3,07 mm in the test runs. There was no significant difference in the breaking strength in relation to the

type of visit, and only in the tibiotarsi, the male ducks were significantly higher than the female ones. However, in the strain rate of the femurs as well as the tibiotarsi, the test runs had significantly higher values than the control runs and the male ducks significantly higher ones than the females.

As for the evaluation of the pads and pad tips, significant differences could be detected correlating with the type of visit and the time slot. The hyperkeratosis of the pads and the necrosis of the pad tips showed no significant differences whereas there was a significant difference in between time slots looking at the hyperkeratosis of the pad tips. In the first time slot there were fewer animals that showed hyperkeratosis compared to the second time slot. The necrosis of the pads showed a significant difference in relation to the type of visit. The animals of the control group had significantly fewer necroses on the pads than the animals of the test group.

The eyes were mainly evaluated in the dissertation of Bader (2013). In this study, the presence of corneal ulcers was detected. These were found in 1,83 % of the animals. A significant influence of the type of visit or the time slot was not found.

In Germany, most of the ducks only have nipple drinkers as sources of drinking water, despite of the existing recommendations concerning Peking ducks proposed by the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals kept for farming purposes (1999). The main reasons for this are hygienic and economical disadvantages of the bell drinkers.

This study however showed, that the bell drinker Aqua Duc T in combination with synthetic rusts didn't affect negatively the hygienic conditions of the animals or the air quality of the barn negatively. However, the water samples of the bell drinkers are worse than the water samples of the nipple drinkers. But there is no significant difference in the concentration of bacteria in the bell drinkers compared to the drip pans, which are used frequently in duck farms. Additionally, the Immunglobulin Y concentration and the death rate of the ducks were not significantly influenced by the bell drinkers. As a result, the bell drinker Aqua Duck T in combination with synthetic rusts provides a good water source for Peking ducks. These drinkers could represent a possibility to fulfil the recommendations of the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals kept for farming purposes concerning Peking ducks (1999).

8. LITERATURVERZEICHNIS

Beck E.G. und Schmidt P (1988), Hygiene Präventivmedizin, Enke, Stuttgart. ISBN 3-432-92763-0 und 0341-7514.

Benda I., Reiter K., Harlander-Matauschek A., und Bessei W. (2004), Entendusche - eine Alternative? DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 40: 51-53.

Berk J. (2007a), Unterschiedliche Einstreu im Test. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 14: 19-26.

Berk J. (2007b), Fußballendermatitis bei männlichen Broilern in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einstreuarten. Landbauforschung Völkenrode (FAL Agricultural Research) 2 (57): 171-178.

Bessei W. (1998), Schlußfolgerungen für eine artgemäße Haltung. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 23: 52-55.

Bessei W. und Reiter K. (1998), Tiergerechte Haltung von Mastenten. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 18: 46-48.

Bezzel E. und Prinziger R. (1990), Ornithologie. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-2597-8.

Bierschenk F. (1991), Tipps und Tricks zur Aufzucht von Wassergeflügel. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 11: 303-305.

Böhm R. (1986), Bakterienbedingte Risiken beim Tränk- und Brauchwasser und Vorschläge für Standards. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 93: 289-291.

Brinkmann J., Rausch R., Lammers H.J., Grimaud (1990), Leitfaden für die Flugentenmast. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und

Schweineproduktion 14: 395-399.

Burkhardt F. (1992), Mikrobiologische Diagnostik. Thieme, Stuttgart. ISBN 3-13-743601-X.

Butcher G.D. und Miles R.D. (1991), The Avian Immune System. Institute of Food and Agricultural science, University of Florida, Fact sheet VM 74. URL <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/VM/VM01600.pdf>. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Campbell T.W. und Ellis C.K. (2007), Avian and exotic animal hematology and cytology. Blackwell, Ames, Iowa. ISBN 978-0-8138-1811-5.

Damme K., Heyn E., Manz M., Remy F. und Erhard M. (2005), Ist der Einsatz von offenen Tränken wirtschaftlich? DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 48: 54-59.

Damme K. und Hildebrand R.-A. (2002), Geflügelhaltung (Legehennen, Hähnchen, Puten; Management, Tierschutz, Umwelt, Ökonomie). Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-3929-4.

Damme K., Zapf K., Heyn E., Bergmann S., Harnisch N., Hirsch N. und Erhard, M. (2010), Offene Tränken verteuern die Mast. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 31: 35-41.

Davison F (2008), Avian immunology. Academic Press, London. ISBN 978-0-12-370634-8.

Ekstrand C., Algiers B. und Svedberg J. (1997), Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. Preventive Veterinary Medicine 31 (3-4): 167-174.

Engelhardt W.v. (2010), Physiologie der Haustiere. Enke, Stuttgart. ISBN 978-3-

8304-1078-2.

Erhard M., Quistorp I.v., Schraner I., Jungling A., Kaspers B., Schmidt P. und Kuhlmann, R. (1992), Development of specific enzyme-linked immunosorbent antibody assay systems for the detection of chicken immunoglobulins G, M, and A using monoclonal antibodies. *Poultry Science* 71 (2): 302-310.

Gille U. und Salomon F.V. (1995), Zum Wachstum des Extremitätenskeletts bei Enten. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 24: 13-18.

Graser S., Groß E., Damme K. und Schmidlein E (2004), Perspektiven und Möglichkeiten der Geflügelfleischproduktion in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft LfL, Freising. ISSN 1611-4159.

Grey H.M. (1967), Duck immunoglobulins. II. Biologic and immunochemical studies. *The Journal of Immunology* 98 (4): 820-826.

Grzimek B. (2000), Grzimeks Tierleben Enzyklopädie des Tierreiches. Dt. Bücherbund, Stuttgart; München. ISBN 3-8289-1603-1.

Gundermann K.-O. (1991), Lehrbuch der Hygiene - Umwelthygiene, Krankenhaushygiene, Individualhygiene, Sozialhygiene und öffentliches Gesundheitswesen, Epidemiologie. Fischer, Stuttgart; New York. ISBN 3-437-00593-6 und 3-437-00556-1.

Harnisch N. (2012), Einsatz von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierverhalten und wasserassoziierte Gesundheitsparameter. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Hartung, J. und Döhler H. (1990), Ammoniak in der Umwelt - Kreisläufe, Wirkungen, Minderung; Gemeinsames Symposium 10. bis 12. Oktober 1990. Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup.

Hartung J. und Kamphues J. (2000), Benötigen wir eine Tränkwasserverordnung? Empfehlungen zur Wasserversorgung von Nutz- und Liebhabertieren. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 107: 343-345.

Hatipoglu S. und Bagci C. (1996), Einige hämatologische Werte bei Peking-Enten. Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift 109: 172-176.

Heubach M. (2007), Untersuchungen zu Alternativen in der Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Gesichtspunkte. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Heyn E., Damme K., Remy F., Platz S. und Erhard M. (2005), Zugang zu offenen Tränken zeitlich begrenzen? DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 35: 51-56.

Heyn E., Damme K., Manz M., Remy F. und Erhard M. (2006), Wasserversorgung von Pekingenten - Badeersatzmöglichkeiten. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 113: 90-93.

Higgins D. und Warr G. (1993), Duck immunoglobulins: structure, functions and molecular genetics. Avian Pathology 22: 211-236.

Hilliger H.G. (1990), Stallgebäude, Stallluft und Lüftung - ein technisch-hygienischer Ratgeber für Tierärzte. Enke, Stuttgart. ISBN 3-432-99221-1.

Hirsch N. (2011), Einsatz von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Hof H. und Dörries R. (2005), Medizinische Mikrobiologie. Thieme, Stuttgart. ISBN 3-13-125313-4 und 978-3-13-125313-2.

Homidan A.AL., Robertson J.F. und Petchey A.M. (1998), Effect of environmental factors on ammonia and dust production and broiler performance. *British Poultry Science* 39: 9-10.

Hoy S., Gaulty M. und Krieter J. (2006), *Nutztierhaltung und -hygiene - Grundwissen Bachelor*. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8252-2801-0 und 978-3-8252-2801-9.

Jones T.A. und Dawkins M.S. (2010), Environment and management factors affecting Pekin duck production and welfare on commercial farms in the UK. *British Poultry Science* 51 (1): 12-21.

Jones T.A., Waitt C.D. und Dawkins, M.S. (2009), Water off a duck's back: Showers and troughs match ponds for improving duck welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 119 (1): 47-52.

Jordan F.T.W. (1996), *Poultry diseases*. Saunders, London. ISBN 0-7020-1912-7.

Kamphues J., Böhm R., Flachowsky G., Lahrssen-Wiederholt M., Meyer U. und Schenkel H. (2007), Empfehlungen zur Beurteilung der hygienischen Qualität von Trinkwasser für Lebensmittel liefernde Tiere unter Berücksichtigung der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen. *Landbauforschung Völkenrode FAL Agricultural Research* 57 (3): 255-272.

Kamphues J. und Schulz I. (2002), Praxisrelevante Aspekte der Wasserversorgung von Nutz- und Liebhabertieren. *Übersichten zur Tierernährung* 30: 65-107.

Kayser F.H. (2005), *Medizinische Mikrobiologie - Taschenlehrbuch*. Thieme, Stuttgart. ISBN 3-13-444811-4.

Knierim U. (2002), Grundsätzliche ethologische Überlegungen zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit bei Nutztieren. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 109: 253-

292.

Knierim U., Bulheller M.A., Kuhnt K., Briese A. und Hartung J. (2004), Wasserangebot für Enten bei Stallhaltung - ein Überblick aufgrund der Literatur und eigener Erfahrungen. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 111: 115-118.

König H.E. (2009), Anatomie der Vögel - klinische Aspekte und Propädeutik ; Zier-, Greif-, Zoo-, Wildvögel und Wirtschaftsgeflügel. Schattauer, Stuttgart. ISBN 978-3-7945-2578-2 und 3-7945-2578-7.

Kontecka H., Nowaczewski S., Ksiazkiewicz J. und Rosinski A. (2006), The effect of supplementing feed with vitamine C on the haematological indices of ducks and their offspring. Journal of Animal and Feed Sciences 15 (3): 455-462.

Kopp J. (2005), Feldstudie zur artgemässen Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer und wirtschaftlicher Aspekte. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Kösters J., Jakoby J.R. und Korbel R. (1993), Zur Problematik der Flugunfähigmachung von Geflügel und zu Fragen der Teichhaltung von Wassergeflügel aus der Sicht des Tierschutzrechts. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 100: 73-76.

Kraft W. (2005), Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. Schattauer, Stuttgart. ISBN 3-7945-2308-3.

Küster Y. (2007), Tierfreundliche Haltungsumwelt für Pekingenten - Untersuchungen zu Rundtränken, Duschen und Ausläufen unter Berücksichtigung des Verhaltens, der Tiergesundheit und der Wirtschaftlichkeit. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Lindner K.E. (1986), Veterinärmikrobiologischer Kurs. Gustav Fischer, Jena.

Liu S. und Higgins D. (1990), Yolk-sac transmission and post-hatching ontogeny of serum immunoglobulins in the duck (*Anas platyrhynchos*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 97 (4): 637-644.

Lundqvist M.L., Middleton D.L., Radford C., Warr G.W. und Magor K.E. (2006), Immunglobulins of the non-galliform birds: Antibody expression and repertoire in the duck. *Developmental and Comparative Immunology* 30 (1-2): 93-100.

Manz M. (2005), Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Aspekte. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Marktinfo Eier & Geflügel (2009a). MEG Mediendienst Geflügel KW 44 - Geflügelmarkt: Discounter legen erneut zu. URL <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/QUIEPTEyMDk3MjkmTUIEPTc0Mzg5JIRJWD0wJkJMT0dfSUQ9ODgwNTQ5.html?UID=2CC40C76B9DBE1F6F219C934FE59E5A1F1CFC1159BE5E77FEDDD>. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Marktinfo Eier & Geflügel (2009b). MEG Mediendienst KW 48 - DE: Nachfrage nach Enten zieht an. URL <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/QUIEPTEyMjY1MTMmTUIEPTc0Mzg5JIRJWD0wJkJMT0dfSUQ9ODgwNTQ5.html?UID=2CC40C76B9DBE1F6F219C934FE59E5A1F1CFC1159BE5E77FEDDD>. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Marktinfo Eier & Geflügel (2011). DE: Lebhaftere Nachfrage nach Enten zum Saisonstart. URL <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/Aktuelles/DE-Lebhafte-Nachfrage-nach-Enten-zum-Saisonstart,TUFSSz1lbnRlbiZBSUQ9Mjc5MDUyMSZNSUQ9NzQzODk.html?UID=4047037F12E95EAFB9C2E8016C08EFEA1805A2C170D003E9>. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Marktinfo Eier & Geflügel (2012). Deutsche Geflügelproduktion weiter gewachsen. URL <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/Aktuelles/Deutsche-Gefluegelproduktion-weiter->

gewachsen,TUFSSz1nZWZs_GdlbCZBSUQ9MzA2NjU1MSZNSUQ9NzQzODk.html?UID=4047037F12E95EAFB9C2E8016C08EFEA083B6ED8AE0B5DFA. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Mayne R.K. (2005), A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *World's Poultry Science Journal* 61 (2): 256-267.

Mehlhorn G. (1979), *Lehrbuch der Tierhygiene*. Fischer, Jena.

Mehner A. (1983), *Handbuch der Geflügelphysiologie*. Fischer, Jena.

Methling W. (2002), *Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren*. Parey, Berlin. ISBN 3-8263-3139-7.

Miles D., Miller W., Branton S., Maslin W. und Lott B. (2006), Ocular responses to ammonia in broiler chickens. *Avian Diseases* 50 (1): 45-49.

Mulder R. (2009), *Duck Processing, Food Safety And Quality*. IV World Waterfowl Conference, Thrissur; India. URL <http://www.waterfowl2009.vetcos.com/proceedings%20-%20IV%20WWC%20-%20Kerala,%20India.pdf>. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Müller H. (2010), Intakte Einstreu - Gesunde Tiere. *DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 1: 10-33.

Müller W. und Schlenker G. (2004), *Kompendium der Tierhygiene*. Lehmanns Media, Berlin. ISBN 3-936427-94-1.

Ng P. und Higgins D. (1986), Bile immunoglobulin of the duck (*Anas platyrhynchos*). I. Preliminary characterization and ontogeny. *Immunology* 58 (2): 323-327.

Nicolet J. (1985), Kompendium der veterinärmedizinischen Bakteriologie. Parey, Berlin u.a.. ISBN 3-489-69416-3.

Nusser C. (2008), Wahlversuche zu den offenen Tränkesystemen bei Pekingenten. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Orban J.I., Adeola O. und Stroshine R. (1999), Microbial Phytase in Finisher Diets of White Pekin Ducks: Effect on Growth Performance, Plasma Phosphorus Concentration, and Leg Bone Characteristics. *Poultry Science* 78 (3): 366-377.

Pingel H. (2008), Enten und Gänse. Ulmer, Stuttgart (Hohenheim). ISBN 978-3-8001-4728-1.

Pingel H., Timmler R. und Golze M. (2002), Entwicklung und Perspektiven der Wassergeflügelproduktion. *DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 5: 14-19.

Pingel H., Wicke M. und Lengerken G.v. (2007), Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main.

Rath N.C., Huff G.R., Huff W.E. und Balog J.M. (2000), Factors Regulating Bone Maturity and Strength in Poultry. *Poultry Science* 79: 1024-1032.

Reetz D.G. (2002), Tiergerechte Haltung und Gesundheitsprophylaxe. *DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion INTERN-Spezial* 34: 18-19.

Reiter K. und Bessei W. (2009), Einfluss der Laufaktivität auf die Beinschäden beim Mastgeflügel. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 122 (7/8): 264-270.

Remy F. (2005), Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter dem Aspekt Tierverhalten und Tiergesundheit. Dissertation, Ludwig-Maximilian-

Universität, München.

Roots E., Haupt H., Hartwigk H. und Strauch D. (1972), Veterinärhygiene - Lehrbuch für Studierende der Veterinärmedizin und der Agrarwissenschaften. Parey, Berlin. ISBN 3-489-73916-7.

Sambras H.H. (1997), Das Buch vom Tierschutz. Enke, Stuttgart. ISBN 3-432-29431-X.

Schlegel P. (2010), Wirtschaftliche Entenmast. Schaumann-Erfolg im Stall 1 (10): 14.

Scholtyssek S. (1978), Nutz- und Ziergeflügel. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-4331-3.

Selbitz H.-J. (1992), Lehrbuch der veterinärmedizinischen Bakteriologie. Fischer, Jena. ISBN 3-334-60351-2.

Siegmann O. (2005), Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlüter, Hannover. ISBN 3-87706-744-1.

Spano J.S., Pedersoli H.M., Kempainen R.J., Krista I.M. und Young D.W. (1987), Baseline Hematologic, Endocrine and Clinical Chemistry Values in Ducks and Roosters. Avian Diseases 31: 800-803.

Statistisches Bundesamt (2012), Gehaltene Tiere: Deutschland/Bundesländer, Jahre, Tierdaten; Betriebe: Deutschland/Bundesländer, Jahre, Tierdaten (Code: 41311 - 0001 bis 0004). URL https://www-genesis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=C9258073ED8D6133D6B1658302FE35AC.tomcat_GO_1_1?operation=begriffsRecherche&suchanweisung=Enten&suchanweisung_language=de&x=0&y=0. Datum des Zugriffs: 17.04.2012.

Stolpe J. und Bresk B. (1985), Stallklimagestaltung - tierphysiolog. Grundlagen u. Normative. Fischer, Jena.

Thiele H.-H. und Pottgüter R. (2007), Luft und Licht müssen stimmen. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 40, 23-26.

Tischler A., Damme K. und Graser S. (2008), Perspektiven der integrierten Hähnchen-, Puten- und Pekingentenproduktion in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft LfL, Freising. ISSN 1611-4159.

Tüller D.R. (1988), Wasserversorgung und Tränketeknik beim Wassergeflügel. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 37: 1062-1064.

Tüller D.R. (1993), Haltungssysteme für Sondergeflügel (IV): Enten. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 16: 7-8.

Tüller R. und Allmendinger A. (1990), Geflügelställe - Stallbau, Klima, Einrichtung. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-4523-5.

Visscher C.F., Kümmel U., Taube V., Günther R., Verkaar E.L., Siesenop U., Reich F., Beyerbach M. und Kamphues J. (2010), Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität des Grund-, Leitungs- und Tränkwassers im Tierbestand in Abhängigkeit vom Tränkemanagement und einer Behandlung mit einer modifizierten Peressigsäure. Archiv für Geflügelkunde. European Poultry Science 74 (1): 62-71.

Wang J. (1998), Untersuchungen zur Entwicklung zellulärer und humoraler Immunreaktionen bei Enten (*Anas platyrhynchos*, L., 1758). Dissertation, Tierärztliche Hochschule, Hannover.

Warr G., Magor K. und Higgins D. (1995), IgY: clues to the origins of modern antibodies. *Immunology Today* 16 (8): 392-398.

William D. und Weaver J. (1991), Education and Production - The Effect of Different Levels of Relative Humidity and Air Movement on Litter Conditions, Ammonia Levels, Growth, and Carcass Quality for Broiler Chicken. *Poultry Science* 70: 746-755.

Windhorst H.-W. (2008), Die EU kämpft mit an der Spitze. *DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 40: 12-17.

Empfehlungen, freiwillige Vereinbarungen, Gesetzestexte, Orientierungsrahmen, Richtlinien, Verordnungen

Hygienische Qualität von Tränkwasser – Orientierungsrahmen zur futtermittelrechtlichen Beurteilung; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft, und Verbraucherschutz (2007), URL: http://www.bmelv.de/cln_154/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Tier/Futtermittel/Orientierungsrahmen-Traenkwasser.html, Datum des Zugriffs: 26.06.2012

Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltungen: Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten (*Anas platyrhynchos*), angenommen auf der 37. Sitzung des ständigen Ausschuss am 22. Juni 1999, URL: <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/EU-HaltungPekingenten.pdf?blob=publicationFile>, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

Vereinbarung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmasten. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2003)

Vereinbarung über die Mindestanforderung an die Haltung von Pekingmastenten zwischen dem Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Heinrich-Mann-Allee 103, 14473 Potsdam und dem Geflügelwirtschaftsverband Brandenburg e.V. Am Fährberg 1, 14669 Ketzin vom Juni 2000, URL: http://www.mugv.brandenburg.de/v/lbsvet/TEILD/D1_4_2_2.PDF, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

Vereinbarung über die Mindestanforderung an die Haltung von Pekingenten (Pekingentenvereinbarung) zwischen dem Ministerium für Raumordnung

Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, Olvenstedter Strafle 4-5, 39108 Magdeburg und dem Wirtschaftsverband Eier und Geflügel Sachsen-Anhalt e.V. Friedrichsstraße 16, 39356 Weferlingen (2001)

Vereinbarung zwischen dem Bayrischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz, dem Bayrischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten und dem Landesverband der Bayrischen Geflügelwirtschaft über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten. Bayrisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz (2003). Referat 108 (Tierschutz) AZ. 108-42503/2-497

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), die durch Artikel 363 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407) geändert worden ist, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/trinkwv_2001/gesamt.pdf, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung – TrinkwV), Fassung vom 5. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2612, 1991 S. 227; 1993 S. 278; 1998 S. 699; 2000 S. 1045; 21.05.2001 S. 959; 20.12.2002 S. 4695), Anlage 1, URL: <http://www.umwelt-online.de/recht/wasser/tvo/tvo3.htm#1>, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutzwV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch die Verordnung vom 1. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3223) geändert worden ist, URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutzv/>, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

Tierschutzgesetz (TierSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1313), geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 21. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3294)

9. ANHANG

Tab. 57: Besuchsabhängige Darstellung der Stalltemperatur

	Kontrolle	Versuch
n		
(Besuche)	11	12
MW	15,85	15,99
SEM	0,223	0,253
Median	14,00	13,50
SD	4,889	5,538
Minimum	10	10
Maximum	26	28

Tab. 58: Besuchsabhängige Darstellung der Außentemperatur

	Kontrolle	Versuch
n		
(Besuche)	11	12
MW	10,38	10,46
SEM	0,397	0,476
Median	10,00	11,25
SD	8,706	10,424
Minimum	-4	-16
Maximum	25	26

Ergänzungen zur Bonitur

Tab. 59: Ergänzung Abb. 20: Hyperkeratose der Paddel (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippelränke; RT = Rundränke; Score 0 = ohne Befund; Score 1 = geringgradige; Score 2 = mittelgradige; Score 3 = hochgradige Paddelhyperkeratose)

			0	1	2	3	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	31,33%	68,33%	0,33%	0%	100%
		Anzahl	94	205	1		300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	35,67%	63%	1,33%	0%	100%
		Anzahl	107	189	4		300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	28%	70%	1,67%	0,33%	100%
		Anzahl	84	210	5	1	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	35,33%	63,67%	0,67%	0,33%	100%
		Anzahl	106	191	2	1	300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	26,67%	73,33%	0%	0%	100%
		Anzahl	80	220			300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	34,33%	65,67%	0%	0%	100%
		Anzahl	103	197			300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	21,67%	78,33%	0%	0%	100%
		Anzahl	65	235			300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	33%	67%	0%	0%	100%
		Anzahl	99	201			300
Gesamt	Anzahl		738	1648	12	2	
	Prozent		30,75%	68,67%	0,50%	0,08%	

Tab. 60: Ergänzung Abb. 21: Hyperkeratose der Paddelspitze (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; Score 0 = ohne Befund; Score 1 = geringgradige; Score 2 = mittelgradige Paddelspitzenhyperkeratose)

			0	1	2	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	71,67%	28,33%	0%	100%
		Anzahl	215	85		300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	72%	27,67%	0,33%	100%
		Anzahl	216	83	1	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	77,67%	22,33%	0%	100%
		Anzahl	233	67		300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	77%	23%	0%	100%
		Anzahl	231	69		300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	69%	31%	0%	100%
		Anzahl	207	93		300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	68,67%	31,33%	0%	100%
		Anzahl	206	94		300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	70,33%	29,67%	0%	100%
		Anzahl	211	89		300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	79%	21%	0%	100%
		Anzahl	237	63		300
Gesamt	Anzahl		1756	643	1	
	Prozent		73,17%	26,79%	0,04%	

Tab. 61: Ergänzung Abb. 22: Nekrose der Paddel (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; Score 0 = ohne Befund; Score 1 = geringgradige; Score 2 = mittelgradige; Score 3 = hochgradige Paddelnekrose)

			0	1	2	3	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	49%	31,33%	15%	4,67%	100%
		Anzahl	147	94	45	14	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	57,33%	30,67%	10%	2%	100%
		Anzahl	172	92	30	6	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	47%	33%	13,67%	6,33%	100%
		Anzahl	141	99	41	19	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	54%	24%	16%	6%	100%
		Anzahl	162	72	48	18	300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	44%	31%	19%	6%	100%
		Anzahl	132	93	57	18	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	48%	30,33%	15,33%	6,33%	100%
		Anzahl	144	91	46	19	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	44,33%	27,33%	19,67%	8,67%	100%
		Anzahl	133	82	59	26	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	47,67%	31,33%	14,67%	6,33%	100%
		Anzahl	143	94	44	19	300
Gesamt		Anzahl	1174	717	370	139	
		Prozent	48,92%	29,88%	15,42%	5,79%	

Tab. 62: Ergänzung Abb. 23: Nekrose der Paddelspitze (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; Score 0 = ohne Befund; Score 1 = geringgradige; Score 2 = mittelgradige Paddelspitzennekrose)

			0	1	2	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	92,33%	7%	0,67%	100%
		Anzahl	277	21	2	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	95%	5%	0%	100%
		Anzahl	285	15		300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	94,67%	5%	0,33%	100%
		Anzahl	284	15	1	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	94,33%	5,33%	0,33%	100%
		Anzahl	283	16	1	300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	94,33%	5%	0,67%	100%
		Anzahl	283	15	2	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	95,67%	4,33%	0%	100%
		Anzahl	287	13		300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	94%	5,67%	0,33%	100%
		Anzahl	282	17	1	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	96,33%	3,67%	0%	100%
		Anzahl	289	11		300
Gesamt		Anzahl	2270	123	7	
		Prozent	94,58%	5,13%	0,29%	

Tab. 63: Ergänzung Abb. 24: Augenumgebung (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; Score 0 = ohne Befund; Score 1 = geringgradige; Score 2 = mittelgradige; Score 3 = hochgradige Verschmutzung der Augenumgebung)

			0	1	2	3	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	43%	47,33%	9,67%	0%	100%
		Anzahl	129	142	29		300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	34%	52,67%	13,33%	0%	100%
		Anzahl	102	158	40		300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	19,33%	48,67%	26,67%	5,33%	100%
		Anzahl	58	146	80	16	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	19,67%	46,67%	28%	5,67%	100%
		Anzahl	59	140	84	17	300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	41%	41,67%	16,67%	0,67%	100%
		Anzahl	123	125	50	2	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	49%	37,67%	12%	1,33%	100%
		Anzahl	147	113	36	4	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	30,33%	48%	18,67%	3%	100%
		Anzahl	91	144	56	9	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	48%	31,33%	18,33%	2,33%	100%
		Anzahl	144	94	55	7	300
Gesamt		Anzahl	853	1062	430	55	
		Prozent	35,54%	44,25%	17,92%	2,29%	

Tab. 64: Ergänzung Abb. 25: Augenentzündung (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; nein = keine Augenentzündung vorhanden; ja = Augenentzündung vorhanden)

			nein	ja	einseitig	beidseitig	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	95%	5%	5%	0%	100%
		Anzahl	285	15	15		300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	94,33%	5,67%	5%	0,67%	100%
		Anzahl	283	17	15	2	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	81%	19%	16%	3%	100%
		Anzahl	243	57	48	9	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	86%	14,67%	11,33%	2,67%	100%
		Anzahl	258	44	34	8	300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	91%	9%	7,33%	1,67%	100%
		Anzahl	273	27	22	5	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	92%	8%	7,33%	0,67%	100%
		Anzahl	276	24	22	2	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	75%	25%	12,67%	12,33%	100%
		Anzahl	225	75	38	37	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	82%	18%	13%	5%	100%
		Anzahl	246	54	39	15	300
Gesamt	Anzahl		2089	313	233	78	
	Prozent		87,04%	13,04%	9,71%	3,25%	

Tab. 65: Ergänzung Abb. 26: Ulcus corneae (Anzahl Gesamt: n = 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF 1 = 1. Zeitfenster; ZF 2 = 2. Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; nein = kein Ulcus corneae vorhanden; ja = Ulcus corneae vorhanden)

			nein	ja	Gesamt
K	ZF1, NT-Seite	Prozent	99,67%	0,33%	100%
		Anzahl	299	1	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	98,67%	1,33%	100%
		Anzahl	296	4	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	98,67%	1,33%	100%
		Anzahl	296	4	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	96,67%	3,33%	100%
		Anzahl	290	10	300
V	ZF1, NT-Seite	Prozent	99,67%	0,33%	100%
		Anzahl	299	1	300
	ZF1, RT-Seite	Prozent	96,67%	3,33%	100%
		Anzahl	290	10	300
	ZF2, NT-Seite	Prozent	97,33%	2,67%	100%
		Anzahl	292	8	300
	ZF2, RT-Seite	Prozent	98%	2%	100%
		Anzahl	294	6	300
Gesamt		Anzahl	2356	44	
		Prozent	98,17%	1,83%	

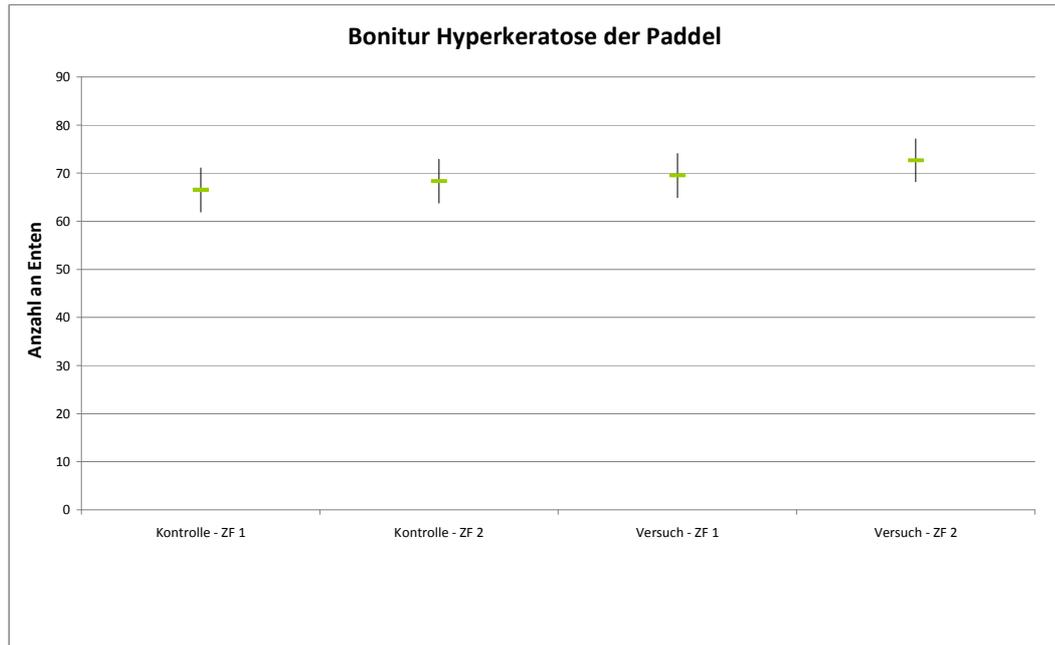


Abb. 40: Bonitur Hyperkeratose der Paddel: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Hyperkeratose der Paddel beinhaltet die Kategorien ohne Befund, leicht, mittelgradig und stark)

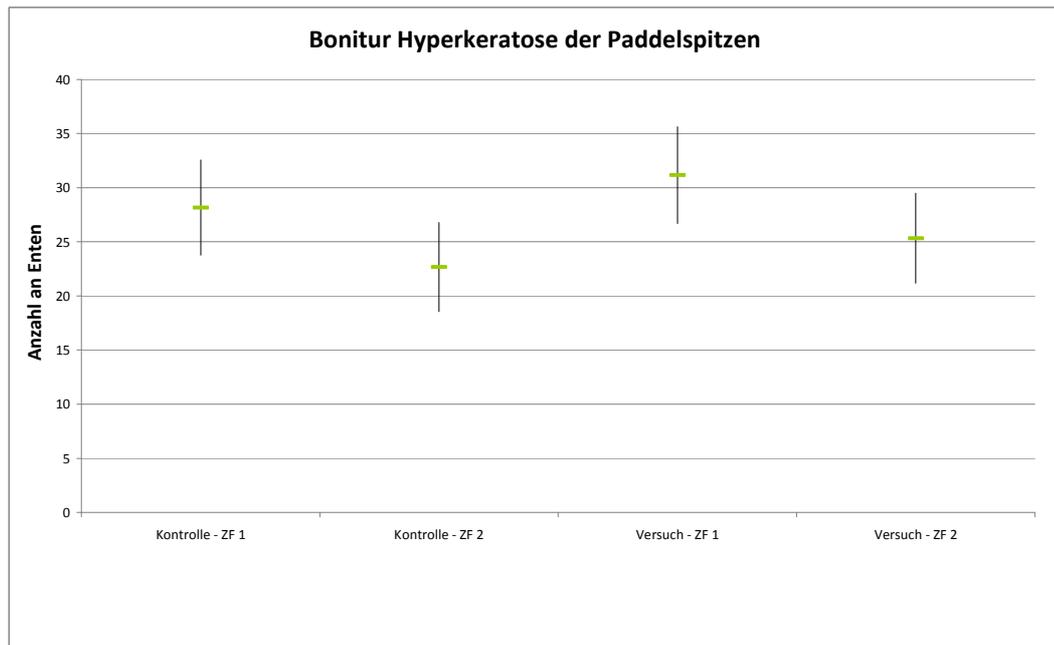


Abb. 41: Bonitur Hyperkeratose der Paddelspitze: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Hyperkeratose der Paddelspitze beinhaltet die Kategorien ohne Befund, leicht, mittelgradig und stark)

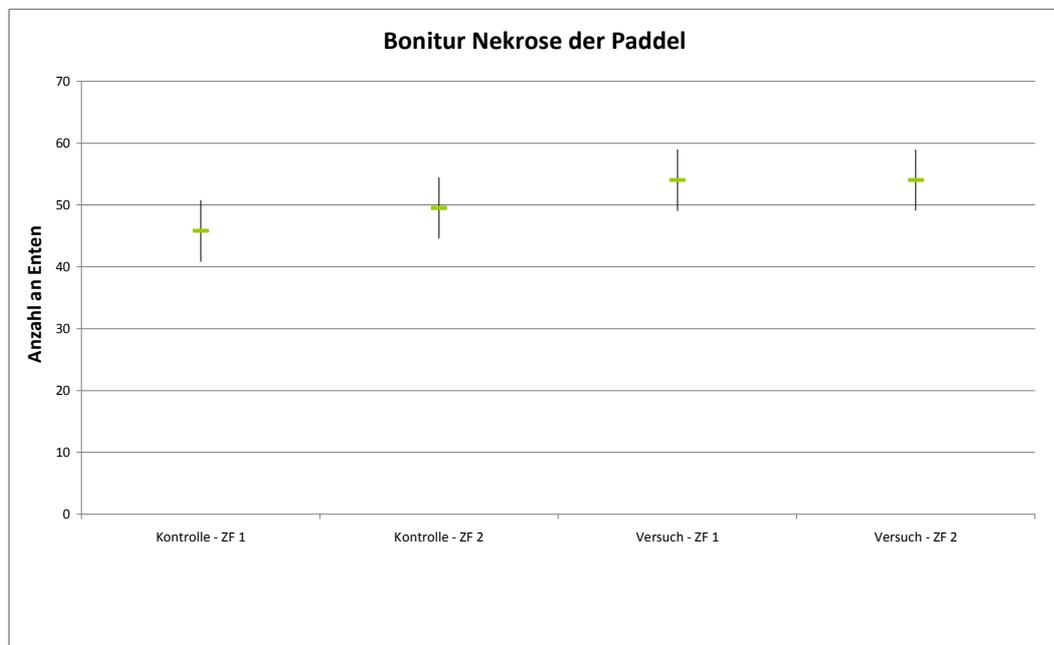


Abb. 42: Bonitur Nekrose der Paddel: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Nekrose der Paddel beinhaltet die Kategorien ohne Befund, leicht, mittelgradig und stark)

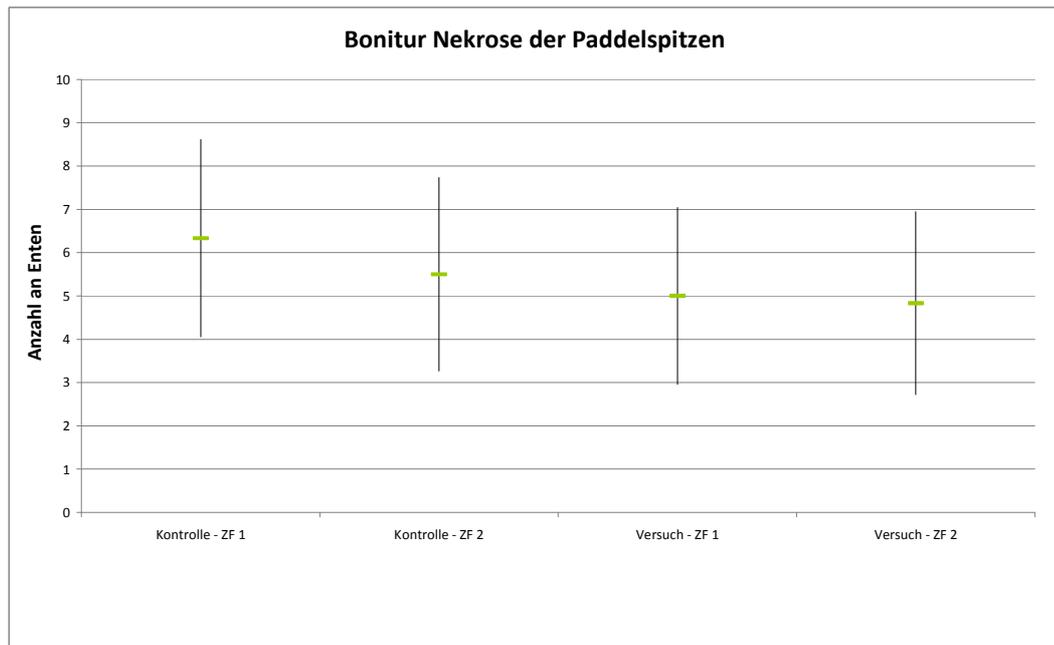


Abb. 43: Bonitur Nekrose der Paddelspitze: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Nekrose der Paddelspitze beinhaltet die Kategorien ohne Befund, leicht, mittelgradig und stark)

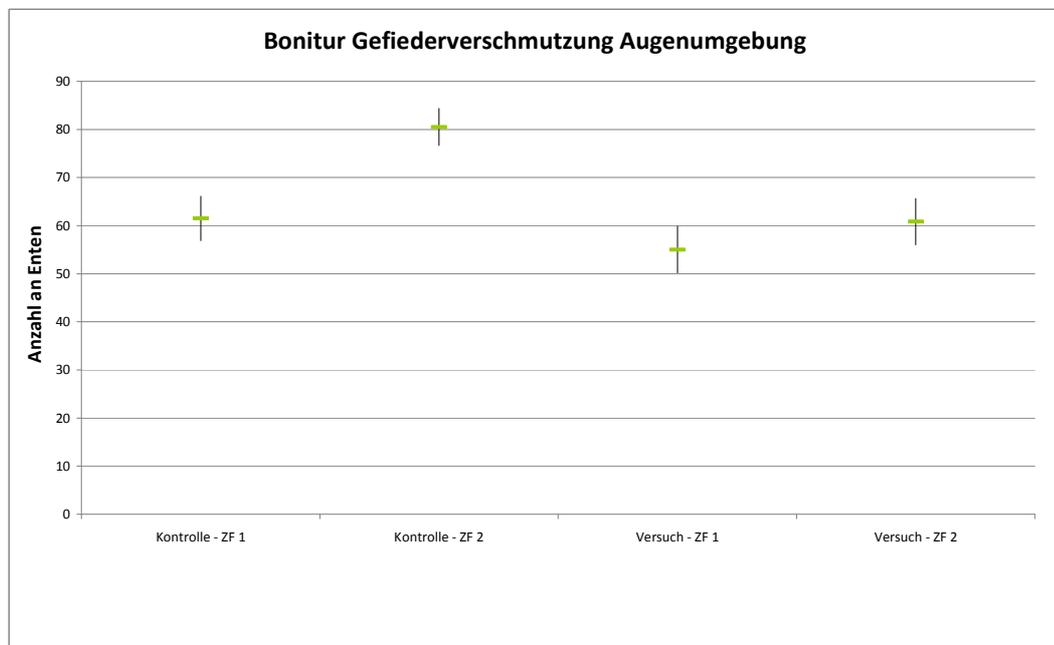


Abb. 44: Bonitur Gefiederverschmutzung Augen Umgebung: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Gefiederverschmutzung beinhaltet die Kategorien ohne Befund, leicht, mittelgradig und stark)

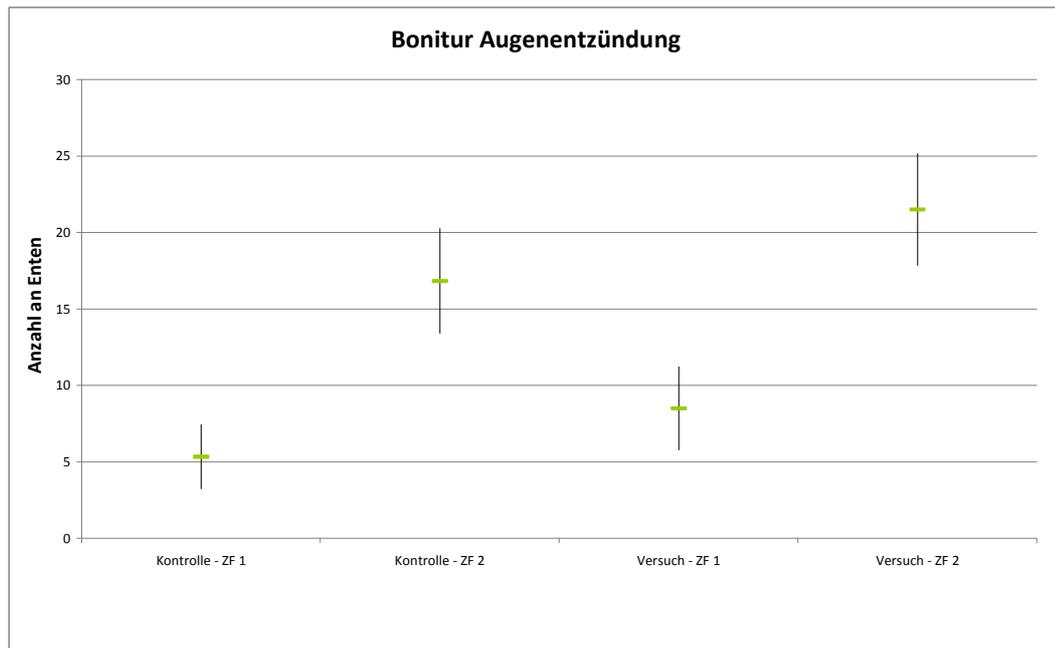


Abb. 45: Bonitur Augenentzündung: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Augenentzündung beinhaltet die Kategorien nicht vorhanden, einseitig bzw. zweiseitig vorhanden)

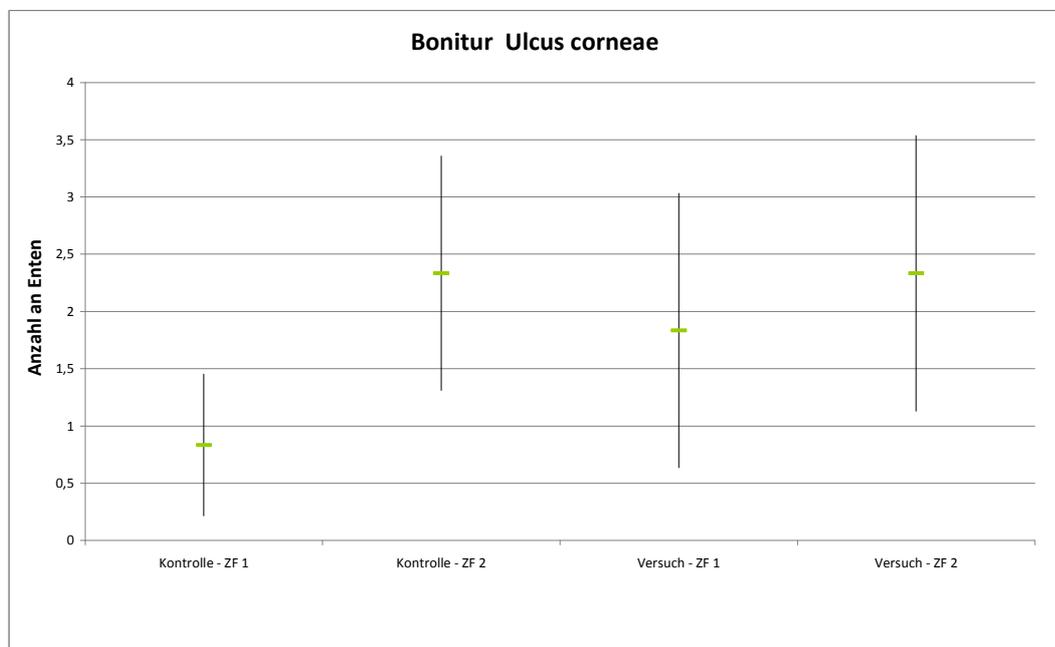


Abb. 46: Bonitur Ulcus corneae: Mittelwerte \pm SEM (n = 6 Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; Ulcus corneae beinhaltet die Kategorien vorhanden und nicht vorhanden)

Tab. 66: Bonitur Paddel: Mittelwerte zu Abb. 40-43 (n = 6 Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF = Zeitfenster; die Nekrose und Hyperkeratose der Paddel bzw. Paddelspitze umfasst die Boniturnoten leicht, mittelgradig und stark)

Boniturmerkmal	Besuchsart	n	Zeitfenster	n	MW ± SEM	SD
Hyperkeratose der Paddel	K	6	ZF 1	100	66,5 ± 4,6	11,93
			ZF 2	100	68,33 ± 4,55	11,15
	V	6	ZF 1	100	69,5 ± 4,58	6,83
			ZF 2	100	72,67 ± 4,42	7,06
Hyperkeratose der Paddelspitzen	K	6	ZF 1	100	28,17 ± 4,39	10,48
			ZF 2	100	22,67 ± 4,12	7,69
	V	6	ZF 1	100	31,17 ± 4,47	12,72
			ZF 2	100	25,33 ± 4,15	12,64
Nekrose der Paddel	K	6	ZF 1	100	45,8 ± 4,93	9,81
			ZF 2	100	49,5 ± 4,86	13,65
	V	6	ZF 1	100	54 ± 4,91	10,64
			ZF 2	100	54 ± 4,88	12,41
Nekrose der Paddelspitzen	K	6	ZF 1	100	6,33 ± 2,28	4,97
			ZF 2	100	5,5 ± 2,24	2,35
	V	6	ZF 1	100	5 ± 2,04	3,52
			ZF 2	100	4,83 ± 2,11	1,94

Tab. 67: Bonitur Augen: Mittelwerte zu Abb. 44-46 (n = 6 Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF = Zeitfenster; die Gefiederverschmutzung umfasst die Boniturnoten leicht, mittelgradig und stark)

Boniturmerkmal	Besuchsart	n	Zeitfenster	n	MW ± SEM	SD
Gefieder- verschmutzung Augenumgebung	K	6	ZF 1	100	61,5 ± 4,6	17,25
			ZF 2	100	80,5 ± 3,85	9,01
	V	6	ZF 1	100	55 ± 4,87	12,25
			ZF 2	100	60,83 ± 4,81	9,87
Augenentzündun- g ein- oder beidseitig vorhanden	K	6	ZF 1	100	5,33 ± 2,09	4,08
			ZF 2	100	16,83 ± 3,42	12,34
	V	6	ZF 1	100	8,5 ± 2,71	4,51
			ZF 2	100	21,5 ± 3,65	19,97
Ulcus corneae vorhanden	K	6	ZF 1	100	0,83 ± 0,62	1,17
			ZF 2	100	2,33 ± 1,02	4,27
	V	6	ZF 1	100	1,83 ± 1,2	1,33
			ZF 2	100	2,33 ± 1,2	2,25

Tab. 68: Bonitur: Ergänzender Mann-Whitney-U-Test zu Diagrammen 40-46 und Tabellen 66 und 67 (n = 6 Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuch: 100; Anzahl an bonitierten Tieren insgesamt: 2400; K = Kontrolle; V = Versuch; ZF = Zeitfenster)

Merkmal	Besuchsart	p	Nullhypothese beibehalten
Hyperkeratose der Paddel	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0,41	Ja
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0,23	Ja
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0,37	Ja
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	0,22	Ja
Hyperkeratose der Paddelspitzen	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0,03	Nein
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0,02	Nein
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0,26	Ja
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	0,28	Ja
Nekrose der Paddel	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0,1	Ja
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0,76	Ja
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0	Nein
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	0,08	Ja
Nekrose der Paddelspitzen	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0,54	Ja
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0,89	Ja
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0,32	Ja
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	0,6	Ja
Gefiederverschmutzung Augen Umgebung	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0	Nein
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0,01	Nein
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0,28	Ja
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	0	Nein
Augenentzündung	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0	Nein
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0	Nein
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0,03	Nein
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	0,01	Nein
Ulcus	K-ZF 1 vs. K-ZF 2	0,04	Nein
	V-ZF 1 vs. V-ZF 2	0,54	Ja
	K-ZF 1 vs. V-ZF 1	0,13	Ja
	K-ZF 2 vs. V-ZF 2	1	Ja

Ergänzungen zu Ammoniak**Tab. 69: Ergänzung Abb. 27: Ammoniakwerte in ppm in Abhängigkeit von der Temperatur** (n = Anzahl an Messungen; Median = Percentile 50%; ZF = Zeitfenster)

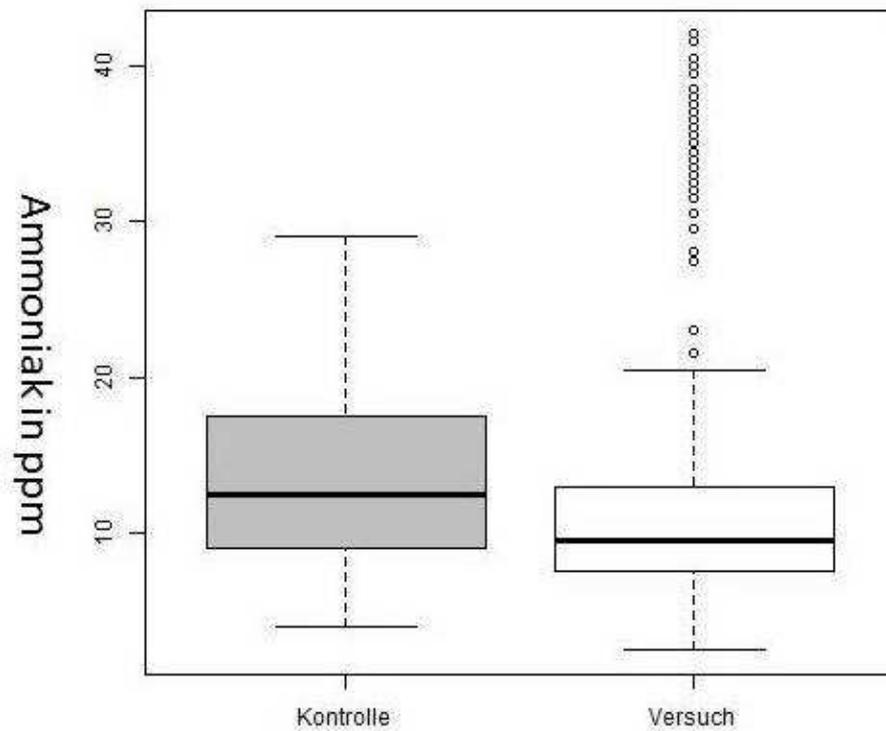
		< 15 ° C							
Messpunkt	ZF / Besuchsart	Min	Max	n	MW ± SEM	SD	Percentile		
							25%	50%	75%
1	ZF1 Kontrolle	9,50	25,50	20,00	18,55 ± 1,12	5,03	14,00	19,25	23,50
2	ZF1 Kontrolle	8,00	26,00	24,00	18,23 ± 0,96	4,70	14,75	18,75	21,50
3	ZF1 Kontrolle	9,00	25,00	16,00	18,16 ± 1,18	4,72	14,25	18,25	22,00
4	ZF1 Kontrolle	9,50	25,00	20,00	17,4 ± 0,99	4,44	13,75	18,00	20,50
5	ZF1 Kontrolle	9,50	21,50	20,00	16,05 ± 0,94	4,20	12,25	16,75	19,75
6	ZF1 Kontrolle	8,50	20,50	20,00	15,05 ± 0,89	3,98	11,25	16,25	18,00
7	ZF1 Kontrolle	7,50	22,50	20,00	15,08 ± 0,93	4,15	11,50	16,00	18,00
8	ZF1 Kontrolle	10,50	21,00	20,00	17,1 ± 0,72	3,21	14,75	17,50	20,00
1	ZF1 Versuch	5,00	19,00	25,00	16,44 ± 2,28	11,39	9,50	11,00	17,00
2	ZF1 Versuch	6,00	35,50	30,00	15,67 ± 2,09	11,44	8,00	10,75	19,00
3	ZF1 Versuch	6,00	16,50	20,00	15,25 ± 2,35	10,50	8,00	10,25	16,50
4	ZF1 Versuch	6,00	21,50	25,00	15,58 ± 2,24	11,22	8,50	10,00	17,50
5	ZF1 Versuch	6,00	33,00	25,00	15,34 ± 2,19	10,93	7,50	10,50	18,00
6	ZF1 Versuch	4,50	30,50	25,00	13,84 ± 2,24	11,19	6,50	7,50	17,00
7	ZF1 Versuch	5,00	33,50	25,00	13,66 ± 2,19	10,95	6,50	8,00	18,00
8	ZF1 Versuch	5,00	33,00	25,00	14,04 ± 2	10,02	6,50	9,00	17,50
1	ZF2 Kontrolle	4,00	29,00	10,00	16 ± 2,92	9,25	9,00	11,50	25,00
2	ZF2 Kontrolle	7,00	27,00	11,00	15,23 ± 2,46	8,16	9,00	10,00	23,25
3	ZF2 Kontrolle	8,00	25,50	9,00	16,94 ± 2,62	7,86	9,00	21,50	23,50
4	ZF2 Kontrolle	7,00	25,00	10,00	15,75 ± 2,6	8,23	8,00	15,75	23,00
5	ZF2 Kontrolle	7,00	23,50	10,00	15,4 ± 2,43	7,67	8,00	15,25	23,00
6	ZF2 Kontrolle	5,50	22,00	10,00	14,1 ± 2,31	7,29	7,50	13,25	21,50
7	ZF2 Kontrolle	4,00	22,00	10,00	13,95 ± 2,17	6,87	8,00	13,75	20,50
8	ZF2 Kontrolle	5,00	21,50	10,00	14,45 ± 2,01	6,34	9,00	14,75	20,50
1	ZF2 Versuch	7,50	10,50	15,00	9,7 ± 0,84	3,26	8,25	9,50	10,00
2	ZF2 Versuch	5,50	14,50	18,00	9,56 ± 0,72	3,03	7,00	9,00	13,00
3	ZF2 Versuch	5,00	16,00	12,00	9,21 ± 0,96	3,33	6,50	8,50	11,00
4	ZF2 Versuch	4,00	14,00	15,00	8,8 ± 0,86	3,33	6,75	8,00	10,00
5	ZF2 Versuch	5,00	16,00	15,00	8,27 ± 0,88	3,39	5,50	7,50	9,75
6	ZF2 Versuch	4,00	12,00	15,00	7,23 ± 0,85	3,29	5,00	5,50	8,00
7	ZF2 Versuch	3,50	10,50	15,00	7,1 ± 0,92	3,58	5,00	5,50	8,50
8	ZF2 Versuch	3,50	15,00	15,00	8,17 ± 0,92	3,54	5,75	7,50	10,50

		15 - 20 ° C							
Messpunkt	ZF / Besuchsart	Min	Max	n	MW ± SEM	SD	Percentile		
							25%	50%	75%
1	ZF1 Kontrolle	12,00	14,50	5,00	13,3 ± 0,46	1,04	12,50	13,50	14,00
2	ZF1 Kontrolle	11,50	14,50	6,00	13,17 ± 0,44	1,08	12,50	13,25	14,00
3	ZF1 Kontrolle	12,00	15,00	4,00	13,5 ± 0,65	1,29	12,50	13,50	14,50
4	ZF1 Kontrolle	11,50	15,00	5,00	13,5 ± 0,61	1,37	13,00	13,50	14,50
5	ZF1 Kontrolle	11,00	14,50	5,00	12,5 ± 0,69	1,54	11,00	12,50	13,50
6	ZF1 Kontrolle	9,00	11,50	5,00	10,1 ± 0,43	0,96	9,50	10,00	10,50
7	ZF1 Kontrolle	9,00	11,50	5,00	10 ± 0,47	1,06	9,00	10,00	10,50
8	ZF1 Kontrolle	11,00	11,50	5,00	11,1 ± 0,48	1,08	11,00	11,00	11,50
1	ZF1 Versuch								
2	ZF1 Versuch								
3	ZF1 Versuch								
4	ZF1 Versuch								
5	ZF1 Versuch								
6	ZF1 Versuch								
7	ZF1 Versuch								
8	ZF1 Versuch								
1	ZF2 Kontrolle	7,50	14,50	10,00	11,05 ± 0,77	2,44	8,50	11,50	13,00
2	ZF2 Kontrolle	7,50	14,00	12,00	10,71 ± 0,68	2,36	8,50	11,00	12,75
3	ZF2 Kontrolle	7,50	15,00	8,00	10,44 ± 1,03	2,92	7,75	9,75	13,00
4	ZF2 Kontrolle	6,50	16,50	10,00	12,3 ± 1,51	4,78	9,50	11,75	14,00
5	ZF2 Kontrolle	8,00	13,00	10,00	10,7 ± 0,52	1,64	9,00	10,75	12,00
6	ZF2 Kontrolle	5,50	10,00	10,00	7,9 ± 0,49	1,56	6,50	8,00	9,00
7	ZF2 Kontrolle	5,50	10,50	10,00	7,95 ± 0,5	1,57	6,50	8,50	8,50
8	ZF2 Kontrolle	5,50	13,00	10,00	9,15 ± 0,85	2,68	7,00	8,75	12,00
1	ZF2 Versuch	12,00	20,00	5,00	17,2 ± 1,47	3,29	16,00	18,50	19,50
2	ZF2 Versuch	16,00	20,50	6,00	18,5 ± 0,8	1,95	16,50	19,00	20,00
3	ZF2 Versuch	15,00	23,00	4,00	18,62 ± 1,65	3,30	16,50	18,25	20,75
4	ZF2 Versuch	13,00	18,50	5,00	16,1 ± 1,04	2,33	14,50	16,50	18,00
5	ZF2 Versuch	10,00	17,00	5,00	13,7 ± 1,22	2,73	12,00	14,50	15,00
6	ZF2 Versuch	10,00	13,00	5,00	11,5 ± 0,63	1,41	10,00	12,00	12,50
7	ZF2 Versuch	10,00	13,00	5,00	11,7 ± 0,54	1,20	11,00	12,00	12,50
8	ZF2 Versuch	10,00	14,50	5,00	11,8 ± 0,85	1,89	10,00	12,00	12,50

		> 20 ° C							
Messpunkt	ZF / Besuchsart	Min	Max	n	MW ± SEM	SD	Percentile		
							25%	50%	75%
1	ZF1 Kontrolle	12,50	13,50	5,00	12,3 ± 0,6	1,35	12,50	12,50	13,00
2	ZF1 Kontrolle	8,50	15,00	6,00	12,08 ± 0,97	2,38	10,00	13,00	13,00
3	ZF1 Kontrolle	10,00	12,50	4,00	11,12 ± 0,66	1,31	10,00	11,00	12,25
4	ZF1 Kontrolle	10,50	11,00	5,00	11,1 ± 0,66	1,47	10,50	11,00	11,00
5	ZF1 Kontrolle	11,00	14,50	5,00	12,3 ± 0,64	1,44	11,50	11,50	13,00
6	ZF1 Kontrolle	6,00	13,00	5,00	9,1 ± 1,35	3,01	7,00	8,00	11,50
7	ZF1 Kontrolle	4,50	11,50	5,00	7,9 ± 1,18	2,63	6,50	8,00	9,00
8	ZF1 Kontrolle	6,50	9,50	5,00	9,6 ± 1,68	3,75	7,50	8,50	9,50
1	ZF1 Versuch	7,00	11,50	5,00	9,6 ± 0,97	2,16	7,50	11,00	11,00
2	ZF1 Versuch	8,00	10,00	6,00	8,83 ± 0,33	0,82	8,00	8,75	9,50
3	ZF1 Versuch	8,50	10,50	4,00	9,63 ± 0,52	1,03	8,75	9,75	10,50
4	ZF1 Versuch	9,50	12,50	5,00	10,6 ± 0,53	1,19	10,00	10,00	11,00
5	ZF1 Versuch	9,50	10,50	5,00	10 ± 0,22	0,50	9,50	10,00	10,50
6	ZF1 Versuch	7,50	7,50	5,00	7,6 ± 0,24	0,55	7,50	7,50	7,50
7	ZF1 Versuch	6,00	7,00	5,00	7 ± 0,52	1,17	6,50	6,50	7,00
8	ZF1 Versuch	6,50	10,00	5,00	8,2 ± 0,64	1,44	7,00	8,50	9,00
1	ZF2 Kontrolle	7,50	16,50	10,00	11,35 ± 1,09	3,46	8,00	11,50	14,00
2	ZF2 Kontrolle	7,00	17,50	12,00	11,25 ± 1,09	3,78	8,00	10,00	14,50
3	ZF2 Kontrolle	7,50	17,50	8,00	11,12 ± 1,35	3,82	7,50	10,25	14,25
4	ZF2 Kontrolle	7,50	17,00	10,00	11,55 ± 0,96	3,04	8,50	11,75	13,00
5	ZF2 Kontrolle	6,50	20,00	10,00	12,4 ± 1,65	5,22	8,00	11,50	16,00
6	ZF2 Kontrolle	5,00	14,50	10,00	9,2 ± 1,26	3,97	5,50	8,75	12,50
7	ZF2 Kontrolle	5,00	16,50	10,00	9,15 ± 1,27	4,03	5,50	9,00	12,00
8	ZF2 Kontrolle	6,00	15,00	10,00	10,45 ± 1	3,15	7,50	10,00	13,00
1	ZF2 Versuch	10,50	13,50	10,00	11,8 ± 0,34	1,09	11,00	11,25	13,00
2	ZF2 Versuch	9,50	14,50	12,00	11,62 ± 0,54	1,88	10,00	11,00	13,75
3	ZF2 Versuch	9,50	13,00	8,00	11,5 ± 0,44	1,25	10,50	11,75	12,50
4	ZF2 Versuch	8,50	14,00	10,00	11,3 ± 0,57	1,81	9,50	11,50	12,50
5	ZF2 Versuch	8,50	16,50	10,00	12,1 ± 0,77	2,44	10,50	11,75	13,50
6	ZF2 Versuch	7,50	10,50	10,00	9,05 ± 0,34	1,07	8,00	9,00	10,00
7	ZF2 Versuch	6,50	11,50	10,00	8,35 ± 0,5	1,58	6,50	8,50	9,00
8	ZF2 Versuch	6,50	12,00	10,00	8,95 ± 0,6	1,89	7,50	8,75	10,50

Tab. 70: Ergänzung Tab. 22: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart*Einstreu des multiplen linearen Regressionsmodells $\ln(1 + \text{Ammoniak})$ (K = Kontrolle, V = Versuch; ZF = Zeitfenster; a = Diese Stufenkombination der Faktoren wurde nicht beobachtet, daher ist das entsprechende Randmittel nicht schätzbar)

Besuchsart/ Zeitfenster	Einstreu	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
K, 1. ZF	Gerste	2,566	0,022	2,522	2,611
	Weizen / Gerste gemischt	a			
	Weizen	2,77	0,022	2,726	2,813
K, 2. ZF	Gerste	2,209	0,037	2,135	2,283
	Weizen / Gerste gemischt	a			
	Weizen	2,539	0,029	2,482	2,595
V, 1. ZF	Gerste	a			
	Weizen / Gerste gemischt	a			
	Weizen	2,534	0,035	2,464	2,604
V, 2. ZF	Gerste	a			
	Weizen / Gerste gemischt	2,441	0,026	2,387	2,494
	Weizen	2,348	0,026	2,296	2,4

Abb. 47: Übersicht Ammoniak (n = Anzahl an Messungen; Einheit: ppm)**Tab. 71: Ergänzung Abb. 47: Übersicht Ammoniak** (n = Anzahl an Messungen; Einheit: ppm; Median = Percentile 50%)

		Kontrolle	Versuch
n		480	480
MW		13,56	12,12
SEM		0,25	0,36
SD		5,38	7,89
Min		4,00	2,50
Max		29,00	20,50
Percentile	25	9,00	7,50
	50	12,50	9,50
	75	17,50	13,00

Tab. 72: Ergänzung Abb. 28: Übersicht Ammoniak (MW \pm SEM) in ppm (n = Anzahl der Durchgänge)

Besuchsart	Zeitfenster	n	MW \pm SEM	SD
Kontrolle	1	6	15,11 \pm 0,3	4,67
Versuch	1	6	13,98 \pm 0,66	10,17
Kontrolle	2	6	12,02 \pm 0,36	5,6
Versuch	2	6	10,27 \pm 0,25	3,81

Tab. 73: Ergänzung zum Einfluss des Zeitfensters auf $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Basis für t-Test (n = Anzahl an Messungen; Einheit: ppm)

Besuchsart	Zeitfenster	n	MW \pm SEM	SD
Kontrolle	1	240	2,74 \pm 0,02	0,3
	2	240	2,48 \pm 0,03	0,4
Versuch	1	240	2,53 \pm 0,04	0,55
	2	240	2,36 \pm 0,02	0,35

Ergänzungen zu Staub**Tab. 74: Ergänzung Abb. 29: Staubwerte in mg/m³ in Abhängigkeit von der Temperatur** (n = Anzahl an Messungen; Median = Percentile 50%; ZF = Zeitfenster)

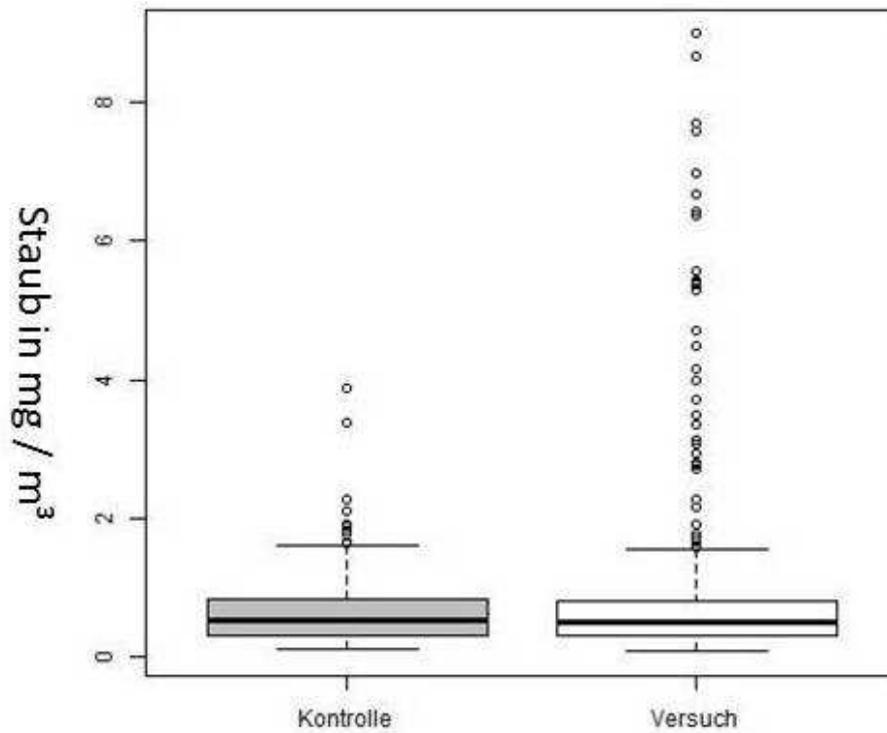
		< 15 ° C							
Messpunkt	ZF / Besuchsart	Min	Max	n	MW ± SEM	SD	Percentile		
							25%	50%	75%
1	ZF1 Kontrolle	0,20	1,11	20,00	0,53 ± 0,07	0,32	0,30	0,39	0,83
2	ZF1 Kontrolle	0,18	1,14	24,00	0,55 ± 0,07	0,34	0,31	0,38	0,86
3	ZF1 Kontrolle	0,23	1,11	16,00	0,54 ± 0,07	0,28	0,34	0,40	0,77
4	ZF1 Kontrolle	0,23	1,04	20,00	0,52 ± 0,07	0,30	0,27	0,37	0,81
5	ZF1 Kontrolle	0,23	1,11	20,00	0,53 ± 0,07	0,32	0,29	0,34	0,86
6	ZF1 Kontrolle	0,24	1,03	20,00	0,52 ± 0,07	0,30	0,27	0,36	0,84
7	ZF1 Kontrolle	0,22	0,99	20,00	0,51 ± 0,06	0,26	0,30	0,41	0,79
8	ZF1 Kontrolle	0,22	1,02	20,00	0,55 ± 0,06	0,26	0,32	0,49	0,79
1	ZF1 Versuch	0,13	2,95	25,00	1,21 ± 0,29	1,46	0,27	0,51	1,57
2	ZF1 Versuch	0,09	3,12	30,00	1,18 ± 0,3	1,66	0,23	0,52	1,41
3	ZF1 Versuch	0,13	1,40	20,00	1,03 ± 0,27	1,20	0,24	0,43	1,31
4	ZF1 Versuch	0,12	2,81	25,00	1,23 ± 0,36	1,78	0,22	0,46	1,32
5	ZF1 Versuch	0,10	2,71	25,00	1,12 ± 0,29	1,47	0,24	0,46	1,51
6	ZF1 Versuch	0,08	3,49	25,00	1,33 ± 0,38	1,90	0,21	0,42	1,65
7	ZF1 Versuch	0,10	1,39	25,00	1,42 ± 0,44	2,20	0,16	0,50	1,24
8	ZF1 Versuch	0,12	3,35	25,00	1,35 ± 0,42	2,12	0,19	0,51	1,51
1	ZF2 Kontrolle	0,95	2,11	10,00	1,7 ± 0,22	0,68	1,40	1,49	1,91
2	ZF2 Kontrolle	0,86	1,54	11,00	1,43 ± 0,14	0,45	1,25	1,37	1,52
3	ZF2 Kontrolle	0,77	1,88	9,00	1,38 ± 0,12	0,36	1,16	1,39	1,66
4	ZF2 Kontrolle	0,80	1,82	10,00	1,31 ± 0,09	0,29	1,13	1,31	1,44
5	ZF2 Kontrolle	1,06	1,78	10,00	1,34 ± 0,09	0,28	1,19	1,40	1,45
6	ZF2 Kontrolle	0,95	1,65	10,00	1,24 ± 0,07	0,22	1,06	1,22	1,41
7	ZF2 Kontrolle	1,01	1,78	10,00	1,24 ± 0,08	0,26	1,06	1,10	1,40
8	ZF2 Kontrolle	1,03	1,64	10,00	1,53 ± 0,27	0,86	1,05	1,16	1,64
1	ZF2 Versuch	0,43	1,42	15,00	0,82 ± 0,08	0,33	0,55	0,82	1,03
2	ZF2 Versuch	0,34	1,03	18,00	0,73 ± 0,05	0,21	0,59	0,81	0,90
3	ZF2 Versuch	0,34	1,11	12,00	0,73 ± 0,07	0,26	0,51	0,78	0,94
4	ZF2 Versuch	0,41	0,92	15,00	0,66 ± 0,04	0,17	0,51	0,72	0,79
5	ZF2 Versuch	0,35	1,15	15,00	0,65 ± 0,06	0,22	0,51	0,61	0,78
6	ZF2 Versuch	0,31	1,06	15,00	0,56 ± 0,06	0,23	0,38	0,49	0,69
7	ZF2 Versuch	0,34	1,00	15,00	0,58 ± 0,05	0,21	0,41	0,52	0,73
8	ZF2 Versuch	0,33	1,07	15,00	0,68 ± 0,06	0,22	0,50	0,65	0,84

		15 - 20 ° C							
Messpunkt	ZF / Besuchsart	Min	Max	n	MW ± SEM	SD	Percentile		
							25%	50%	75%
1	ZF1 Kontrolle	0,15	0,18	5,00	0,16± 0	0,01	0,16	0,16	0,17
2	ZF1 Kontrolle	0,13	0,19	6,00	0,17± 0,01	0,03	0,15	0,17	0,19
3	ZF1 Kontrolle	0,16	0,19	4,00	0,17± 0,01	0,01	0,16	0,17	0,18
4	ZF1 Kontrolle	0,13	0,16	5,00	0,16± 0,01	0,02	0,14	0,16	0,16
5	ZF1 Kontrolle	0,12	0,15	5,00	0,14± 0,01	0,02	0,13	0,14	0,15
6	ZF1 Kontrolle	0,12	0,16	5,00	0,14± 0,01	0,02	0,12	0,13	0,14
7	ZF1 Kontrolle	0,10	0,16	5,00	0,13± 0,01	0,02	0,11	0,13	0,14
8	ZF1 Kontrolle	0,15	0,16	5,00	0,16± 0,01	0,02	0,15	0,16	0,16
1	ZF1 Versuch								
2	ZF1 Versuch								
3	ZF1 Versuch								
4	ZF1 Versuch								
5	ZF1 Versuch								
6	ZF1 Versuch								
7	ZF1 Versuch								
8	ZF1 Versuch								
1	ZF2 Kontrolle	0,58	0,71	10,00	0,67± 0,04	0,13	0,61	0,66	0,69
2	ZF2 Kontrolle	0,49	0,68	12,00	0,61± 0,03	0,11	0,56	0,57	0,64
3	ZF2 Kontrolle	0,55	0,60	8,00	0,61± 0,05	0,14	0,55	0,58	0,60
4	ZF2 Kontrolle	0,39	0,60	10,00	0,56± 0,04	0,11	0,50	0,57	0,58
5	ZF2 Kontrolle	0,39	0,85	10,00	0,56± 0,04	0,13	0,46	0,54	0,62
6	ZF2 Kontrolle	0,40	0,62	10,00	0,51± 0,03	0,11	0,47	0,51	0,54
7	ZF2 Kontrolle	0,32	0,62	10,00	0,49± 0,03	0,08	0,45	0,49	0,54
8	ZF2 Kontrolle	0,50	0,76	10,00	0,62± 0,03	0,08	0,56	0,61	0,67
1	ZF2 Versuch	0,31	0,43	5,00	0,38± 0,02	0,05	0,36	0,38	0,42
2	ZF2 Versuch	0,30	0,42	6,00	0,36± 0,02	0,04	0,33	0,36	0,39
3	ZF2 Versuch	0,35	0,42	4,00	0,38± 0,01	0,03	0,35	0,37	0,40
4	ZF2 Versuch	0,31	0,34	5,00	0,33± 0,03	0,06	0,31	0,34	0,34
5	ZF2 Versuch	0,27	0,46	5,00	0,37± 0,03	0,08	0,32	0,40	0,43
6	ZF2 Versuch	0,29	0,37	5,00	0,33± 0,02	0,04	0,29	0,34	0,34
7	ZF2 Versuch	0,31	0,34	5,00	0,32± 0,03	0,06	0,31	0,33	0,34
8	ZF2 Versuch	0,31	0,42	5,00	0,36± 0,02	0,04	0,34	0,36	0,38

		> 20 ° C							
Messpunkt	ZF / Besuchsart	Min	Max	n	MW ± SEM	SD	Percentile		
							25%	50%	75%
1	ZF1 Kontrolle	0,24	0,34	5,00	0,32 ± 0,03	0,08	0,28	0,32	0,34
2	ZF1 Kontrolle	0,21	0,38	6,00	0,29 ± 0,03	0,07	0,23	0,28	0,36
3	ZF1 Kontrolle	0,25	0,32	4,00	0,29 ± 0,02	0,03	0,26	0,29	0,31
4	ZF1 Kontrolle	0,24	0,25	5,00	0,24 ± 0,02	0,04	0,24	0,25	0,25
5	ZF1 Kontrolle	0,23	0,25	5,00	0,24 ± 0,03	0,06	0,23	0,25	0,25
6	ZF1 Kontrolle	0,14	0,29	5,00	0,2 ± 0,03	0,06	0,16	0,19	0,24
7	ZF1 Kontrolle	0,20	0,27	5,00	0,2 ± 0,03	0,06	0,20	0,20	0,24
8	ZF1 Kontrolle	0,13	0,31	5,00	0,24 ± 0,03	0,08	0,19	0,27	0,31
1	ZF1 Versuch	0,20	0,35	5,00	0,27 ± 0,03	0,07	0,21	0,30	0,30
2	ZF1 Versuch	0,27	0,31	6,00	0,27 ± 0,02	0,05	0,27	0,28	0,29
3	ZF1 Versuch	0,21	0,31	4,00	0,26 ± 0,02	0,04	0,23	0,26	0,29
4	ZF1 Versuch	0,18	0,29	5,00	0,25 ± 0,02	0,04	0,23	0,25	0,28
5	ZF1 Versuch	0,17	0,21	5,00	0,21 ± 0,03	0,06	0,18	0,20	0,21
6	ZF1 Versuch	0,15	0,31	5,00	0,23 ± 0,03	0,06	0,19	0,24	0,28
7	ZF1 Versuch	0,18	0,25	5,00	0,21 ± 0,01	0,03	0,18	0,20	0,23
8	ZF1 Versuch	0,23	0,32	5,00	0,28 ± 0,02	0,04	0,26	0,28	0,30
1	ZF2 Kontrolle	0,45	0,83	10,00	0,62 ± 0,03	0,11	0,56	0,60	0,67
2	ZF2 Kontrolle	0,45	0,63	12,00	0,58 ± 0,04	0,13	0,49	0,57	0,62
3	ZF2 Kontrolle	0,56	0,60	8,00	0,6 ± 0,04	0,13	0,56	0,59	0,60
4	ZF2 Kontrolle	0,45	0,59	10,00	0,53 ± 0,02	0,06	0,49	0,53	0,56
5	ZF2 Kontrolle	0,38	0,73	10,00	0,56 ± 0,04	0,11	0,50	0,55	0,62
6	ZF2 Kontrolle	0,43	0,59	10,00	0,48 ± 0,02	0,07	0,44	0,45	0,55
7	ZF2 Kontrolle	0,37	0,55	10,00	0,48 ± 0,02	0,06	0,43	0,50	0,53
8	ZF2 Kontrolle	0,40	0,68	10,00	0,53 ± 0,03	0,09	0,47	0,52	0,62
1	ZF2 Versuch	0,52	0,65	10,00	0,6 ± 0,02	0,06	0,57	0,61	0,63
2	ZF2 Versuch	0,50	0,74	12,00	0,61 ± 0,02	0,07	0,56	0,62	0,66
3	ZF2 Versuch	0,49	0,69	8,00	0,6 ± 0,03	0,08	0,52	0,61	0,67
4	ZF2 Versuch	0,48	0,66	10,00	0,59 ± 0,02	0,06	0,54	0,60	0,64
5	ZF2 Versuch	0,37	0,62	10,00	0,52 ± 0,02	0,08	0,48	0,53	0,59
6	ZF2 Versuch	0,37	0,58	10,00	0,47 ± 0,02	0,06	0,41	0,48	0,50
7	ZF2 Versuch	0,31	0,53	10,00	0,43 ± 0,02	0,07	0,38	0,44	0,47
8	ZF2 Versuch	0,40	0,75	10,00	0,53 ± 0,04	0,11	0,43	0,53	0,57

Tab. 75: Ergänzung Tab. 23: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart*Einstreu des multiplen linearen Regressionsmodells ln(1 + Staub)
 (K = Kontrolle; V = Versuch; ZF = Zeitfenster; a = Diese Stufenkombination der Faktoren wurde nicht beobachtet, daher ist das entsprechende Randmittel nicht schätzbar)

Besuchsart/ Zeitfenster	Einstreu	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
K, 1. ZF	Gerste	0,141	0,003	0,135	0,148
	Weizen / Gerste gemischt	a			
	Weizen	0,372	0,013	0,347	0,398
K, 2. ZF	Gerste	0,418	0,009	0,399	0,436
	Weizen / Gerste gemischt	a			
	Weizen	0,615	0,016	0,582	0,648
V, 1. ZF	Gerste	a			
	Weizen / Gerste gemischt	a			
	Weizen	0,554	0,034	0,487	0,62
V, 2. ZF	Gerste	a			
	Weizen / Gerste gemischt	0,451	0,009	0,434	0,469
	Weizen	0,447	0,01	0,428	0,467

Abb. 48: Übersicht Staub (n = Anzahl an Messungen; Einheit: mg/m³)**Tab. 76: Ergänzung Abb. 48: Übersicht Staub in mg/m³** (n = Anzahl an Messungen; Median = Perzentile von 50)

		Kontrolle	Versuch
n		480	480
MW		0,63	0,83
SEM		0,02	0,05
SD		0,45	1,18
Min		0,10	0,08
Max		1,61	1,54
Perzentile	25	0,31	0,30
	50	0,53	0,49
	75	0,83	0,81

Tab. 77: Ergänzung Abb. 30: Übersicht Staub (MW \pm SEM) in mg/m³ (n = Anzahl der Durchgänge)

Besuchsart	Zeitfenster	n	MW \pm SEM	SD
Kontrolle	1	6	0,42 \pm 0,02	0,288843
Versuch	1	6	1,07 \pm 0,1	1,6250551
Kontrolle	2	6	0,84 \pm 0,03	0,4893968
Versuch	2	6	0,58 \pm 0,01	0,2146176

Tab. 78: Ergänzung zum Einfluss des Zeitfensters auf ln(1 + Staub), Basis für t-Test (n = Anzahl an Messungen; Einheit: mg/m³)

Besuchsart	Zeitfenster	n	MW \pm SEM	SD
Kontrolle	1	240	0,33 \pm 0,01	0,19
	2	240	0,58 \pm 0,01	0,23
Versuch	1	240	0,55 \pm 0,03	0,52
	2	240	0,45 \pm 0,01	0,13

Ergänzungen zur Mikrobiologischen Untersuchung

Tab. 79: Ergänzung zu verschiedene Tränkevarianten im Vergleich, ln(Gesamtkeimzahl), Basis für t-Test (n = Anzahl der Proben, Einheit: KBE/ml)

Tränke	n	MW ± SEM	SD
Nippelstrang	60	8,45 ± 0,15	1,173
Auffangschale	60	15,05 ± 0,23	1,772
Rundtränke	48	15,35 ± 0,24	1,636

Tab. 80: Ergänzung zum Einfluss des Zeitfensters auf ln(Gesamtkeimzahl), Basis für t-Test (n = Anzahl an Proben, Einheit: KBE/ml; ZF = Zeitfenster)

Probenart	ZF	n	MW ± SEM	SD
Nippelstrang	1	30	8,37 ± 0,24	1,34
Auffangschale	1	30	15,02 ± 0,12	0,68
Rundtränke	1	24	15,69 ± 0,13	0,63
Nippelstrang	2	30	8,52 ± 0,18	0,995
Auffangschale	2	30	15,09 ± 0,44	2,434
Rundtränke	2	24	15,02 ± 0,45	2,199

Tab. 81: Ergänzung Abb. 32: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KBE/ml: zusammenfassende Darstellung (n = Anzahl an Proben pro Durchgang, Einheit: KBE/ml; K = Kontrolle; V = Versuch)

Probenart	Zeitfenster	Besuchsart	n	MW ± SEM
Auffangschale	1	K	18	7703 ± 2829
Auffangschale	1	V	12	11419 ± 3536
Auffangschale	2	K	18	6600 ± 1851
Auffangschale	2	V	12	11958 ± 5387
Nippelstrang	1	K	18	3445000 ± 457045
Nippelstrang	1	V	12	5930833 ± 2272049
Nippelstrang	2	K	18	4640336 ± 793442
Nippelstrang	2	V	12	12408333 ± 2240889
Rundtränke	1	V	24	7676250 ± 806025
Rundtränke	2	V	24	8129178 ± 2463312

Tab. 82: Ergänzung zu verschiedene Tränkevarianten im Vergleich, $\ln(1 + \text{Enterobacteriaceae-Zahl})$, Basis für t-Test (n = Anzahl der Proben, Einheit: KBE/ml)

Tränke	n	MW \pm SEM	SD
Nippelstrang	60	0,49 \pm 0,17	1,31
Auffangschale	61	8,78 \pm 0,22	1,71
Rundtränke	49	8,02 \pm 0,19	1,36

Tab. 83: Ergänzung zum Einfluss des Zeitfensters auf $\ln(1 + \text{Enterobacteriaceae})$, Basis für t-Test (n = Anzahl an Proben, Einheit: KBE/ml; ZF = Zeitfenster)

Probenart	ZF	n	MW \pm SEM	SD
Nippelstrang	1	30	0,65 \pm 0,28	1,52
Auffangschale	1	31	8,69 \pm 0,37	2,03
Rundtränke	1	25	8,21 \pm 0,35	1,76
Nippelstrang	2	30	0,34 \pm 0,19	1,07
Auffangschale	2	30	8,88 \pm 0,24	1,32
Rundtränke	2	24	7,82 \pm 0,15	0,75

Tab. 84: Ergänzung Abb. 34: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KBE/ml: zusammenfassende Darstellung (n = Anzahl an Proben pro Durchgang, Einheit: KBE/ml; K = Kontrolle; V = Versuch)

Probenart	Zeitfenster	Besuchsart	n	MW \pm SEM
Auffangschale	1	K	19	15637 \pm 4176
Auffangschale	1	V	12	14000 \pm 5644
Auffangschale	2	K	18	15769 \pm 7091
Auffangschale	2	V	12	18833 \pm 5636
Nippelstrang	1	K	18	10,56 \pm 7,77
Nippelstrang	1	V	12	10,83 \pm 7,12
Nippelstrang	2	K	18	1,11 \pm 1,11
Nippelstrang	2	V	12	9,17 \pm 8,3
Rundtränke	1	V	25	9712 \pm 2672
Rundtränke	2	V	24	3271 \pm 554

Ergänzungen zu den Schlachtwerten**Tab. 85: Ergänzung Abb. 35: Schlachtwerte** (n = Anzahl untersuchter Tiere; Median = Perzentile 50%)

Gewicht in Gramm	Besuchsart	Geschlecht	n	min	max	MW ± SEM	SD	Perzentile			Anteil am Schlachtkörper
								25	50	75	
Lebendgewicht	Kontrolle	beide	80	2540	3680	3096 ± 27,62	247,05	2950	3100	3260	
		♂	40	2680	3680	3156 ± 34,34	217,17	2990	3130	3310	
		♀	40	2540	3440	3037 ± 41,59	263,02	2890	3050	3180	
	Versuch	beide	80	2560	3360	2873 ± 23,86	213,44	2730	2900	3030	
		♂	40	2580	3360	2909 ± 33,5	211,89	2780	2940	3070	
		♀	40	2560	3180	2837 ± 33,43	211,44	2700	2820	2990	

Schlachtgewicht	Kontrolle	beide	80	1748	2400	2099 ± 21,98	196,62	2003	2090	2222	
		♂	40	1830	2400	2140 ± 35,9	227,07	2021	2150	2260	
		♀	40	1748	2336	2057 ± 24,09	152,37	1966	2058	2169	
	Versuch	beide	80	1706	2230	1937 ± 18,72	167,44	1826	1958	2052	
		♂	40	1712	2230	1949 ± 23,82	150,66	1864	1963	2052	
		♀	40	1706	2210	1924 ± 29,07	183,83	1812	1955	2057	
Schenkel	Kontrolle	beide	80	398	584	484,5 ± 4,83	43,17	463	483	513	23,19%
		♂	40	432	584	495,4 ± 6,95	43,98	470	484	523	23,25%
		♀	40	398	562	473,6 ± 6,32	39,97	452	474	504	23,13%
	Versuch	beide	80	408	566	489,4 ± 5,1	45,66	452	496	518	25,33%
		♂	40	408	566	504,2 ± 6,76	42,76	472	510	540	25,95%
		♀	40	412	556	474,8 ± 6,98	44,16	448	478	502	24,70%

Brust	Kontrolle	beide	80	198	404	$300,6 \pm 5,32$	47,59	266	303	334	14,34%
		♂	40	198	388	$298,5 \pm 8,22$	51,98	271	298	338	13,95%
		♀	40	228	404	$302,7 \pm 6,85$	43,33	266	303	331	14,73%
	Versuch	beide	80	144	346	$243,9 \pm 5,19$	46,42	215	239	280	12,58%
		♂	40	144	346	$234,6 \pm 6,95$	43,98	208	229	267	12,08%
		♀	40	176	346	$253,1 \pm 7,51$	47,5	226	260	285	13,08%
Rest	Kontrolle	beide	80	1058	1908	$1459 \pm 25,78$	230,59	1261,5	1419	1665	69,63%
		♂	40	1058	1908	$1482 \pm 39,38$	249,09	1263,5	1431	1708	69,28%
		♀	40	1058	1880	$1436 \pm 33,38$	211,08	1258	1401	1621	69,98%
	Versuch	beide	80	952	1648	$1245 \pm 16,8$	150,28	1142	1238	1310	64,34%
		♂	40	952	1388	$1208 \pm 15,28$	96,65	1141	1198	1277	62,03%
		♀	40	1044	1648	$1283 \pm 28,94$	183,05	1142	1277	1396,5	66,65%

Tab. 86: Ergänzung Tab 26-30: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht des Regressionsmodells Schlachtwerte (alle Angaben in Gramm; Rest setzt sich zusammen aus Karkasse, Fett, Haut, Flügelpaar und Innereien; Anzahl untersuchter Tiere: 160)

Abhängige Variable	Besuchsart	Geschlecht	MW	SEM	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Lebendgewicht	Kontrolle	♀	3.036,75	41,59	2.952,63	3.120,87
		♂	3.156,00	34,34	3.086,55	3.225,45
	Versuch	♀	2.837,00	33,43	2.769,38	2.904,62
		♂	2.909,25	33,5	2.841,48	2.977,02
Schlachtgewicht	Kontrolle	♀	2.057,30	24,09	2.008,57	2.106,03
		♂	2.140,30	35,9	2.067,68	2.212,92
	Versuch	♀	1.924,50	29,07	1.865,71	1.983,29
		♂	1.948,55	23,82	1.900,37	1.996,73
Gewicht Brust	Kontrolle	♀	302,68	6,85	288,82	316,53
		♂	298,48	8,22	281,85	315,1
	Versuch	♀	253,1	7,51	237,91	268,29
		♂	234,65	6,95	220,59	248,71
Gewicht Schenkelpaar	Kontrolle	♀	473,6	6,32	460,82	486,38
		♂	495,4	6,95	481,33	509,47
	Versuch	♀	474,75	6,98	460,63	488,87
		♂	504,15	6,76	490,47	517,83
Gewicht Rest	Kontrolle	♀	1.435,95	33,38	1.368,44	1.503,46
		♂	1.482,33	39,38	1.402,66	1.561,99
	Versuch	♀	1.282,95	28,94	1.224,41	1.341,49
		♂	1.207,78	15,28	1.176,86	1.238,69

Tab. 87: Ergänzung Abb. 36 und Abb. 37: Blutwerte (n = Anzahl untersuchter Tiere; Median = Percentile 50%)

Blutparameter	Besuchsart	Geschlecht	n	min	max	MW ± SEM	SD	Perzentile		
								25	50	75
Hämatokrit	Kontrolle	beide	79	31	42	36,57 ± 0,32	2,80879	35	37	38
		♂	39	30	42	36,51 ± 0,46	2,86422	34,5	37	38,5
		♀	40	31	42	36,62 ± 0,44	2,78906	35	37	38
	Versuch	beide	76	33	44	38,12 ± 0,37	3,19152	37	38	40
		♂	40	32	44	37,48 ± 0,55	3,50082	35,5	37	40
		♀	36	36	43	38,83 ± 0,45	2,67795	38	38	40
Hämoglobin	Kontrolle	beide	79	5,63	7,48	6,51 ± 0,04	0,38716	6,22	6,5	6,82
		♂	39	5,63	7,48	6,45 ± 0,07	0,40781	6,16	6,43	6,795
		♀	40	5,77	7,41	6,57 ± 0,06	0,36153	6,32	6,52	6,82
	Versuch	beide	76	5,47	7,59	6,47 ± 0,06	0,50573	6,18	6,48	6,83
		♂	40	5,47	7,59	6,43 ± 0,09	0,59405	6,09	6,38	6,85
		♀	36	5,59	7,32	6,52 ± 0,06	0,38843	6,27	6,59	6,79

Immunglobulin Y	Kontrolle	beide	80	2,55	28,94	$15,95 \pm 0,73$	6,56	10,91	16,39	21,16
		♂	40	2,55	28,89	$15,29 \pm 1,06$	6,73	9,95	16,14	21,15
		♀	40	6,47	28,94	$16,6 \pm 1,01$	6,41	11,57	16,83	21,16
	Versuch	beide	80	1,29	30,28	$14,63 \pm 0,75$	6,7	9,54	14,43	18,82
		♂	40	1,29	23,69	$14,31 \pm 0,9$	5,67	9,88	14,04	18,66
		♀	40	1,96	30,28	$14,95 \pm 1,21$	7,66	8,31	14,43	20,08

Tab. 88: Ergänzung Tab 32 und 33: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht des Regressionsmodells Hämatokrit und Hämoglobin (Hämatokrit in %, Hämoglobin in mmol/l; Anzahl untersuchter Tiere: 155)

Abhängige Variable	Besuchsart	Geschlecht	MW	SEM	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Hämatokrit	Kontrolle	♀	36,625	0,441	35,733	37,517
		♂	36,513	0,459	35,584	37,441
	Versuch	♀	38,833	0,446	37,927	39,739
		♂	37,475	0,554	36,355	38,595
Hämoglobin	Kontrolle	♀	6,572	0,057	6,456	6,687
		♂	6,454	0,065	6,322	6,586
	Versuch	♀	6,514	0,065	6,383	6,646
		♂	6,43	0,094	6,24	6,619

Tab. 89: Ergänzung Tab 35: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht des Regressionsmodells Immunglobulin Y (Immunglobulin Y in mg/ml; Anzahl untersuchter Tiere: 160)

Abhängige Variable	Besuchsart	Geschlecht	MW	SEM	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Immunglobulin Y	Kontrolle	♀	16,601	1,013	14,552	18,65
		♂	15,291	1,064	13,139	17,443
	Versuch	♀	14,945	1,212	12,494	17,396
		♂	14,314	0,896	12,502	16,127

Tab. 90: Ergänzung Abb. 38: Femurparameter (n = Anzahl untersuchter Knochen; Median = Percentile 50%)

Parameter	Ein- heit	Besuchsart	Geschlecht	n	Nlinks	Nrechts	min	max	MW ± SEM	SD	Perzentile		
											25	50	75
Länge	mm	Kontrolle	beide	154	77	77	60,82	75,03	67,9 ± 0,22	2,76904	66,14	67,665	69,76
			♂	74	37	37	65,15	75,03	69,45 ± 0,29	2,49183	67,39	69,56	71,27
			♀	80	40	40	61,64	71,16	66,47 ± 0,24	2,18979	65,13	66,745	67,805
		Versuch	beide	135	68	67	62,79	74,16	68,75 ± 0,22	2,56033	66,8655	68,58	70,5433
			♂	64	33	31	63,9572	74,16	69,68 ± 0,36	2,8571	67,4524	70,0231	71,1843
			♀	71	35	36	64,643	71,8566	67,91 ± 0,23	1,92163	66,785	67,7418	68,9528
Breite	mm	Kontrolle	beide	160	80	80	5,16	9,15	7,26 ± 0,06	0,78294	6,66	7,245	7,84
			♂	80	40	40	5,99	9,15	7,29 ± 0,09	0,78512	6,685	7,14	7,905
			♀	80	40	40	5,16	8,98	7,23 ± 0,09	0,78437	6,615	7,255	7,82
		Versuch	beide	160	80	80	6	7,72	6,74 ± 0,04	0,46225	6,485	6,7078	6,9825
			♂	80	40	40	6	7,76	6,74 ± 0,05	0,4888	6,4558	6,6624	6,98
			♀	80	40	40	6,12	7,5438	6,74 ± 0,05	0,43718	6,5012	6,7332	7,0104

			beide	160	80	80	5,84	8,9	$7,22 \pm 0,05$	0,68298	6,66	7,2	7,775
			♂	80	40	40	6,02	8,9	$7,31 \pm 0,08$	0,69649	6,77	7,37	7,915
		Kontrolle	♀	80	40	40	5,84	8,84	$7,12 \pm 0,07$	0,66066	6,59	7,085	7,59
			beide	160	80	80	6,5	9,0678	$7,81 \pm 0,05$	0,65743	7,4638	7,87	8,2296
			♂	80	40	40	6,6294	9,02	$7,9 \pm 0,07$	0,64698	7,4942	7,9047	8,3058
Höhe	mm	Versuch	♀	80	40	40	6,5	9,0678	$7,73 \pm 0,07$	0,66135	7,4234	7,785	8,1794
			beide	160	80	80	177,72	285,73	$228,8 \pm 2,11$	26,6995	210,28	227,365	241,065
			♂	80	40	40	178,82	298,83	$232,3 \pm 3,36$	30,0246	210,74	228,805	246,49
		Kontrolle	♀	80	40	40	177,72	279,61	$225,3 \pm 2,52$	22,5479	209,895	225,58	240,11
			beide	160	80	80	170,07	300,39	$228,1 \pm 2,28$	28,8248	207,11	229,295	249,255
			♂	80	40	40	170,07	300,39	$231,6 \pm 3,38$	30,2574	209,605	233,33	253,14
Bruchfestigkeit	N	Versuch	♀	80	40	40	170,71	277,58	$224,7 \pm 3,03$	27,0635	206,76	226,87	242,075
			beide	160	80	80	1,31	2,76	$2,04 \pm 0,03$	0,33433	1,82	2,02	2,205
			♂	80	40	40	1,53	3,05	$2,13 \pm 0,04$	0,3476	1,895	2,04	2,36
		Kontrolle	♀	80	40	40	1,2	2,75	$1,94 \pm 0,03$	0,29322	1,725	1,98	2,16
			beide	160	80	80	1,44	2,96	$2,16 \pm 0,03$	0,42304	1,935	2,11	2,355
			♂	80	40	40	1,55	2,9	$2,2 \pm 0,06$	0,50696	1,955	2,115	2,43
Dehnung	mm	Versuch	♀	80	40	40	1,44	2,85	$2,12 \pm 0,04$	0,3161	1,91	2,09	2,325

Tab. 91: Ergänzung Tab 38-42: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht des Regressionsmodells Femurparameter (Länge, Breite und Höhe in mm, Bruchfestigkeit in Newton und Dehnung in mm; Anzahl untersuchter Knochen bei der Länge: 289, bei der Breite, Höhe, Bruchfestigkeit und Dehnung: 320)

Abhängige Variable	Besuchsart	Geschlecht	MW	SEM	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Länge	Kontrolle	♀	66,471	0,245	65,983	66,958
		♂	69,449	0,29	68,872	70,026
	Versuch	♀	67,913	0,228	67,458	68,368
		♂	69,685	0,357	68,971	70,399
Breite	Kontrolle	♀	7,229	0,088	7,054	7,403
		♂	7,293	0,088	7,119	7,468
	Versuch	♀	6,742	0,049	6,645	6,839
		♂	6,742	0,055	6,633	6,85
Höhe	Kontrolle	♀	7,124	0,074	6,976	7,271
		♂	7,308	0,078	7,153	7,463
	Versuch	♀	7,731	0,074	7,584	7,878
		♂	7,897	0,072	7,753	8,041
Bruchfestigkeit	Kontrolle	♀	225,292	2,521	220,274	230,31
		♂	232,299	3,357	225,617	238,981
	Versuch	♀	224,673	3,026	218,651	230,696
		♂	231,602	3,383	224,869	238,335
Dehnung	Kontrolle	♀	1,94	0,033	1,875	2,005
		♂	2,13	0,039	2,052	2,207
	Versuch	♀	2,12	0,035	2,049	2,19
		♂	2,2	0,057	2,087	2,313

Tab. 92: Ergänzung Abb. 39: Tibiotarsiparameter (n = Anzahl untersuchter Knochen; Median = Percentile 50%)

Parameter	Ein- heit	Besuchsart	Geschlecht	n	Nlinks	Nrechts	min	max	MW ± SEM	SD	Perzentile		
											25	50	75
Länge	mm	Kontrolle	beide	154			99,78	119,3	108,8 ± 0,29	11,9589	107,21	109,925	112,59
			♂	77	39	38	102,16	121,98	109,6 ± 1,89	16,5444	109,27	111,81	114,8
			♀	77	40	37	99,78	114,16	107,9 ± 0,41	3,56744	105,87	108,4	110,05
		Versuch	beide	158			101,33	119,355	110,8 ± 0	3,62395	108,204	110,719	113,54
			♂	79	40	39	104,673	119,355	112,4 ± 0,39	3,49957	109,411	112,624	114,903
			♀	79	40	39	101,33	115,849	109,3 ± 0,34	3,06022	107,17	109,144	111,81
Breite	mm	Kontrolle	beide	160	80	80	6,15	9,68	7,78 ± 0,07	0,87354	7,185	7,585	8,24
			♂	80	40	40	6,54	10,32	8,23 ± 0,1	0,89485	7,51	8,025	8,76
			♀	80	40	40	6,15	8,64	7,32 ± 0,06	0,5582	6,935	7,25	7,67
		Versuch	beide	160	80	80	6,61	9,0932	7,9 ± 0,05	0,6044	7,58	7,874	8,255
			♂	80	40	40	6,79	9,0932	7,96 ± 0,05	0,4848	7,64	7,91	8,2931
			♀	80	40	40	6,61	9,05	7,83 ± 0,08	0,70148	7,5265	7,81	8,2248

			beide	160	80	80	5,07	8,02	$6,59 \pm 0,05$	0,64785	6,15	6,435	6,97
			♂	80	40	40	5,89	8,55	$6,92 \pm 0,07$	0,63135	6,41	6,825	7,32
		Kontrolle	♀	80	40	40	5,07	7,33	$6,27 \pm 0,05$	0,47999	5,915	6,24	6,52
			beide	160	80	80	5,82	7,62	$6,73 \pm 0,04$	0,44642	6,5024	6,7305	6,975
			♂	80	40	40	5,6134	7,98	$6,75 \pm 0,06$	0,52585	6,477	6,7432	7,101
Höhe	mm	Versuch	♀	80	40	40	6	7,4422	$6,71 \pm 0,04$	0,35183	6,5278	6,7305	6,8961
			beide	160	80	80	130,31	256,33	$186 \pm 2,32$	29,3089	166,875	181,43	203,165
			♂	80	40	40	130,31	262,75	$193,6 \pm 3,51$	31,3845	175,22	192,645	210,83
		Kontrolle	♀	80	40	40	133,32	234,08	$178,5 \pm 2,8$	25,0797	163,165	175,93	191,585
			beide	160	80	80	115,92	253,38	$180,8 \pm 2,23$	28,172	161,715	177,115	200,55
			♂	80	40	40	130,89	253,38	$189 \pm 3,18$	28,467	166,6	184,855	208,685
Bruchfestigkeit	N	Versuch	♀	80	40	40	115,92	223,61	$172,6 \pm 2,85$	25,491	156,355	169,785	187,54
			beide	160	80	80	1,92	3,73	$2,82 \pm 0,05$	0,58228	2,535	2,76	3,015
			♂	80	40	40	1,98	4	$2,91 \pm 0,08$	0,71951	2,545	2,815	3,175
		Kontrolle	♀	80	40	40	1,92	3,41	$2,73 \pm 0,04$	0,38415	2,46	2,71	2,95
			beide	160	80	80	2,02	4,27	$3,07 \pm 0,04$	0,47028	2,665	3,07	3,38
			♂	80	40	40	2,18	4,2	$3,17 \pm 0,05$	0,44897	2,82	3,16	3,435
Dehnung	mm	Versuch	♀	80	40	40	2,02	4,27	$2,97 \pm 0,05$	0,47236	2,575	2,965	3,33

Tab. 93: Ergänzung Tab 45-49: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart* Geschlecht des Regressionsmodells Tibiotarsiparameter (Länge, Breite und Höhe in mm, Bruchfestigkeit in Newton und Dehnung in mm; Anzahl untersuchter Knochen bei der Länge: 312, bei der Breite, Höhe, Bruchfestigkeit und Dehnung: 320)

Abhängige Variable	Besuchsart	Geschlecht	MW	SEM	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Länge	Kontrolle	♀	107,919	0,407	107,11	108,729
		♂	109,622	1,885	105,867	113,377
	Versuch	♀	109,3	0,344	108,615	109,986
		♂	112,386	0,394	111,602	113,17
Breite	Kontrolle	♀	7,32	0,062	7,196	7,444
		♂	8,234	0,1	8,035	8,434
	Versuch	♀	7,832	0,078	7,676	7,988
		♂	7,959	0,054	7,851	8,067
Höhe	Kontrolle	♀	6,266	0,054	6,159	6,372
		♂	6,918	0,071	6,778	7,059
	Versuch	♀	6,714	0,039	6,636	6,792
		♂	6,754	0,059	6,637	6,871
Bruchfestigkeit	Kontrolle	♀	178,507	2,804	172,926	184,088
		♂	193,573	3,509	186,588	200,557
	Versuch	♀	172,553	2,85	166,88	178,226
		♂	189,015	3,183	182,68	195,35
Dehnung	Kontrolle	♀	2,728	0,043	2,643	2,814
		♂	2,912	0,08	2,752	3,072
	Versuch	♀	2,969	0,053	2,864	3,074
		♂	3,17	0,05	3,07	3,27

10. DANKSAGUNG

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Prof. Dr. M. Erhard für die Überlassung des Dissertationsthemas, sowie für die Übernahme der Endkorrektur.

Bei Frau Dr. E. Rauch und Frau Dr. S. Bergmann möchte ich mich für die Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Versuche sowie für die Erstkorrektur der Dissertation bedanken.

Allen Mitarbeitern und Praktikanten des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU München sei für ihre Unterstützung bei den Versuchsdurchführungen und den Stallwaschungen gedankt. Ein besonderer Dank geht an Herrn C. Strobl und Herrn H. Kuchler, die mir im Labor immer mit Rat und Tat zur Seite stand.

Frau F. Bader, die zeitgleich ihre Doktorarbeit im „Pekingenten-Projekt“ erstellt hat, sei für ihre Hilfsbereitschaft und Aufmunterungen herzlich gedankt.

Beim landwirtschaftlichen Betrieb möchte ich mich für die Mitwirkung und gute Zusammenarbeit bedanken.

Ein Dankeschön geht an Herrn Dr. K. Damme, Herrn R. Hein, Herrn F. Knäulein, Frau K. Zapf und alle Mitarbeiter der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen.

Für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials und bei der Erstellung des Ergebnis-Teils möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn S. Lenau bedanken.

Meiner Familie möchte ich für ihre Unterstützung, die mir das Studium und die Anfertigung dieser Arbeit ermöglicht haben von ganzem Herzen danken.

Zuletzt möchte ich meinen Freunden und Kollegen danken, die mich immer wieder angetrieben haben.