

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

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard

Einsatz von modifizierten Rundtränken als
tiergerechte Wasserversorgung für
Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und
ihr Einfluss auf Tierhygiene und verschiedene
Gesundheitsparameter

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

von
Nicola Christiane Hirsch
aus Heidelberg

München 2011

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. J. Braun

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

1. Korreferent: Univ.-Prof. Dr. M. Stangassinger

2. Korreferent: Univ.-Prof. Dr. R. Korbelt

3. Korreferent: Univ.-Prof. Dr. R. K. Straubinger

4. Korreferent: Univ.-Prof. Dr. B. Kaspers

Tag der Promotion: 30. Juli 2011

Ente gut - alles gut!

Inhaltsverzeichnis

Veröffentlichungen	VIII
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XIV
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	2
2.1 Die Pekingente	2
2.1.1 Stellung der Stammarten der Hausenten im zoologischen System	2
2.1.2 Von der Stockente zur Pekingente	2
2.1.3 Die amerikanische Pekingente	3
2.1.3.1 Allgemeines	3
2.1.3.2 Das Exterieur	3
2.1.4 Anpassung der Pekingente an Wasser	4
2.2 Die Entenproduktion	5
2.2.1 Entenproduktion im internationalen Vergleich	5
2.2.2 Entenproduktion in Deutschland	6
2.2.2.1 Entenhaltung in Deutschland und speziell in Bayern	6
2.2.2.2 Geflügel- und Entenversorgungsbilanz	7
2.2.2.3 Konsumverhalten und Preise von Entenfleisch in Deutschland	8
2.3 Die Haltung von Pekingenten	9
2.3.1 Verschiedene Haltungssysteme und -methoden von Pekingenten	9
2.3.2 Tränke- und Bademöglichkeiten in der Entenmast	10
2.4 Gesetzliche Regelungen hinsichtlich der Haltung von Pekingenten	13
2.5 Spannungsfeld zwischen deutschen Verbraucherwünschen, Erzeugerbedürfnissen und globaler Marktwirtschaft	14
2.6 Wasser	15
2.6.1 Medizinische Bedeutung des Wassers und die umweltabhängige Steuerung der Wasseraufnahme	15
2.6.2 Wasseraufnahme von Pekingenten in Zahlen	16

2.6.3	Wasser als Vektor von Krankheiten und Seuchen	17
2.6.4	Mikrobiologische Gefahrenquellen für Tränkwasser in der Geflügelmast	18
2.6.5	Rechtliche Rahmenbedingungen der tiergerechten Wasserversorgung und der mikrobiologischen Wasserqualität	19
2.7	Tränkwasseruntersuchung auf gesundheitsrelevante Keime	20
2.7.1	Gesamtkeimzahl	20
2.7.2	Enterobacteriaceae	21
2.7.3	Salmonellen	22
2.7.3.1	Allgemeines und biochemische Merkmale	22
2.7.3.2	Taxonomie	22
2.7.3.3	Salmonella Serovare, die bei Enten isoliert werden konnten . .	23
2.7.3.4	Direkter Salmonellennachweis	23
2.7.3.4.1	Isolierung	23
2.7.3.4.2	Identifizierung	24
2.7.3.5	Serologischer Antikörpernachweis von Salmonellen	24
2.7.3.6	Salmonellose des Menschen	25
2.7.3.7	Salmonellose der Ente	26
2.8	Stallklima	27
2.8.1	Temperatur	27
2.8.2	Luftfeuchtigkeit	28
2.9	Belastung der Stallluft durch Staub und Ammoniak	29
2.9.1	Staub	29
2.9.2	Ammoniak	31
2.9.3	Gesetzliche Regelungen und Bestimmungen zu Staub und Ammoniak .	33
2.10	Probeschlächtungen	34
2.11	Hämatokrit- und Hämoglobingehalt von Entenblut	36
2.11.1	Hämatokrit	36
2.11.2	Hämoglobin	37
2.11.3	Referenzwerte Hämatokrit und Hämoglobin	38
2.12	Abwehrsystem der Ente und Immunglobulin Y	38
2.13	Knochenbruchfestigkeit	41
2.13.1	Allgemeines zu Geflügelknochen und den Möglichkeiten zur Verringerung von Beinschäden	41
2.13.2	Lagerung von Knochen	42
2.13.3	Maße von Entenfemura und Ententibiotarsi	43
2.13.4	Knochenbruchfestigkeit bei Enten	44
2.14	Boniturparameter	44
2.14.1	Paddel	44
2.14.2	Augen	45

3	Tiere, Material und Methoden	47
3.1	Gegebenheiten und Untersuchungen, die bei allen drei Versuchsbetrieben übereinstimmen	47
3.1.1	Tiere	47
3.1.2	Zeitliche Vorgehensweise	48
3.1.3	Stallungen	48
3.1.4	Fütterung	49
3.1.5	Tränkwasserversorgung mittels Nippel- und Rundtränke	50
3.1.6	Mikrobiologische Wasseruntersuchungen	51
3.1.7	Messung der Staubwerte und Schadgase	52
3.1.8	Bonitur	53
3.1.9	Probeschlachtungen	55
3.1.10	Klima-, Wasser- und Wirtschaftsdaten sowie Mistprofile	56
3.1.11	Aufgetretene Krankheiten	57
3.2	Betriebsabhängige Gegebenheiten und Untersuchungen	57
3.2.1	Betrieb 1	57
3.2.1.1	Tiere	57
3.2.1.2	Zeitlicher Überblick über den Feldversuch in Betrieb 1	57
3.2.1.3	Stallbeschreibung	57
3.2.1.4	Staub- und Ammoniakwerte	60
3.2.1.5	Mikrobiologie Wasserproben	60
3.2.2	Betrieb 2	65
3.2.2.1	Tiere	65
3.2.2.2	Betriebsinterne und technische Probleme	65
3.2.2.3	Zeitlicher Überblick über den Feldversuch in Betrieb 2	65
3.2.2.4	Stallbeschreibung	65
3.2.2.5	Staub- und Ammoniakwerte	68
3.2.2.6	Mikrobiologie Wasserproben	68
3.2.3	Betrieb 3	72
3.2.3.1	Tiere	72
3.2.3.2	Zeitlicher Überblick über den Feldversuch in Betrieb 3	72
3.2.3.3	Stallbeschreibung	72
3.2.3.4	Staub- und Ammoniakwerte	73
3.2.3.5	Mikrobiologie Wasserproben	75
3.3	Durchgeführte Laboruntersuchungen	80
3.3.1	Mikrobiologische Wasseruntersuchungen	80
3.3.1.1	Labormaterialien	80
3.3.1.2	Quantitative Untersuchungen	81
3.3.1.3	Qualitative Salmonellenuntersuchung	82
3.3.1.4	Weiterführende Salmonellendifferenzierung	82

3.3.2	Blutparameter Hämoglobin und Hämatokrit	83
3.3.2.1	Blutentnahme und Aufbereitung der Proben	83
3.3.2.2	Hämatokrit-Messung	83
3.3.2.3	Hämoglobin-Messung	83
3.3.3	Bestimmung von Immunglobulin Y im Entenblutplasma	84
3.3.3.1	Verwendete ELISA-Reagenzien	84
3.3.3.2	Arbeitsschritte des Enten-IgY-Sandwich-ELISAs	85
3.3.4	Knochenbruchfestigkeit	86
3.3.4.1	Breite, Höhe und Länge der Knochen	87
3.3.4.2	Knochenbruchfestigkeit und Dehnung	87
3.4	Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	88
3.4.1	Multiples lineares Regressionsmodell	89
3.4.1.1	Regressionsmodell für Gesamtkeimzahl und Keimzahl an Enterobacteriaceae	90
3.4.1.2	Regressionsmodell für Ammoniak- und Staubwerte	90
3.4.1.3	Regressionsmodelle für die bei der Schlachtung erzielten Daten	91
3.4.1.3.1	Schlachtwerte	91
3.4.1.3.2	Blutwerte und Knochenparameter	92
3.4.2	Logistische Regression	92
3.4.2.1	Binäre logistische Regression	92
3.4.3	Das kumulative Regressionsmodell	93
4	Ergebnisse	95
4.1	Mikrobiologische Untersuchungen des Tränkwassers	95
4.1.1	Gesamtüberblick	95
4.1.2	Gesamtkeimzahl in KbE/ml	97
4.1.2.1	Statistische Untersuchungen	97
4.1.2.1.1	Die verschiedenen Tränkevarianten im Vergleich	97
4.1.2.1.2	Einfluss des Zeitfensters auf die Gesamtkeimzahl in KbE/ml	97
4.1.2.1.3	Einfluss der Tagestemperatur und -luftfeuchte auf die Gesamtkeimzahl in KbE/ml	98
4.1.2.2	Betriebs- und durchgangabhängige Darstellung der ermittelten Gesamtkeimzahlen in KbE/ml	99
4.1.2.3	Zusammenfassende betriebsabhängige Darstellung der ermittelten Gesamtkeimzahlen in KbE/ml	104
4.1.3	Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	105
4.1.3.1	Statistische Untersuchungen	105
4.1.3.1.1	Die verschiedenen Tränkevarianten im Vergleich	105
4.1.3.1.2	Einfluss des Zeitfensters auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	105

4.1.3.1.3	Einfluss der Tagestemperatur und -luftfeuchte auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	106
4.1.3.2	Betriebs- und durchgangabhängige Darstellung der ermittelten Anzahlen an Enterobacteriaceae in KbE/ml	107
4.1.3.3	Zusammenfassende betriebsabhängige Darstellung der ermittelten Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	111
4.1.4	Trinkwasseruntersuchung auf Salmonellen	112
4.1.5	Doppelproben	113
4.2	Staub	115
4.2.1	Betrieb 1	115
4.2.1.1	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite	115
4.2.1.2	Deskriptive Darstellung sämtlicher Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten	116
4.2.2	Betrieb 2	117
4.2.2.1	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite	117
4.2.2.2	Deskriptive Darstellung sämtlicher Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten	119
4.2.3	Betrieb 3	120
4.2.3.1	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite	120
4.2.3.2	Deskriptive Darstellung sämtlicher Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten	121
4.2.4	Betriebe im Vergleich	122
4.3	Ammoniak	124
4.3.1	Betrieb 1	124
4.3.1.1	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite	124
4.3.1.2	Deskriptive Darstellung sämtlicher Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten	125
4.3.2	Betrieb 2	126
4.3.2.1	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite	126
4.3.2.2	Deskriptive Darstellung sämtlicher Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten	128
4.3.3	Betrieb 3	129
4.3.3.1	Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite	129
4.3.3.2	Deskriptive Darstellung sämtlicher Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten	131

4.3.4	Betriebe im Vergleich	132
4.4	Probeschlachtungen	133
4.4.1	Schlachtwerte	134
4.4.2	Blutparameter	139
4.4.2.1	Hämatokrit und Hämoglobin	139
4.4.2.2	Immunglobulin Y	141
4.4.3	Knochenparameter	143
4.4.3.1	Femura	143
4.4.3.2	Tibiotarsi	148
4.5	Bonitur	152
4.5.1	Paddel	152
4.5.1.1	Hyperkeratose der Paddel	152
4.5.1.2	Paddelnekrose	156
4.5.2	Augen	159
4.5.2.1	Augenumgebung	159
4.5.2.2	Augenentzündung	161
4.5.2.3	Ulcus corneae	164
5	Diskussion	167
5.1	Bewertung der mikrobiologischen Untersuchungen des Tränkwassers	167
5.1.1	Quantitative Tränkwasseruntersuchung auf Gesamtkeimzahl in KbE/ml	167
5.1.2	Quantitative Untersuchung des Tränkwassers auf Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	169
5.1.3	Tränkwasseruntersuchung auf Salmonellen	170
5.1.4	Tränkwasseruntersuchung der Doppelproben auf ihre Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae-Anzahl in KbE/ml, unabhängig von den Salmonellenuntersuchungen	171
5.2	Stalltemperatur und Stallluftfeuchte	171
5.3	Staub	173
5.4	Ammoniak	175
5.5	Probeschlachtungen	178
5.5.1	Schlachtparameter	178
5.5.2	Blutparameter	179
5.5.2.1	Hämoglobin und Hämatokrit	179
5.5.2.2	Immunglobulin Y	180
5.5.3	Knochenparameter	181
5.6	Bonitur	182
5.6.1	Paddel	182
5.6.2	Augen	183
5.7	Schlussfolgerungen	184
6	Zusammenfassung	187

7 Summary	192
Literaturverzeichnis	196
Empfehlungen, freiwillige Vereinbarungen, Gesetzestexte, Orientierungsrahmen, Richtlinien und Verordnungen	211
Danksagung	215
Anhang	217

Veröffentlichungen

Teile dieser Dissertation wurden vorabveröffentlicht als:

- **Artikel:**

DAMME K., ZAPF K., HEYN E., BERGMANN S., HARNISCH N., HIRSCH N. UND ERHARD M. H. (2010) *Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten: Offene Tränken verteuern die Mast*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion **31**: 35–41.

- **Poster:**

BERGMANN S., HEYN E., DAMME K., ZAPF K., SCHWEIZER C., HARNISCH N., HIRSCH N. UND ERHARD M. H. (2010) Einsatz von modifizierten Rundtränken in der Pekingentemast – ein Feldversuch; 42. Internationale Tagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der DVG, 18. – 20. November 2010, Freiburg, In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2010, 250–252, KTBL, Darmstadt. ISBN 978-3-941583-41-2.

- **Vortrag:**

- HEYN E., BERGMANN S., DAMME K., ERHARD M.H. (2010) Tränkesysteme bei der Pekingente; 16. DVG-Tagung über Vogelkrankheiten, 4–6. März 2010, München, 183–192. ISBN 978-3-941703-60-5.
- BERGMANN S., HEYN E., DAMME K., ZAPF K., SCHWEIZER C., HARNISCH N., HIRSCH N. UND ERHARD M. H. (2010) Modified bell drinkers in the commercial Pekin duck production - A suitable water source?; 7th Joint Scientific Symposium of Veterinary Faculties of the Ludwig-Maximilians-University Munich & the T. C. Istanbul University, October 7–8 2010, Istanbul, Turkey.

Abbildungsverzeichnis

1	Stellung der Stammarten der Hausenten im zoologischen System nach PINGEL (2008)	2
2	Entenbestände (ab 200 Tieren) in Deutschland 2007 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011a)	7
3	Schematische Zeichnung des IgY von Enten (LUNDQVIST et al., 2006)	39
4	Faktoren, welche nach RATH et al. (2000) die Knochenstärke beeinflussen	42
5	Rundtränke AquaDuc T [®] der Firma Big Dutchman International GmbH	51
6	Wasserprobenziehung	52
7	Bonitur Nekrose der Paddel	54
8	Bonitur Augenumgebung	54
9	Auffangschalen	58
10	Stallübersicht Betrieb 1	59
11	Stallübersicht Betrieb 2	67
12	Gulliabdeckung Betrieb 3	73
13	Stallübersicht Betrieb 3	74
14	Belegung der 96-Loch-Mikrotiter-Platte	86
15	Vermessung Femur	87
16	Knochenbruchfestigkeitsuntersuchungen	88
17	Betrieb 1: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml	99
17	Fortsetzung: Betrieb 1: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml	100
18	Betrieb 2: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml	101
19	Betrieb 3: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml	102
19	Fortsetzung: Betrieb 3: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml	103
20	Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml: Zusammenfassende Darstellung	104
21	Betrieb 1: Untersuchung der Anzahlen an Enterobacteriaceae in KbE/ml	107
21	Fortsetzung: Betrieb 1: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml	108
22	Betrieb 2: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml	109
23	Betrieb 3: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml	110
24	Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml: Zusammenfassende Darstellung	111
25	Doppelproben	114
26	Übersicht Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1	117
27	Übersicht Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 2	119

28	Übersicht Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3	122
29	Übersicht Staub, Betriebe im Vergleich	123
30	Übersicht Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1 . . .	126
31	Übersicht Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 2 . . .	129
32	Übersicht Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3 . . .	131
33	Übersicht Ammoniak (MW ± SEM), Betriebe im Vergleich	132
34	Schlachtparameter	138
35	Hämatokrit und Hämoglobin	140
36	Immunglobulin Y	143
37	Femuraparameter	147
38	Tibiotarsiparameter	151
39	Bonitur Hyperkeratose der Paddel	152
39	Fortsetzung: Bonitur Hyperkeratose der Paddel	153
40	Bonitur Nekrose der Paddel	157
41	Bonitur Augenumgebung	159
42	Bonitur Augenentzündung	162
43	Bonitur Ulcus corneae	164

Tabellenverzeichnis

1	Weltweite Entenfleischerzeugung nach Kontinenten in 1.000 Tonnen nach EVANS (2009/2010)	6
2	Übersicht Entenmarktsituation (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011a)	6
3	Versorgungsbilanz für Geflügel- und Entenfleisch in Deutschland (BECK, 2010; MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2010b)	8
4	Preisentwicklung am Entenmarkt (BECK, 2009)	8
5	Tränkwasser- und Futterbedarf bei der Pekingentenmast 1. – 7. Mastwoche (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 2009)	16
6	Tränkwasserbedarf (Nippeltränken) von Mastpekingenten in Abhängigkeit von Futterbedarf und Umgebungstemperatur	17
7	Keimgehalt im Tränkwasser bei verschiedenen Tränkeformen nach NAGEL (1974)	19
8	Salmonella Serovare, die nach HENRY (2000) bei Enten isoliert werden konnten	23
9	Kulturmedien mit Selektivitätsgrad zur Isolierung und Differenzierung von Salmonellen nach DIN 58942-5 (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009)	24
10	Thermisch neutrale Zone von Pekingenten (NICHELMANN, 1987)	28
11	Übersicht über den Anteil der Teilstücke und der Schlachtausbeute von Pekingenten (Anzahl n = 60), in % des Schlachtgewichts nach RISTIC et al. (2006)	35
12	Schlachtgewicht von Grimaud-Frères-Enten in der sechsten Lebenswoche in Abhängigkeit von der Haltungsform nach ERISIR et al. (2009)	35
13	Schlachtgewicht in Abhängigkeit von der Tränkeform	36
14	Verschiedene Literaturangaben des mittleren Hämatokrits und der mittleren Hämoglobinkonzentration von Pekingentenblut	38
15	Enten-IgY Werte aus der Literatur	41
16	Knochenlängen- und breiten diverser Entenarten im Vergleich	43
17	Anzahl der am Feldversuch beteiligten Pekingenten	48
18	Übersicht Fütterung	49
19	Bonitur der Paddel	54
20	Bonitur der Augen	54
21	Zeitliche Übersicht Betrieb 1	61
22	Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 1	62

22	Fortsetzung: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 1	63
23	Übersicht Mikrobiologie Wasserproben Betrieb 1	64
24	Zeitliche Übersicht Betrieb 2	69
25	Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 2	70
26	Übersicht Mikrobiologie Wasserproben Betrieb 2	71
27	Zeitliche Übersicht Betrieb 3	76
28	Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 3	77
28	Fortsetzung: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 3	78
29	Übersicht Mikrobiologie Wasserproben Betrieb 3	79
30	Zentrale Prüfvorschrift für Femur und Tibiotarsus	88
31	Definition der festen Faktoren des Gesamtkeimzahlregressionsmodells	90
32	Definition der festen Faktoren des Staub- und Ammoniakregressionsmodells	91
33	Definition der festen Faktoren des Ulcus corneae-Modells	93
34	Gesamtübersicht über Gesamtkeimzahl und Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml aller Tränkeformen in den drei Versuchsbetrieben	96
35	Verschiedene Tränkevarianten im Vergleich	97
36	Einfluss des Zeitfensters auf die Gesamtkeimzahl	98
37	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(\text{Gesamtkeimzahl})$	98
38	Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml: Verschiedene Tränkevarianten im Vergleich	105
39	Einfluss des Zeitfensters auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	106
40	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Enterobacteriaceae})$	106
41	Aus dem Tränkwasser isolierte Salmonellen	112
42	Anteil Salmonella-positiver Proben in %	112
43	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, Betrieb 1	116
44	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, Betrieb 2	118
45	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, Betrieb 3	120
46	Ergänzender t-Test zu Abbildung 29: Übersicht Staub, Betriebe im Vergleich	123
47	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betrieb 1	124
48	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betrieb 2	127
49	Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betrieb 3	130
50	Ergänzender t-Test zu Diagramm 33: Übersicht Ammoniak, Betriebe im Vergleich	133
51	Übersicht Schlachtungsdurchgänge	133
52	Regressionsmodell Schlachtwerte	136
53	Ausgewählte Signifikanzen zu den Schlachtparametern	137
54	Regressionsmodell Hämatokrit und Hämoglobin	140

55	Ausgewählte Signifikanzen zu Hämatokrit und Hämoglobin	141
56	Regressionsmodell Immunglobulin Y	142
57	Ausgewählte Signifikanzen zu Immunglobulin Y	142
58	Regressionsmodell Femura	145
59	Ausgewählte Signifikanzen zu Femurparametern	146
60	Regressionsmodell Tibiotarsi	149
61	Ausgewählte Signifikanzen zu Tibiotarsiparametern	150
62	Binäres logistisches Regressionsmodell Hyperkeratose der Paddel	155
63	Besuchsunabhängige Häufigkeitsverteilung des Boniturmerkmals Nekrose der Paddel	156
64	Kumulatives logistisches Regressionsmodell Nekrose der Paddel	156
65	Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenumgebung Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert	160
66	Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenumgebung Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert	161
67	Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenentzündung Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert	163
68	Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenentzündung Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert	163
69	Binäres logistisches Regressionsmodell Ulcus corneae	166
70	Betriebsunabhängige Gesamtübersicht über die Gesamtkeimzahl in KbE/ml	167
71	Betriebsunabhängige Gesamtübersicht über die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml	169
72	Gemittelte Darstellung der Staubwerte	173
73	Ausgewählte β -Regressionskoeffizienten der multiplen linearen Staubregressionsmodelle (Tabellen 43, 44 und 45) im Vergleich	174
74	Gemittelte Darstellung der Ammoniakwerte	175
75	Ausgewählte β -Regressionskoeffizienten der multiplen linearen Ammoniakregressionsmodelle (Tabellen 47, 48 und 49) im Vergleich	176
76	Lebendgewicht der Enten in Vorgängerdoktorarbeiten mit der vorliegenden im Vergleich	178
77	Betriebs- und besuchsunabhängige Häufigkeitsverteilung des Boniturmerkmals Nekrose der Paddel	182

Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung
AS	Auffangschale
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
ca.	circa
cm	Zentimeter
d	Tag
DIN	Deutsches Institut für Normung
Diss. med. vet.	Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
dl	Deziliter
dt.	deutsche
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V.
E. coli	Escherichia coli
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
exp	Exponentialfunktion
F.	Femura
F1 – 2	Futterstrang 1 – 2
g	Gramm
h	Stunde(n)
ID	Infektionsdosis
Ig	Immunglobulin
I. E.	Internationale Einheit
i. d. R.	in der Regel
IL	Interleukin
K	Kontrolle
kDa	Kilo Dalton
kg	Kilogramm
KbE	Koloniebildende Einheit
k. g. A.	keine genauen Angaben
KI	Konfidenzintervalle
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

l	Liter
ln	Logarithmus naturalis Funktion
Lehrstuhl für Tier- schutz	Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tier- haltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians- Universität München (LMU)
LFGB	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch
LfL	Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen
LT	Lebenstag
m	Meter
MAFF	Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, United Kingdom
Max.	Maximum
MCHV	Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration
MCV	Mean Corpuscular Volume
m³	Kubikmeter
mg	Milligramm
Min.	Minimum
min	Minute
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mmol	Millimol
N	Newton
n	Anzahl
N1 – 4	Nippelstrang 1 – 4
NaCl	Natriumchlorid
NH₃	Ammoniak
n. s.	nicht signifikant
NT	Nippeltränke
NT-Seite	rundtränkenabgewandte Stallseite (längs)
n. v.	nicht verwendet
p	probability (= Signifikanzwert)
ppm	parts per million
R²	Bestimmtheitsmaß
RCF	relative Zentrifugalkraft
RL	Richtlinie
RT	Rundtränke
RT-Seite	rundtränkenzugewandte Stallseite (längs)
s	Sekunde
s.	signifikant
S.	Salmonella
SD	Standard Derivation (= Standardabweichung)

SE	Standard Error (= Standardfehler)
SEM	Standard Error of the Mean (= Standardfehler des Mittelwerts)
sonst.	sonstige
T.	Tibiotarsi
u. a.	unter anderem
μ	Mikro
o. b. B.	ohne besonderen Befund
USA	United States of America
V	Versuch
V.	Vena
vs.	versus
z	zentriert
ZF	Zeitfenster

1 Einleitung

Die Pekingente ist anatomisch, physiologisch und ethologisch an das Leben am und auf dem Wasser angepasst. Dieses Bedürfnis wird in den Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten (*Anas platyrhynchos*) des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung, welches im Juni 1999 angenommen wurde, berücksichtigt.

In Artikel 11 der Empfehlungen wird gefordert: "Der Zugang zu einem Auslauf und zu Badewasser ist notwendig, damit die Enten als Wasservögel ihre biologischen Erfordernisse erfüllen können. Wo ein solcher Zugang nicht möglich ist, müssen die Enten mit Wasservorrichtungen in ausreichender Zahl versorgt werden, die so ausgelegt sein müssen, dass das Wasser den Kopf bedeckt und mit dem Schnabel aufgenommen werden kann, sodass sich die Enten problemlos Wasser über den Körper schütten können. Die Enten sollten die Möglichkeit haben, mit ihrem Kopf unter Wasser zu tauchen."

Da es sich hierbei nur um eine Empfehlung handelt, hat es sich in der kommerziellen Entenmast noch nicht etabliert, den Enten Wasser in dieser Form zur Verfügung zu stellen. In Deutschland wird in zusätzlichen freiwilligen Vereinbarungen über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingenten in den Ländern Bayern (ausgelaufen am 31.12.2010), Niedersachsen (ausgelaufen am 31.12.2009) und Sachsen-Anhalt (unbefristet) nur zögerlich auf Bademöglichkeiten eingegangen. Die VEREINBARUNG DES NIEDERSÄCHSISCHEN MINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND DER NIEDERSÄCHSISCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNG AN DIE HALTUNG VON PEKINGMASTENTEN (2003) ging am weitesten. In ihr wurde konkret gefordert, bei Neu- und Umbauten von Ställen Wasserzu- und ablassmöglichkeiten einzubauen, die zumindest den Anschluss mehrerer Duscheinrichtungen ermöglichen. Gründe für die zögernde Umsetzung von Bademöglichkeiten sind zum einen hygienischer und zum anderen wirtschaftlicher Art. Aufbauend auf den Studien von HEUBACH (2007), NUSSER (2008), KOPP (2005), KÜSTER (2007), MANZ (2005) und REMY (2005), wurden in der vorliegenden Studie in drei kommerziellen Pekingentenmastbetrieben modifizierte Rundtränken nach Heyn und Erhard, die nun kommerziell unter dem Namen AquaDuc T[®] über die Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta (Deutschland) vertrieben werden, installiert und ihr Einfluss unter Praxisbedingungen auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter untersucht. Parallel hierzu wurde die Wirtschaftlichkeit der modifizierten Rundtränken durch die Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen, ermittelt. In der Dissertation HARNISCH (2012) wird auf das Tierverhalten eingegangen.

2 Literaturübersicht

2.1 Die Pekingente

2.1.1 Stellung der Stammarten der Hausenten im zoologischen System

Die Stockente wird als Stammart der Hausente betrachtet (RUDOLPH, 1975). Ihre zoologische Einordnung kann der Abbildung 1 entnommen werden.

<i>Ordnung:</i> Anseriformes (Gänseartige Vögel)
<i>Unterordnung:</i> Anseres
<i>Familie:</i> Anatidae (Gänse- und Entenvögel)
<i>Unterfamilie:</i> Anatinae (Entenverwandte)
<i>Tribus:</i> Cairinini (Glanzenten)
<i>Gattung:</i> Cairina (aufbaumende Ente)
<i>Art:</i> Cairina moschata (L.), Moschusente
<i>Tribus:</i> Anatini (Gründelenten)
<i>Gattung:</i> Anas (Schwimmente)
<i>Art:</i> Anas platyrhynchos (L.), Stockente

Abb. 1: Stellung der Stammarten der Hausenten im zoologischen System nach PINGEL (2008)

2.1.2 Von der Stockente zur Pekingente

Während die Moschusente als Stammart der von indianischen Völkern gezüchteten Hausente gilt, wird in der nördlichen Hemisphäre die Stockente als Stammart der Hausente betrachtet (RUDOLPH, 1975). Letztere wurde in Asien (Mesopotamien), Ostasien (China) und Mitteleuropa domestiziert. Die weltweit ersten Domestikationshinweise von Enten wurden in Form von Tonstatuetten gefunden, welche vermuten lassen, dass die Domestikation der Ente bereits vor 4.000 bis 10.000 Jahren, und zwar in der Neusteinzeit, begonnen hat (WUCHENG, 1988).

Bedingt durch die unterschiedlichen Domestikationsgebiete, sind nach DÜRINGEN (1923) zwei voneinander abweichende Typen von Hausenten aus der Stockente entstanden:

1. Die Landente,
die sich durch ihr schwereres Gewicht auszeichnet, der Stockente in Gestalt und Form jedoch nach wie vor ähnelt und als Grundlage der meisten heutigen Rassen (PINGEL, 1994), wie auch der Amerikanischen Pekingente (TEUBNER und SCHÖNFELDT, 2004), anzusehen ist.
2. Die Pinguinente,
welche durch eine steilere, aufrechtere Körperhaltung charakterisiert ist. Ihr werden zum Beispiel die Japanische Ente, die Indische Laufente (RUDOLPH, 1975) und die Deutsche Pekingente (PINGEL, 1994) zugerechnet.

1873 wurde die Pekingente von China nach Connecticut (USA) importiert (SENTHIL KUMAR et al., 2009), 1874 nach England (PINGEL, 1994). Nach OSWALD (2000) führte 1877 Heinrich Marten aus Lehrte die Pekingente von London nach Deutschland ein. PINGEL (1994) vermutet, dass sie aus den USA über Frankreich (Paris) nach Deutschland gekommen ist. Von der amerikanischen Pekingente unterscheidet sich die deutsche Pekingente durch ihren aufgereckten Rumpf und ihre hohe Stirn (OSWALD, 2000).

2.1.3 Die amerikanische Pekingente

2.1.3.1 Allgemeines

Die amerikanische Pekingente, in welche während den 1870er Jahren innerhalb der USA noch die Aylesburyente hineingezüchtet worden ist (SCHOLTYSEK, 1978), wird häufig auch nur als Pekingente bezeichnet (PINGEL, 1994). Sie zählt in Europa, zusammen mit der Moschusente, zu den Entenrassen mit der größten wirtschaftlichen Bedeutung. Diese ist unter anderem in der guten Mastleistung der Pekingente begründet. Durch das Kreuzen von vier Zuchtlinien wird bei ihr innerhalb von sieben Wochen ein Endgewicht von 3,2 – 3,5 kg bei einem Futteraufwand von 2,2 – 2,5 kg erreicht (PINGEL, 2008).

2.1.3.2 Das Exterieur

Der Rumpf der amerikanischen Pekingente ist langgestreckt und nach vorne leicht aufgerichtet. Infolgedessen fällt ihr Rücken, der breit, ein wenig gewölbt und nicht zu kurz sein sollte, leicht ab. Die verlangte angerundete Form der amerikanischen Pekingente entsteht durch ihre volle und breite Brust, die gut eingebauten Flügel und den füllig erscheinenden Bauch.

Der Schwanz soll geschlossen und waagrecht getragen werden und so die Hinterpartie abschließen. Ihr Hals wird verhältnismäßig dünn, nicht zu lang und schön gebogen, jedoch nicht S-förmig erwünscht. Die Form des Kopfes wird eher länglich als rund verlangt. Der Schnabel soll lang und breit, von hellgelber bis orangener Farbe mit weißer Bohne, die Augenfarbe hingegen dunkel sein. Die amerikanische Pekingente kommt lediglich in einem rein weißen Farbschlag vor (SCHMIDT, 1996).

2.1.4 Anpassung der Pekingente an Wasser

Im Hinblick auf die Stockente weist die Pekingente, wahrscheinlich durch selektiven Einfluss bedingt, unterschiedliche Verhaltensweisen, wie die Auflösung der Paarbindung, die Flugunfähigkeit, den Verlust des Brutvermögens, die verringerte Aggressivität und das verminderte Fluchtverhalten gegenüber dem Menschen, auf (REITER, 1997). Trotz dieser Unterschiede ist auch die Pekingente an das Leben am und auf dem Wasser angepasst:

- **Anatomische Anpassung**

Das Schwimmvermögen der Pekingente beruht auf ihren kräftigen Schwimmbeinen, den drei Vorderzehen, welche mit Schwimmhäuten verbunden sind, der Pneumazität ihrer Knochen und dem voluminösen, stark mit Luft infiltrierte Gefieder.

Das Deckgefieder weist eine besondere Struktur und Verzahnung auf. Es schützt so vor Durchnässung. Die Daunenfedern hingegen isolieren gegenüber kaltem Wasser. Einen ergänzenden Nässeschutz bieten zum einen das ölige Sekret der Bürzeldrüse, welches die Pekingente täglich in ihr Gefieder einreibt, und zum anderen die elektrostatische Aufladung des Gefieders, welche durch die regelmäßige Ausübung der Putzbewegung entsteht. Das Sekret der Bürzeldrüse hält zusätzlich das Gefieder geschmeidig, allerdings nur bei regelmäßigem Körperkontakt mit Wasser (PINGEL, 2008). Trotz der Anpassung der Pekingente an das Wasser besitzt sie eine mittlere Laufgeschwindigkeit von 0,3 – 0,6 m/s (REITER, 1997).

- **Physiologische Anpassung**

Auch der Nahrungserwerb von Enten ist an die unterschiedlichen Umgebungen angepasst, er wird in die folgenden Techniken differenziert: Gründeln, Seihen, Picken, Grasens, Abreißen und Zerbeißen (ZWEERS, 1974).

Während der Nahrungsaufnahme spielt der Geschmackssinn bei Geflügel eine große Rolle, bei Hausenten wird dieser zusätzlich durch Feuchtigkeit im Futter unterstützt (REITER, 1997).

Die Zeit der Futteraufnahme ist bei Mastenten aufgrund der Futterverabreichung im Vergleich zur Stockente, die bis zu 60 % ihres Tages für die Nahrungssuche einsetzt, reduziert. Bei beiden ist jedoch die Fressphase in Trinkphasen, die durchschnittlich 56,4 Sekunden dauern, eingebettet (REITER et al., 1991). Wenn die Wasserquelle es erlaubt,

ist außerdem sowohl bei der Hausente als auch bei der Mastente neben dem Trinken das Seihen im Wasser innerhalb der Trinkphasen am Ende der Mahlzeiten feststellbar (REITER et al., 1991). Während des Seihens wird durch Schnabel- und Zungenbewegungen ein Unterdruck im Schnabel erzeugt, sodass Nahrungsteilchen mit dem Wasser in den Schnabel hineinströmen können. Beim Schließen des Schnabels filtern Lamellen im Schnabel Nahrungsteilchen heraus. Gleichzeitig tritt das Wasser seitlich aus dem Schnabel aus (ZWEERS et al., 1976).

Eine weitere physiologische Anpassung des Körpers der Pekingente an das Wasser stellt ihr arteriovenöses Austauschsystem in Schnabel, Beinen und Füßen dar. Dieses trägt, sofern eine Schwimm- oder Badegelegenheit vorhanden ist, zur Abkühlung bei (PINGEL, 2002).

- **Ethologische Anpassung**

Das Komfortverhalten von Enten, welches zwischen 10 und 15 % der gesamten Tageszeit in Anspruch nimmt (PINGEL, 2002), ist eng mit dem Wasser, sofern möglich, verknüpft. Das Wasser wird sowohl zum Baden als auch zum Waschen der Federn und des Schnabels genutzt. Hierzu taucht die Ente ihren Schnabel in das Wasser und bläst sowohl Luft als auch Wasser durch die Schnabellöcher hindurch (REITER, 1997). Stockentenküken zeigen bereits im Alter von 1-2 Tagen Komfortverhalten, welches an Wasser gebunden ist. Sie schütteln ihren Körper im Wasser und tauchen in dieses ihren Kopf (MCKINNEY, 1965).

2.2 Die Entenproduktion

2.2.1 Entenproduktion im internationalen Vergleich

Hausenten werden weltweit gehalten und vielseitig genutzt. Neben Fleisch werden auch Federn und Eier vermarktet. So macht in einigen Ländern, vor allem in Ost- und Südostasien, der Enteneierverbrauch am gesamten Eiverbrauch über 30 % aus (PINGEL, 2008). Diese Esstradition, vor allem die herausragende Rolle des Entenfleisches in der chinesischen Küche, und die Integrationsmöglichkeiten der Entenproduktion in die Reis- und Teichwirtschaft erklären, weshalb 2007 über 80 % des weltweit erzeugten Entenfleisches im asiatischen Raum, vor allem in China, produziert wurden (PINGEL, 2008; MULDER, 2009). In der Pro-Kopf-Produktion an Entenfleisch führen Ungarn und Frankreich mit 4 kg, gefolgt von Taiwan mit etwa 3 kg und China mit etwa 1,5 kg (PINGEL, 2008). In Schlachtgewicht ausgedrückt, produzierten im Jahr 2008 Frankreich 260.000 t und Ungarn 49.000 t Entenfleisch. Da jedoch Deutschland 2008 eine Entenfleischproduktion von 69.000 t verzeichnete, ist Deutschland innerhalb der EU deutlich das Produktionsland Nummer 2 und hat Ungarn hinter sich gelassen (BECK, 2009). Die nachfolgende Tabelle 1 verdeutlicht erneut die herausragende Rolle Asiens in der Entenproduktion und zeigt auch, dass die Entenfleischerzeugung weltweit zwischen

den Jahren 2002 und 2007 um etwa 24 % gesteigert werden konnte. PINGEL (2009) spricht sich allgemein für eine noch weitere Steigerung der Wassergeflügelproduktion aus, um den weltweiten Ernährungsstandard und die Nahrungsmittelsicherheit zu verbessern. Denn die Wassergeflügelproduktion bringt die folgenden Vorteile mit sich, welche es zu nutzen gilt:

- Das Futter von Wassergeflügel steht nicht mit menschlicher Nahrung in enger Konkurrenz.
- Wassergeflügel verträgt im Gegensatz zu Hühnergeflügel heißes, feuchtes Klima viel besser.
- Das Fleisch von Wassergeflügel besitzt einen hohen Ernährungswert, bedingt durch seine essentiellen Aminosäuren und mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Tab. 1: Weltweite Entenfleischerzeugung nach Kontinenten in 1.000 Tonnen nach EVANS (2009/2010) (* Ozeanien ist eine Bezeichnung, welche die Inselwelt des Pazifiks kulturell und wirtschaftlich zu einem Kontinent zusammenfasst)

	1997	2002	2007
Asien	1.862	2.560	3.327
Europa	350	464	430
Amerika	92	97	129
Afrika	54	57	58
Ozeanien*	7	10	11
Weltweit	2.365	3.187	3.955

2.2.2 Entenproduktion in Deutschland

2.2.2.1 Entenhaltung in Deutschland und speziell in Bayern

Das Statistische Bundesamt erhebt alle zwei Jahre die nachfolgenden Daten, welche einen Überblick über die Situation der Entenhaltung in Deutschland bieten. Die Zahlen für Bayern werden gesondert aufgeführt, weil die Untersuchungen dieser Arbeit hier schwerpunktmäßig durchgeführt wurden.

Tab. 2: Übersicht Entenmarktsituation (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011a) (In die Statistik fließen nur Betriebe ab 200 Enten ein)

	1999	2001	2003	2005	2007
Gehaltene Enten, Deutschland	1.926.706	2.184.660	2.626.048	2.352.200	2.617.858
Entenhalter, Deutschland	9.870	9.108	8.956	8.400	8.184
Gehaltene Enten, Bayern	218.657	171.296	182.329	91.800	252.939
Entenhalter, Bayern	1.579	1.264	1.115	900	2.196

Eine Übersicht über die deutschlandweite Verteilung der 8.184 Entenhalter im Jahr 2007 liefert die folgende Karte:

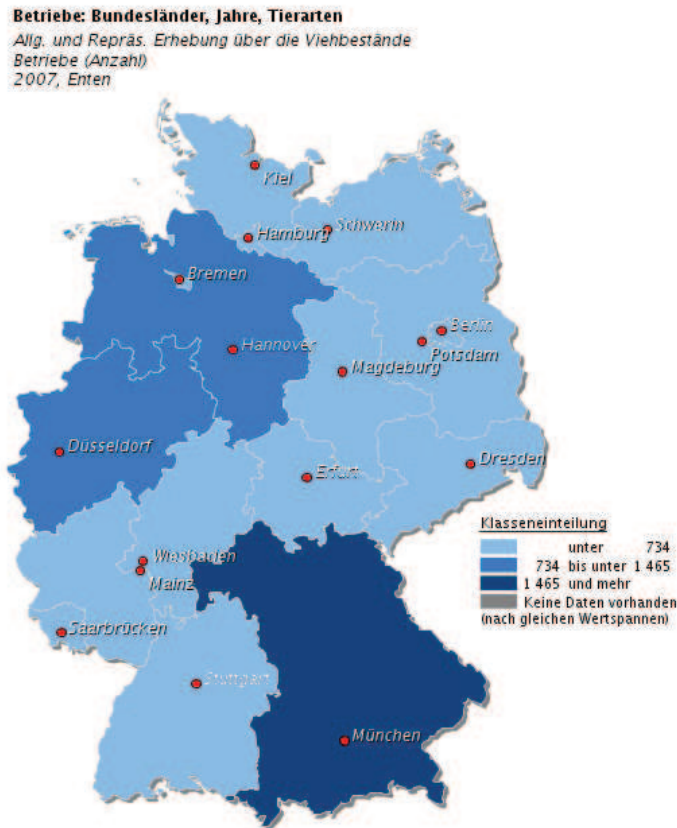


Abb. 2: Entenbestände (ab 200 Tieren) in Deutschland 2007 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011a)

2.2.2.2 Geflügel- und Entenversorgungsbilanz

Der deutsche Geflügelfleischmarkt wächst. Sowohl Verbrauch als auch Produktion legten im Jahr 2009 im Vergleich zum Vorjahr nochmals zu. Der Pro-Kopf-Verbrauch in kg an Geflügelfleisch lag 2009 in Deutschland bei 18,6 kg. Der Verbraucher konsumierte vorwiegend Hühnerfleisch (11,3 kg pro Kopf) und Putenfleisch (6,0 kg pro Kopf). Lediglich 1 kg der 18,6 kg entfielen auf Entenfleisch (MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2010b). DAMME (2009) errechnete für Deutschland 2008 sogar einen Pro-Kopf-Verbrauch von 1,1 kg Entenfleisch. Je Einwohner berechnet sind dies 100 g mehr als 2007, verglichen mit 2006 sogar 300 g. Diesen Bedarf an Entenfleisch konnte Deutschland durch eigene Produktion von 62.492 t im Jahr 2009, (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c), welche sich vor allem auf Niedersachsen (Weser-Ems), Brandenburg (Oderbruch) und mit deutlichem Abstand auch auf Bayern konzentriert (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011a; PINGEL, 2008), nicht decken. Obwohl Deutschland 2009 mit einem Entenselbstversorgungsgrad

von 86,5 % einen neuen Höchstwert erreichte, liegt dieser nach wie vor deutlich unter der 100-Prozent-Marke (BECK, 2010). Daher wurden 2008 beispielhaft 16.370 t ganze Tiere (einschließlich Hälften und Vierteln) aus der EU und 1 t aus Drittländern importiert. Hauptlieferanten waren Ungarn, gefolgt von Frankreich (BECK, 2009).

Tab. 3: Versorgungsbilanz für Geflügel- und Entenfleisch in Deutschland (BECK, 2010; MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2010b) (Die Angaben erfolgen jeweils in 1.000 t Schlachtgewicht)

	Geflügelfleisch				Entenfleisch			
	2007	2008	2009	± Vorjahr	2007	2008	2009	± Vorjahr
Bruttoeigenerzeugung	1.273,0	1.391,0	1.424,1	+ 2,4	63,6	67,1	69,2	+ 3,2
Nettoerzeugung	1.151,0	1.274,0	1.315,2	+ 3,2	62,0	66,0	67,5	+ 2,3
Einfuhr, Fleisch	852,3	815,5	822,1	+ 0,8	39,0	35,7	33,8	- 5,2
Ausfuhr, Fleisch	539,6	589,1	616,2	+ 4,6	18,1	21,0	21,4	+ 1,5
Verbrauch	1.463,8	1.500,5	1.521,2	+ 1,4	82,9	80,6	79,9	- 0,8
Verbrauch je Kopf, kg	17,8	18,3	18,6	+ 1,6	1,0	1,0	1,0	- 0,8
Selbstversorgungsgrad %	87,0	92,7	93,6	-	76,8	83,2	86,5	-

2.2.2.3 Konsumverhalten und Preise von Entenfleisch in Deutschland

Der Verbraucher konsumiert Entenfleisch als Saisongeflügelprodukt vorwiegend im vierten Quartal des Jahres (MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2009a). Obwohl 2008 eher auf gefrorene als auf frische Enten zugegriffen wurde (MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2010a), spielen traditionsgemäß bei Enten die "sonstigen Einkaufsstätten" wie Metzgerei, Wochenmarkt und Erzeuger, eine große Rolle (MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2009a). Verbraucher mussten für Enten 2009 mehr zahlen als im Jahr zuvor. So kostete im Oktober 2009 ein frischer, ganzer Entenschlachtkörper 4,27 Euro je kg, 22 Cent mehr als 2008. Der Preis für gefrorene Enten hingegen lag bei 2,90 Euro je kg, das sind 12 Cent mehr als vor Jahresfrist (MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL, 2009b). Die Preisentwicklung am Entenmarkt wird durch die folgende Tabelle verdeutlicht:

Tab. 4: Preisentwicklung am Entenmarkt während der Saison (Oktober – Dezember) (BECK, 2009)* (Der Gesamtjahresdurchschnitt lag bei 2,67 Euro/kg)

	2004	2006	2008
Schlachtereiabgabepreise für dt. Enten Euro/kg, bratfertig, gefroren	2,05	2,18	2,90*
Verbraucherpreise für Enten Euro/kg, bratfertig, gefroren	2,23	2,32	2,69

2.3 Die Haltung von Pekingenten

2.3.1 Verschiedene Haltungssysteme und -methoden von Pekingenten

Ein wichtiger Erfolgsschlüssel für die Entenmast sind die Haltungsbedingungen, denn die Qualität der Haltung entscheidet über den Gesundheitsstatus der Tiere. Gleichzeitig beeinflusst die Haltungsform die maximale Ausnutzung der Genetik, ermöglicht gegebenenfalls das Ausüben von lebenswichtigen Verhaltensweisen und sorgt für das Wohlbefinden (PINGEL, 2008).

Allgemein können bei Pekingenten nach PINGEL (2008) drei unterschiedliche Haltungssysteme differenziert werden:

- Stallhaltung ohne Auslauf
- Stallhaltung mit begrenztem oder befestigtem Auslauf mit oder ohne Bademöglichkeit
- Freilandhaltung mit einfachem Stall/Schutzhütte mit oder ohne Zugang zu Gewässern (begrenzt auf Vegetationsperiode)

Die Haltung von Pekingenten kann jedoch statt nach Haltungssystem auch nach Haltungsmethode untergliedert werden. Folgende Mastarten sind für Enten nach einer etwa drei- bis vierwöchigen Warmaufzucht bekannt (PINGEL, 2008):

- Kurz- oder Schnellmast
Sie wird bei Stallhaltung mit und ohne Auslauf sowohl mit als auch ohne Bademöglichkeit durchgeführt und dauert bei Pekingenten zwischen sechseinhalb und sieben Wochen. Die Kurzmast erfreut sich großer Beliebtheit, da kurz vor Einsetzen der ersten Jugendmauser die Tiere bereits 70 – 80 % ihres Endgewichts erreicht haben. Im Anschluss an die erste Jugendmauser wachsen die Tiere nur noch langsam, verbunden mit hohem Futteraufwand. Folglich ist diese Mastart futtersparend.
- Mittel- oder intensive Weidemast
Werden die Enten kurz vor Einsetzen der zweiten Jungtiermauser geschlachtet, etwa in der 12,5. bis 14. Lebenswoche, so spricht man von Mittelmast. Da sie in der Regel mit einer intensiven Nutzung von Weideflächen verbunden ist, wird sie auch intensive Weidemast genannt.
- Lang- oder extensive Weidemast
Bei der extensiven Weidemast wird bis zu einem Alter von 30 – 32 Wochen der Tiere Weidehaltung betrieben. Dieser Mastart folgt in der Regel noch etwa über einen Zeitraum von vier Wochen eine intensive Ausmast oder Fettmast. Die Tiere werden dabei auf Tiefstreu gehalten.

Das DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V. (2000) stellt allgemeine, grundlegende Empfehlungen zur Entenmast, unabhängig von Haltungssystem und -methode, in Form eines Merkblatts zur Verfügung.

2.3.2 Tränke- und Bademöglichkeiten in der Entenmast

Der Zugang zu Tränkwasser in der Mastphase bei Enten kann konventionell über offene Gefäße, Nippeltränken und/oder offene Badewasserflächen ermöglicht werden. Das KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (2009) unterscheidet hierbei wie folgt:

- **offene Tränken**

- Rinnentränke

- Rinnentränken für Enten sind 8 cm tief, besitzen einen rinnenartigen, U-förmigen Querschnitt und einen ständigen Wasserdurchlauf (PINGEL, 2002).

- Rundtränken

- Rundtränken werden überwiegend hängend installiert und besitzen die Form einer Glocke, an der Wasser ohne Bildung von Spritzwasser herunterlaufen kann (BIG DUTCHMAN, 2004). Der untere Rand der Rundtränken ist zu einer Rinne ausgebildet, die größenabhängig unterschiedlich tief ist.

Beide Tränken gehören zu den automatischen Tränken. Vorteilhaft an ihnen sind ihr hoher Wasserdurchfluss und ihre permanente Bereitstellung von ausreichend Trinkwasser. Der Nachteil beider Tränken, welcher allgemein bei offenen Tränkesystemen besteht, liegt in der Gefahr der Verunreinigung durch Kot. Daher ist eine tägliche Reinigung der Tränken unabdingbar, wobei das entstehende Reinigungswasser aufgefangen und manuell aus dem Stall gebracht werden muss. Feuchte Einstreu wird durch eine exakte Füllstandshöhe und eine individuelle Höhenanpassung an das Wachstum verhindert (DAMME und HILDEBRAND, 2002).

- **Nippeltränken**

Nippeltränken bei Enten besitzen einen um 360 Grad beweglichen Nippel (LUBING MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG, 2006/07), der einen bis zu 100 ml/min starken Wasserdurchfluss gewährleisten kann (BIG DUTCHMAN, 2004). Jeder Nippel kann zusätzlich eine Tropfwasser-Auffangschale besitzen. Entsprechende Ventile ermöglichen heute eine fast wartungsfreie, immer frische, geschlossene Tränkwasserversorgung über Nippeltränken in Verbindung mit relativ trocken bleibender Einstreu. Enten erzeugen jedoch immer Abwasser. Deshalb muss laut LUBING MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG (2006/07) immer ein Entwässerungsrohr oder -kanal unter den Tränkelinien vorhanden sein.

Für möglichst hohe Zuwachsraten in der Entenmast ist es notwendig, pro zehn Tiere

einen Nippel vorzusehen (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V., 2000). Der Tränkehersteller LUBING MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG (2006/07) empfiehlt acht bis zwölf Tiere je Nippel. Die Höheneinstellung der Nippeltränke richtet sich nach der Größe der Tiere. Eine Tränkenhöhe, bei der sich die Tiere zur Wasseraufnahme leicht strecken müssen, wird als optimal erachtet.

Da die Tiere bei der Wasseraufnahme über Nippel länger als für die Wasseraufnahme bei offenen Tränkesystemen benötigen, sollte dies bei Beleuchtungsprogrammen berücksichtigt werden. Ein Nachteil der Nippeltränke stellt ihre Empfindlichkeit gegenüber hartem Wasser dar. Es gilt zu betonen, dass trotz ihrer hohen Praktikabilität die Nippeltränke in der Entenhaltung lediglich eine Ergänzung zu einer Versorgung mit offenem Wasser darstellt (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 2009). Dieses ist bei Pekingtonen für Gefiederpflege, arttypisches Badeverhalten und Reinhaltung von Nasenöffnungen und Augen notwendig (BRIESE et al., 2009).

- **Offene Badewasserflächen**

Als Wasserauslauf für Enten sind Fischteiche und flachgründige Seen geeignet (PINGEL, 2008). Von der Verwendung natürlicher Gewässer als Badewasserfläche sollte aufgrund der möglichen Eutrophiegefahr abgesehen werden (BIOLAND E. V., 2007). Die Haltung von Enten auf fischereilich genutzten Gewässern, insbesondere Karpfenteichen, kann sogar bei richtiger Bewirtschaftung zu ökonomischen Vorteilen führen, wie bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch Landwirt Weller nachgewiesen wurde. Bei späterer Haltung auf Gewässern müssen die Enten während ihrer Aufzucht darauf vorbereitet werden. Spätestens ab der dritten Lebenswoche sollten sie daher über eine Badegelegenheit verfügen. Im ökologischen Landbau muss Wassergeflügel stets Zugang zu einem fließendem Gewässer, einem Teich oder einem See besitzen – sofern die klimatischen Rahmenbedingungen dies zulassen (PINGEL, 2008).

Unabhängig davon, für welche Tränkevariante sich der jeweilige Entenhalter entscheidet, sollten folgende Rahmenbedingungen nach OTTILIE (1968) stets erfüllt sein:

1. Funktionssicherheit
2. Konstanter Wasserdruck
3. Regulierbarer Wasserstand im Tränkgefäß
4. Hygienisch einwandfreie Verabreichung des Wassers
5. Leichte und schnelle Reinigungsmöglichkeit der Tränken
6. Unkomplizierte Installation und Bedienung

Zur Ergänzung der traditionellen Tränkwasserbereitstellung werden in Deutschland derzeit diverse Bademöglichkeiten getestet:

- Forschungsschwerpunkte des Fachgebiets Angewandte Nutztierethologie und Tiergerechte Nutztierhaltung der Universität Kassel und des Instituts für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover nach KNIERIM et al. (2004) sind:

- Baderinne mit Wasseraufbereitungsanlage
- Dusche
- Flachbecken

Die Dusche schneidet innerhalb der Alternativen unter dem Gesichtspunkt der hygienischen Vorteile am besten ab (KNIERIM et al., 2004). In den VEREINBARUNGEN DES NIEDERSÄCHSISCHEN MINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND DER NIEDERSÄCHSISCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT ÜBER MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE HALTUNG VON PEKINGENTEN (2003) wurde daher bereits bei Neu- und Umbauten von Ställen verpflichtend die Installation von Wasserzu- und Ablassmöglichkeiten für sogenannte Duschvorrichtungen eingeführt. Die Dusche ist jedoch hinsichtlich ihrer Verwendung nach KNIERIM et al. (2004) an verschiedene Bedingungen geknüpft:

- Den Enten muss ab dem ersten Lebenstag Zugang zu den Duschen gewährt werden. Bei späterem Einsatz der Duschen werden sie nicht gezielt durch Pekingenten aufgesucht.
- Der Duschstrahl muss ausreichend stark sein. Nur so kann vermieden werden, dass die Küken nicht dauerhaft unter dem Duschstrahl stehen und auskühlen.
- Das Einsetzen der Duschen sollte zeitlich begrenzt erfolgen und an ein akustisches Signal, zum Beispiel ein synchron geschaltetes Radio, gekoppelt sein.

Die Verwendung der Duschen bietet klare hygienische Vorteile. Ob sie jedoch den Verhaltensansprüchen der Enten gerecht werden, muss weiter erforscht werden. Insbesondere deshalb, weil Duschen nicht das Eintauchen des Kopfes in Wasser ermöglichen und daher formal nicht den Anforderungen des Europarats genügen (BRIESE et al., 2009).

- Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München sind:

- Dusche (Dissertationen HEUBACH (2007) und KÜSTER (2007)) Nach Erfahrung dieser Dissertationen liegt der Wasserverbrauch von Duschen deutlich über dem von modifizierten Rundtränken und steht in keinem Verhältnis zu der Nutzung durch die Enten.
- Modifizierte Rundtränke nach Heyn und Erhard (Dissertationen HEUBACH (2007), KÜSTER (2007), MANZ (2005) und REMY (2005)). Nach Meinung des Lehrstuhls für Tierschutz stellt diese Tränkevariante die praktikabelste Bademöglichkeit für Enten dar.

- Teich (Dissertation NUSSE (2008))
- Wasservernebelung mittels Düse (Dissertation KOPP (2005))

Die Frage, ob Pekingenten generell eine Bademöglichkeit zur Verfügung stehen sollte, wird konträr diskutiert. Nach BESSEI (1998) gilt es, folgende Argumente abzuwägen:

- Pro:
 - Entenküken suchen von sich aus spontan Wasser auf und nutzen es zum Baden. Aus dieser Verhaltensweise kann ihr Bedürfnis zum Baden abgeleitet werden.
 - Die Enten beschäftigen sich intensiv mit Tränken (auch Nippeltränken). Allein durch Tränkwasser kann schon Badeverhalten ausgelöst werden, auch wenn es nicht adäquat ausgeführt werden kann. Baden/Benetzen der Federn mit Wasser wird als wichtiges Element zur Instandhaltung des Gefieders angesehen.
- Contra:
 - Reduzierte Verhaltensabläufe oder ihr gänzliches Fehlen können eine Anpassung an die entsprechenden Umweltbedingungen darstellen. Dies erlaubt keine Aussage darüber, ob dem Tier hierdurch Leiden oder Schäden entstehen.
 - Es wird vermutet, dass die Motivation zum Wasserbaden bei Enten gering ist, sofern die Tiere keine Erfahrung mit Wasser haben.
 - Gegen das Angebot von Badegelegenheiten sprechen hygienische Gründe. Der hygienische Zustand von Wasserbädern kann sich innerhalb von kurzer Zeit drastisch verschlechtern. Um Krankheiten zu verhüten, sollten deshalb keine Badegelegenheiten angeboten werden.

2.4 Gesetzliche Regelungen hinsichtlich der Haltung von Pekingenten

Allgemein gültige und verbindlich umgesetzte gesetzliche Bestimmungen zur Haltung von Pekingenten in der kommerziellen Mast existieren derzeit weder in der EU noch in Deutschland (REMY, 2005). Allerdings erließ 1999 der STÄNDIGE AUSSCHUSS DES EUROPÄISCHEN ÜBEREINKOMMENS ZUM SCHUTZ VON TIEREN IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN TIERHALTUNGEN EMPFEHLUNGEN IN BEZUG AUF PEKINGENTEN (*Anas Platyrhynchos*). Da diese sehr allgemein formuliert sind, wurden im Interesse des Tierschutzes in Deutschland zusätzlich FREIWILLIGE VEREINBARUNGEN ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE HALTUNG VON PEKINGENTEN in den Ländern Bayern (ausgelaufen am 31.12.2010), Brandenburg (ausgelaufen am 31.12. 2005), Niedersachsen (ausgelaufen am 31.12.2009) und Sachsen-Anhalt (unbefristet) abgeschlossen.

In den Mindestanforderungen wird unter anderem detailliert auf folgende Punkte eingegangen:

- Angebot von Beschäftigungsmaterial
- Beleuchtung
- Besatzdichte
- Bodenbeschaffenheit
- Futter- und Wasserversorgung
- Kenntnisse und Fähigkeiten des Tierhalters
- Tierbetreuung und Pflege
- Klimagestaltung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit/Schadgasgehalt, Lüftung) und
- Versorgungssicherheit.

Auf offene Tränken oder Bademöglichkeiten wird in den Mindestanforderungen des Landes Bayern, des Landes Niedersachsen und des Landes Sachsen-Anhalt eingegangen, nicht jedoch in denen des Landes Brandenburg. Das Land Bayern lässt sich noch nachträgliche Änderungsmöglichkeiten der Mindestanforderungen hinsichtlich praxistauglicher offener Tränke- oder Bademöglichkeiten, abhängig von einem Forschungsbericht der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität München, offen. Ähnlich verfährt das Land Sachsen-Anhalt. Es hat extra hinsichtlich dieser Thematik, zusammen mit dem Wirtschaftsverband Eier und Geflügel Sachsen-Anhalt e.V., eine Sachverständigen-gruppe eingerichtet, welche mindestens alle zwei Jahre einberufen wird. Die Forderungen des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft sind konkreter. Sie fordern, bei Neu- und Umbauten von Ställen Wasserzu- und Ablassmöglichkeiten einzubauen, die zumindest den Anschluss mehrerer Duschorrichtungen ermöglichen.

Bademöglichkeiten für Wassergeflügel im ökologischen Landbau hingegen sind verpflichtend geregelt. Laut Art. 12 der Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 vom 5. September 2008 zu der EG-Öko-Basisverordnung (EG) Nr. 834/2007 vom 28. Juni 2007 muss Wassergeflügel – soweit es die Hygiene- und Witterungsbedingungen erlauben – Zugang zu einem Bach, Teich, See oder Wasserbecken haben, um artspezifische Bedürfnisse ausleben zu können.

2.5 Spannungsfeld zwischen deutschen Verbraucherwünschen, Erzeugerbedürfnissen und globaler Marktwirtschaft

Um zwischen 2006 und 2008 im Umtriebsverfahren ein Jahreseinkommen von 50.000 Euro aus der Pekingentenmast zu erwirtschaften, mussten nach TISCHLER et al. (2008) 227.272 Pekingenten pro Jahr gemästet werden. Dies entspricht nach Abzug der Festkosten und direkten

Kosten einem Erlös von 0,22 Euro je Pekingente; Fremd- und Familienarbeitskräfte müssen jedoch noch davon entlohnt werden (ERHARD und DAMME, 2009). Diese äußerst geringe Gewinnmarge bei Lebendvermarktung führt zwangsläufig zu immer größeren Tierzahlen je Mastbetrieb. Bedingt durch die enorm angestiegenen Futter- und Energiekosten, hat sich die Preissituation weiter verschärft (DEUTSCHER BAUERNVERBAND, 2008).

Die tierschutzrechtlichen Vorgaben in der Geflügelmast zielen einerseits darauf ab, die Tiergesundheit zu verbessern, zum Beispiel durch die Regulation von Besatzdichte, Lichtprogrammen sowie Klimaverbesserungen. Zum anderen sollen sie den Tieren ermöglichen, angeborene Verhaltensmuster auszuleben, zum Beispiel durch das Angebot von Beschäftigungsmaterial (ERHARD und DAMME, 2009). In Bayern wird dies bei Pekingenten, wie unter 2.4 erwähnt, durch eine VEREINBARUNG ZWISCHEN DEM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, ERNÄHRUNG UND VERBRAUCHERSCHUTZ, DEM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND DEM LANDESVERBAND DER BAYERISCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN VON PEKINGENTEN abgedeckt. Europaweit wird es durch EMPFEHLUNGEN IN BEZUG AUF PEKINGENTEN (*Anas Platyrhynchos*), erlassen durch den STÄNDIGEN AUSSCHUSS DES EUROPÄISCHEN ÜBEREINKOMMENS ZUM SCHUTZ VON TIEREN IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN TIERHALTUNGEN, geregelt. Nach AGRAR EUROPE (2010) ist es Paola Testori-Coggi, der stellvertretenden Leiterin der Brüsseler Generaldirektion Gesundheit und Verbraucher, ein Anliegen von größter Wichtigkeit, dass bestehende EU-Vorschriften bezüglich des Tierschutzes in allen Teilen der Gemeinschaft umgesetzt werden. Sie begründet dies zum einen mit ethischen Motiven, zum anderen mit der Umgehung von negativen Konsequenzen auf dem Binnenmarkt. Außerdem wird von ihr betont, dass es in Fragen des Tierschutzes wichtig sei, eine Balance zwischen den Erwartungen der Verbraucher und den Ansprüchen der Landwirte zu finden.

Nach dem DEUTSCHEN BAUERNVERBAND (2008) verfügt Deutschland bereits heute über höchste Standards in den Bereichen Umwelt-, Verbraucher- und Tierschutz. Die Belastungsgrenze der Tierhalter ist überschritten. Eine Möglichkeit, beide Erwartungspositionen zu vereinen, bietet eventuell die Einführung eines freiwilligen Tierschutzlabels. Die politische Diskussion des Labelings von Lebensmitteln mit tierschutzbezogenen Verbraucherinformationen wurde Ende Oktober 2009 nach Abschluss einer Durchführbarkeitsstudie zu dieser Thematik eingeleitet (EUROPA PRESS RELEASES RAPID, 2009).

2.6 Wasser

2.6.1 Medizinische Bedeutung des Wassers und die umweltabhängige Steuerung der Wasseraufnahme

Wasser ist essentieller Bestandteil der Ernährung von Lebewesen, obwohl es im klassischen Sinne keine Nährfunktion ausübt. Der Körper eines erwachsenen Tieres besteht, je nach Fettanteil,

zwischen 50 und 60 Prozent aus Wasser (RICHTER, 2007). Der Verlust von einem Zehntel des Körperwassergehalts führt bereits zum Tod. Dies ist dadurch bedingt, dass Wasser als Lösungs- und Transportmittel dient und sämtliche chemischen Vorgänge im tierischen Organismus in wässriger Phase erfolgen. Ebenfalls wird es zur Aufrechterhaltung des Zeldrucks und der Körpertemperatur benötigt.

Die Aufnahme von Wasser erfolgt über Tränkwasser, Futter und Oxidationswasser, welches stoffwechselbedingt beim Abbau von Nährstoffen gebildet wird (MÜLLER und SCHLENKER, 2004). Die eigentliche Wasseraufnahme ist nach RICHTER (2007) abhängig von den folgenden Faktoren:

- Fütterung (Trockensubstanzgehalt des Futters, Mineral- (NaCl) und Proteingehalt der Ration)
- Leistungen (Lebendmasse, Lebendzunahme, Eierproduktion)
- Tiergesundheit (Diarrhö)
- Tränkesystemen (Art, Durchflussrate, Funktionssicherheit, Sauberkeit)
- Umgebungstemperatur (Luftfeuchte) und
- Wasserqualität.

2.6.2 Wasseraufnahme von Pekingenten in Zahlen

Aus den Versuchen der Arbeiten HEUBACH (2007) und KÜSTER (2007) konnte die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft nachstehende Bedarfswerte hinsichtlich des Tränkwasser- und Futterbedarfs bei Pekingmastenten ableiten, die das KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (2009) wie folgt zusammengefasst hat:

Tab. 5: Tränkwasser- und Futterbedarf bei der Pekingentenmast 1. – 7. Mastwoche
(KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 2009)

Bedarfswerte	Nippel- tränke	Aqua Max Rundtränke	Ventiltränke mit Wechselschale	Offene Rin- nentränke
Wasserbedarf/Tier in l	24,70	36,70	37,20	44,50
Futterbedarf/Tier in kg	7,30	7,36	7,47	7,65
Wasser-/Futterverhältnis in l/kg	3,38 : 1	5,03 : 1	5,07 : 1	5,89 : 1

Laut RICHTER (2007) liegt der Wasseraufnahmewert der Pekingente pro kg Trockensubstanz bis zu 1,5l über dem von Mastputen, Legehennen und Broilern. Dies hängt damit zusammen, dass ein Teil des Wassers für das Putzverhalten verwendet wird.

Bei Verwendung von offenen Selbsttränken, insbesondere bei modifizierten Plassontränken, muss zusätzlich in den Wasserverbrauch mit einkalkuliert werden, dass die Tiere viel Wasser aus den Tränken in die Umgebung verschütten. Dies tritt vor allem gegen Ende der Mast ein, wenn die Enten größer und schwerer sind und dadurch die freihängenden Tränken in

Pendelbewegungen versetzen können (BRIESE et al., 2009). Der Futter- und Tränkwasserbedarf bei Nippeltränken während der Pekingentenmast wurde detailliert erforscht:

Tab. 6: Tränkwasserbedarf (Nippeltränken) von Mastpekingenten in Abhängigkeit von Futterbedarf und Umgebungstemperatur (REITER und BESSEL, 1999)

Alter in Wochen	Futterbedarf g/d	Tränkwasserbedarf 18°C		Tränkwasserbedarf 20 – 30°C	
		ml/(Tier • d) kumuliert	l/(Tier • Woche)	ml/(Tier • d)	l/(Tier • Woche) kumuliert
1	30	160	1,12	190	1,33
2	75	380	3,78	410	4,20
3	150	420	6,72	480	7,56
4	240	620	11,06	730	12,67
5	240	830	16,87	980	19,53
6	250	1000	23,87	1170	27,72
7	260	1200	32,27	1140	37,52

2.6.3 Wasser als Vektor von Krankheiten und Seuchen

Das Ziel der Pekingentenmast ist die Herstellung von Lebensmitteln. Daraus ergibt sich nach der "from stable to table"-Lebensmittelsicherheitsinitiative ein hoher Anspruch sowohl an die Haltungshygiene als auch an die Wasserhygiene (BRIESE et al., 2009). Allerdings stellt sich die Frage, warum die Anforderungen an das Tränkwasser von Nutztieren ungleich höher sind als an das Tränkwasser von Wildtieren. BÖHM (1986) begründet dies zum einen damit, dass bei Nutztieren im Gegensatz zu Wildtieren keine natürliche Selektion in Richtung der Krankheitsresistenz stattfindet, und zum anderen damit, dass dem infektiösen Hospitalismus in der intensiven Tierhaltung eine große Rolle beigemessen wird. Für Bakterien ist Wasser ein nahezu idealer, unbelebter Vektor. In ihm sterben Bakterien viel langsamer ab, als wenn sie auf Oberflächen der Austrocknung preisgegeben sind. Einige Bakterienarten können sich sogar in diesem Milieu vermehren.

Neben viralen Erregern von Geflügelkrankheiten und Parasiten konnten nach SIEGMANN (2005) u. a. die folgenden bakteriellen Erreger in Wasser nachgewiesen werden:

- *Camphylobacter* (Camphylobakteriose), Tenazität in Oberflächenwasser bei 25 °C zwischen zwei und drei Wochen
- Salmonellen (Salmonellose), Tenazität in Wasser je nach Serovar bis zu drei Wochen
- *E. coli* (Coliseptikämie, Coligranulomatose), Tenazität in Wasser bis zu einem Monat
- *Yersinia pseudotuberculosis* (Aviäre Pseudotuberkulose), Tenazität in Wasser zwischen einem halben bis hin zu einem Jahr
- *Listeria monocytogenes* (Listeriose), Tenazität in Wasser Monate bis Jahre

2.6.4 Mikrobiologische Gefahrenquellen für Tränkwasser in der Geflügelmast

Die mögliche mikrobielle Belastung des vom Tier aufgenommenen Tränkwassers ist nach KAMPHUES und SCHULZ (2002) insbesondere von den nachfolgenden Faktoren abhängig:

1. Originäre, hygienische Qualität des eingespeisten Wassers

Laut KAMPHUES et al. (2007) besteht die sicherste Wasserversorgung von landwirtschaftlichen Betrieben im Anschluss an das kommunale Versorgungsnetz, denn dieses System stellt Wasser zum einen in ausreichender Menge und zum anderen auch in Trinkwasserqualität bereit. Bei betriebseigener Wasserversorgung (Brunnen) muss immer mit der Gefahr des möglichen Eintrags von Oberflächenwasser gerechnet werden.

2. Technik der Wasserbereitstellung

In der Regel behält das Tränkwasser seinen mikrobiologischen Status von der Einspeisungsquelle bis in die Nähe der Tränken. Eine Ausnahme bildet jedoch die Zwischenbevorratung von Wasser. In diesem Fall kann die Wasserqualität durch längere Standzeiten, aber auch durch Lichteinfall, durch welchen beispielhaft Algenwachstum stimuliert werden könnte, beeinflusst werden. Sofern bei der Zwischenbevorratung das Tränkwasser in direkten Kontakt mit der Umgebung kommt, bestehen Kontaminationsmöglichkeiten durch den Kontakt mit der Stallluft, den Eintrag von Stallstaub, aber auch durch Zugangsmöglichkeiten für Fliegen und Schädner (KAMPHUES und SCHULZ, 2002). Die Wasserqualität ist auch abhängig von der Förderstrecke. Hier ist durch den wiederholten Einsatz von Arzneimitteln und Vitaminpräparaten, die häufig als Trägerstoffe Zuckerverbindungen enthalten, eine Biofilmbildung möglich, welche die Ansiedlung unerwünschter und potentiell schädlicher Keime im System zulässt. Durch intensive Reinigung der Förderstrecke ist jedoch eine Biofilmbildung weitestgehend auszuschließen (VISSCHER et al., 2008).

3. Kontaminationsmöglichkeiten bei der Aufnahme des Wassers

Das von den Tieren aufgenommene Tränkwasser besitzt in den seltensten Fällen Trinkwasserqualität, das Wasser in den Leitungssystemen hingegen schon. Die Kontamination des Wassers erfolgt somit in dem Bereich der Tränkevorrichtung (SASSEN, 1999) und ist abhängig von der Art und Technik der Selbsttränke an sich (KAMPHUES und SCHULZ, 2002). NAGEL (1974) ermittelte die nachfolgenden Keimzahlen bei Geflügeltränken. Er stellte damals fest, dass nur Nippeltränken Wasser von Trinkwasserqualität bereitstellen können. Diese Keimzahlen wurden erst kürzlich von KAMPHUES et al. (2007) erneut zitiert.

Tab. 7: Keimgehalt im Tränkwasser bei verschiedenen Tränkeformen (NAGEL, 1974)(Einheit in KbE/ml; *Federventil; **Schwimmventil)

Art der Tränke	Tierart	Koloniezahl			n coliforme Keime		
		Ø	Min.	Max.	Ø	Min.	Max.
Rinnentränke*	Legehennen	131.744	1.360	510.000	673	3	2.600
Rinnentränke**	Legehennen	49.036	310	330.000	663	0	4.000
Rundtränke	Legehühner, Zucht	1.120.000	52.000	5.600.000	337	10	2.000
Nippeltränke	Legehennen	2.143	180	10.400	6	0	50

2.6.5 Rechtliche Rahmenbedingungen der tiergerechten Wasserversorgung und der mikrobiologischen Wasserqualität

Im deutschen Recht wird lediglich allgemein auf die Wasserversorgung von Pekingenten eingegangen, zum einen im Rahmen der TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, zum anderen im LEBENSMITTEL-, BEDARFSGEGENSTÄNDE- UND FUTTERMITTELGESETZBUCH. In Paragraph 3, Absatz 2 Nummer 2 der TIERSCHUTZNUTZTV 2006 steht:

"Haltungseinrichtungen müssen mit Fütterungs- und Tränkeinrichtungen ausgestattet sein, die so beschaffen und angeordnet sind, dass jedem Tier Zugang zu einer ausreichenden Menge Futter und Wasser gewährt wird und dass Verunreinigungen des Futters und des Wassers sowie Auseinandersetzungen zwischen den Tieren auf ein Mindestmaß begrenzt werden."

Des Weiteren heißt es in Abschnitt 5: "Für Haltungseinrichtungen, in denen bei Stromausfall eine ausreichende Versorgung der Tiere mit Futter und Wasser nicht sichergestellt ist, muss ein Notstromaggregat bereitstehen." In Paragraph 4, Absatz 1, Abschnitt 4 wird zusätzlich auf die Qualität des Wassers und Futters eingegangen: "Wer Nutztiere hält, hat vorbehaltlich der Vorschriften Abschnitte 2 bis 6 sicherzustellen, dass alle Tiere täglich entsprechend ihrem Bedarf mit Futter und Wasser in ausreichender Menge und Qualität versorgt werden."

Tränkwasser unterliegt nach dem geltendem EG-Recht auch dem deutschen LFGB, denn innerhalb des Artikels 3 Nr. 4 der VO (EG) NR. 178/2002 werden Futtermittel als Stoffe oder Erzeugnisse, auch Zusatzstoffe definiert, die verarbeitet, teilweise verarbeitet oder unverarbeitet zur oralen Tierfütterung bestimmt sind. Gemäß Paragraph 17 des LFGB (2009) sind Futtermittel grundsätzlich so herzustellen oder zu behandeln, dass sie bei bestimmungs- und sachgemäßer Verfütterung an Tiere, die der Lebensmittelgewinnung dienen, weder die menschliche noch die tierische Gesundheit beeinträchtigen. Hinsichtlich der Qualität des Tränkwassers werden dem Landwirt neben diesen Vorgaben – von deutscher Seite – keine detaillierteren Vorschriften gemacht. Die EU geht hier jedoch noch einen Schritt weiter, sie fordert in Anhang III Gute Fütterungspraxis VO (EG) 183/2005 unter dem Überpunkt Futtermittel und Wasser: "Tränkwasser und in der Aquakultur verwendetes Wasser müssen so beschaffen sein, dass sie für die betreffenden Tiere geeignet sind. Bei begründeten Bedenken hinsichtlich einer Kontamination von Tieren oder tierischen Erzeugnissen durch das jeweilige Wasser sind Maßnahmen zur Bewertung und Minimierung der Risiken zu treffen. Die Fütterungs- und

Tränkeanlagen müssen so konstruiert, gebaut und angebracht werden, dass eine Kontamination des Futtermittels und des Wassers auf ein Mindestmaß begrenzt wird. Tränkesysteme müssen, sofern möglich, regelmäßig gereinigt und instandgehalten werden." Inhaltlich deckt sich diese Vorgabe mit dem Codex Alimentarius für Tränkwassers im Rahmen des CODE OF PRACTICE ON GOOD ANIMAL FEEDING 2004. "Water for drinking or for aquaculture should be of appropriate quality for the animals being produced. Where there is reason to be concerned about contamination of animals from the water, measures should be taken to evaluate and minimise the hazards." Um diesen internationalen und europäischen Anforderungen gerecht zu werden, hat das BMELV den ORIENTIERUNGSRAHMEN "HYGIENISCHE QUALITÄT VON TRÄNKWASSER ZUR FUTTERMITTELRECHTLICHEN BEURTEILUNG VON TRÄNKWASSER (2007)" entwickelt. In ihm wird es für unangemessen erachtet, die Anforderungen von Trinkwasser auf Tränkwasser zu übertragen. Das BMELV begründet dies unter anderem damit, dass ein Überschreiten der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung nicht generell nachteilige Effekte auf das Tier und davon gewonnene Lebensmittel habe. Außerdem sind einige Kriterien dieser Verordnung lediglich aus technischen Gründen festgelegt worden. Inhaltlich besagt der Orientierungsrahmen unter anderem, dass Tränkwasser schmackhaft, verträglich und verwendbar sein soll. Letztere Eigenschaft ist notwendig, da Wasser auch technische Bedingungen, welche sich in der Tierhaltung ergeben, erfüllen muss. Zum Beispiel muss das Tränkwasser für Arzneimittelapplikationen verwendbar sein. Wichtig im Rahmen dieser Arbeit sind die biologischen Anforderungen an Tränkwasser, welche in dem Orientierungsrahmen klar definiert sind: "In das System eingespeistes Wasser sollte frei sein von Salmonella und Camphylobacter (in 100 ml) sowie möglichst weitgehend frei von E. coli (in 10 ml); die aerobe Gesamtkeimzahl sollte 1.000 KbE/ml bei 37 °C und 10.000 KbE/ml bei 20 °C nicht überschreiten."

2.7 Tränkwasseruntersuchung auf gesundheitsrelevante Keime

2.7.1 Gesamtkeimzahl

"Als Koloniezahl wird die Zahl der mit sechs- bis achtfacher Lupenvergrößerung sichtbaren Kolonien definiert, die sich aus den in 1 ml des zu untersuchenden Wassers befindlichen Bakterien in Plattengusskulturen mit nährstoffreichen, peptonhaltigen Nährböden (1 % Fleischextrakt, 1 % Pepton) bei einer Bebrütungstemperatur von $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und $36\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ nach 44 ± 4 Stunden Bebrütungsdauer bilden."

TRINKWASSERVERORDNUNG, 1990

Dieses Nachweisverfahren kann auch nach der derzeitigen Trinkwasserverordnung (2001), in welcher zusätzlich auch ein Nachweisverfahren nach der DIN EN ISO 6222 vorgeschlagen wird, angewendet werden (FEUERPFIL, 2008).

Die Bestimmung der Koloniezahl erlaubt Rückschlüsse über den Grad der Verunreinigung von Wasser und dient der laufenden Überwachung, vor allem dem Nachweis eines plötzlichen Keimeinbruchs. Bei der Untersuchung von Wasser ist es entscheidend, diejenigen Keime, welche für die seuchenhygienische Beurteilung eines Wassers wichtig sind, zu erfassen. Es wird jedoch bei der Bestimmung der Koloniezahl nicht angestrebt, alle übrigen, insbesondere die langsam wachsenden Keime aus Wasser, Erdboden und Wasserversorgungsanlagen quantitativ zu erfassen. Da die Koloniezahl auch über den Nährboden und die Bebrütungstemperatur beeinflusst werden kann, ist die Bezeichnung "Gesamtkeimzahl" unzutreffend. Die Bebrütungstemperatur von 20 °C ist für den Nachweis von tiefer im Wasser oder Boden lebenden, psychrophilen Bakterien günstig. Die Bebrütungstemperatur von 36 °C soll den Wachstumsbedingungen von mesophilen und thermophilen Keimen entsprechen, die sich auf eine Körpertemperatur von Warmblütlern eingestellt haben und vorwiegend in oberflächennahen Bodenschichten sowie in Oberflächengewässern anzutreffen sind. Zur Bestimmung der Koloniezahl bieten sich Agar- und Gelatine-Agar-Nährböden sowie Kieselsäure-Nährböden an. Für eine Bebrütung bei 20 °C können auch Gelatine-Nährböden verwendet werden, die sich jedoch bei höheren Temperaturen verflüssigen (HÜTTER, 1992).

2.7.2 Enterobacteriaceae

Enterobacteriaceae sind gramnegative, nicht sporenbildende, fakultativ anaerobe, katalasepositive, oxidasenegative Stäbchenbakterien, welche das gemeinsame Enterobacteriaceae-Common-Antigen besitzen, meist geringe Wachstumsansprüche haben, ohne NaCl oder Supplemente wachsen, Nitrat zu Nitrit reduzieren, auf MacConkey-Agar wachsen und Glukose sowie andere Zucker unter Bildung von Säure nicht nur oxidativ, sondern auch fermentativ spalten können (HAHN und BOCKEMÜHL, 2001; HOF und DÖRRIES, 2005; NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009).

Ein kleiner Teil der Enterobacteriaceae ist als obligat pathogen einzustufen, die überwiegende Anzahl dieser Bakterien ist lediglich fakultativ pathogen. Als Opportunisten und Umweltkeime finden sie ihr natürliches Reservoir in Boden-, Wasser- und Pflanzenhabitaten. Sie kommen auch in der Darmflora von Insekten, Kalt- und Warmblütlern vor. Aufgrund von DNA-Hybridisierungsstudien sind in letzter Zeit viele neue Gattungen und Spezies differenziert worden. Derzeit geht man von über 100 bis hin zu 1000 Vertretern aus (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009). Die Systematik dieser Bakterienfamilie war stets wechselhaft und darf nach wie vor nicht als abgeschlossen betrachtet werden (HOF und DÖRRIES, 2005). Laktose-positive Enterobacteriaceae werden der Gruppe der coliformen Enterobacteriaceae zugeteilt. Zu den lactose-negativen Enterobacteriaceae gehören die Salmonellen und viele Shigellen (KAYSER, 1998).

Nach dem ORIENTIERUNGSRahmen ZUR FUTTERMITTELRECHTLICHEN BEURTEILUNG ZUR HYGIENISCHEN QUALITÄT VON TRÄNKWASSER (2007) soll dieses auf die Enterobacteriaceae *E. coli* und *Salmonella* untersucht werden. Da *E. coli* in großer Zahl im Darminhalt von Warmblütlern

angetroffen werden, ist der Nachweis dieser Keime stets als Zeichen fäkaler Verunreinigung anzusehen. Nach Anlage 1 der Trinkwasserverordnung soll Trinkwasser routinemäßig auf die Enterobacteriaceae *E. coli* und coliforme Keime untersucht werden. Coliforme Bakterien können fäkalen Ursprung besitzen, ihr Hauptvermehrungsort ist jedoch im Ab- und Oberflächenwasser. Daher gilt ihr Nachweis solange als Zeichen fäkaler Verunreinigung, bis ihre nicht-fäkale Herkunft bewiesen wurde (HÜTTER, 1992). Sofern eine fäkale Verunreinigung von Trinkwasser festgestellt worden ist, wird das Trinkwasser gemäß der Trinkwasserverordnung auch auf die Enterobacteriaceae, Salmonella und enteropathogene *E. coli* und weitere Keime untersucht. Die Gattung Salmonella zählt innerhalb der Enterobacteriaceae zu den weltweit wichtigsten bakteriellen Infektionserregern bei Menschen und Tieren (ROLLE und MAYR, 2007).

2.7.3 Salmonellen

2.7.3.1 Allgemeines und biochemische Merkmale

Salmonellen gehören den Enterobacteriaceae an und wurden nach dem amerikanischen Bakteriologen Daniel Salmon benannt (HOF und DÖRRIES, 2005). Es handelt sich bei ihnen um 0,7 – 1,5 x 2,0 – 5,0 µm große Stäbchenbakterien (ROLLE und MAYR, 2007), die i. d. R. eine optimale Wachstumstemperatur um 37 °C besitzen und beweglich sind. Eine Ausnahme hierzu bilden *S. pullorum* und *S. gallinarum* (LIBBY et al., 2004). Salmonellen zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie Laktose nicht fermentieren können (Ausnahmen hierzu sind die Subspezies *arizonae* und *diarizonae*), eine negative Indol-Reaktion und eine negative Voges-Proskauer-Reaktion besitzen, Urease-negativ, jedoch Methylrot-positiv sind, Citrat als alleinige Kohlenstoffquelle nutzen können, H₂S bilden und sowohl Lysin als auch Ornithin decarboxylieren und Propylenglykol abbauen können (LIBBY et al., 2004; ROLLE und MAYR, 2007).

2.7.3.2 Taxonomie

Salmonellen werden in zwei Spezies gegliedert: *S. bongori* und *S. enterica* (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009). Während sich *S. bongori* in 21 Serovargruppen unterteilen lässt, wird *S. enterica* erneut in sechs Subspezies (*S. enterica* ssp. *enterica*, *S. enterica* ssp. *salamae*, *S. enterica* ssp. *arizonae*, *S. enterica* ssp. *diarizonae*, *S. enterica* ssp. *houtenae* und *S. enterica* ssp. *indica*) und etwa 2500 Serovare unterteilt (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009; ROLLE und MAYR, 2007). Die Unterteilung in die verschiedenen Serovare ergibt sich aufgrund von unterschiedlichen Antigenmustern (BRENNER et al., 2005):

- O-Antigene (= somatisches Antigen), hiervon existieren mehr als 60 Typen
- H-Antigene (= Geißelantigen), sie können in Phase 1 und Phase 2 unterteilt werden
- K-Antigene (= Kapselantigen), die auch als Vi-Antigene bezeichnet werden

2.7.3.3 Salmonella Serovare, die bei Enten isoliert werden konnten

Die folgenden Serovare konnten bei Enten nach HENRY (2000) isoliert werden:

Tab. 8: Salmonella Serovare, die nach HENRY (2000) bei Enten isoliert werden konnten
(Price (1), 1962; Simko (2), 1988 (Enten); Simko (2*), 1988 (Gänse) und MAFF (3), 1997)

Serovar	Autor	Serovar	Autor	Serovar	Autor
<i>S. agona</i>	2, 2*, 3	<i>S. hadar</i>	2, 2*, 3	<i>S. nagoya</i>	3
<i>S. anatum</i>	1, 2*, 3	<i>S. heidelberg</i>	2, 2*, 3	<i>S. newport</i>	1, 2*, 3
<i>S. bareilly</i>	2, 2*	<i>S. indiana</i>	3	<i>S. oregon</i>	1
<i>S. binza</i>	3	<i>S. infantis</i>	3	<i>S. orion</i>	3
<i>S. braenderup</i>	3	<i>S. kedougou</i>	3	<i>S. panama</i>	1, 2*
<i>S. bredeny</i>	2*, 3	<i>S. lille</i>	2*	<i>S. regent</i>	3
<i>S. choleraesuis</i>	2*	<i>S. livingstone</i>	3	<i>S. saintpaul</i>	1
<i>S. derby</i>	3	<i>S. london</i>	2	<i>S. seftenberg</i>	1, 3
<i>S. enteritidis</i>	1, 2*, 3	<i>S. manchester</i>	1	<i>S. thomasville</i>	3
<i>S. frenso</i>	3	<i>S. manhattan</i>	1	<i>S. typhimurium</i>	1, 2, 2*, 3
<i>S. gallinarum/pullorum</i>	2	<i>S. mbandaka</i>	3	<i>S. virchow</i>	2
<i>S. give</i>	1, 3	<i>S. montevideo</i>	2	<i>S. wangata</i>	3

In den Arbeiten von HEUBACH (2007), MANZ (2005) und KOPP (2005) konnte in dem von Enten benutzten Tränkwasser neben den oben erwähnten Salmonellen auch *S. kottbus* isoliert werden.

2.7.3.4 Direkter Salmonellennachweis

2.7.3.4.1 Isolierung

Bei Anreicherungsmedien muss zwischen selektiven und nicht-selektiven unterschieden werden. Nicht-selektive Anreicherungsmedien, wie zum Beispiel Peptonwasser, führen zu einer erhöhten Keimausbeute, indem sie subletal geschädigte Bakterien aktivieren. Selektive Anreicherungsmedien beinhalten Stoffe, denen gegenüber Salmonellen, im Gegensatz zu zahlreichen anderen Darm- und Umweltkeimen, unempfindlich sind (HOF und DÖRRIES, 2005). Hierzu gehören zum Beispiel die Stoffe Malachitgrün in Kombination mit Magnesiumchlorid (= Bouillon nach Rappaport-Vassiliadis), Tetrathionat und Selenit (MERCK KGAA, 2010; ROLLE und MAYR, 2007).

Tab. 9: Kulturmedien mit Selektivitätsgrad zur Isolierung und Differenzierung von Salmonellen nach DIN 58942-5 (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009)

Anreicherungsmedium	Selektives Isolierungsmedium	
	Bezeichnung	Selektivitätsgrad
Selenit-Bouillon (18 h, 36 ± 1 °C)	XLD-Agar	3
	Hektoen-Enteric-Agar	2
wenn <i>S. typhi</i> und <i>S. paratyphi</i> nicht zu erwarten sind, auch Tetrathionat-Bouillon (18 h, 36 ± 1 °C) oder Rappaport- Vassiliardis-Bouillon (24 h, 41,5 ± 1 °C)	BPLS-Agar	3
	Desoxycholat-Zitrat-Agar	1
	MacConkey-Agar	2
	chromogenes Salmonella-Kulturmedium*	2

2.7.3.4.2 Identifizierung

Mithilfe der Reinkulturen kann nun durch biochemische und serologische Methoden die Spezies-, Subspezies- und Serovarendiagnose gestellt werden (ROLLE und MAYR, 2007). Im Rahmen der serologischen Diagnostik bietet sich das Kaufmann-White-Schema an, welches auf der Bestimmung der O- und H-Antigene durch Objektträgeragglutination beruht (ROLLE und MAYR, 2007; NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009). Die biochemische Identifizierung von Salmonellen befindet sich in der Weiterentwicklung. Sie konzentriert sich insbesondere auf den Salmonellennachweis in Lebensmitteln und wird auch zunehmend für die Diagnostik latenter Infektionen wichtiger (ROLLE und MAYR, 2007). Hauptentwicklungsrichtungen hierzu sind der Nachweis des Vorkommens (PCR) oder der Expression (Western Blot) von bestimmten virulenz-assoziierten Effektorproteinen, welche durch ihre höhere Identifizierungsgenauigkeit und Diskriminierungsfähigkeit die klassische "Bunte Reihe" mit ihrer Vielzahl an Einzelreaktionen immer mehr ablösen (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009).

2.7.3.5 Serologischer Antikörpernachweis von Salmonellen

In den letzten Jahren wurden verschiedene ELISA-Methoden entwickelt, um Salmonella-Antikörper von Tieren nachweisen zu können. Der serologische Antikörpernachweis von Enten wurde bisher von BARROW et al. (1999) mithilfe eines indirekten ELISAs, der *S. enteritidis* Lipopolysaccharide als Antigen verwendete, durchgeführt. Der serologische Antikörpernachweis kann bei *S. typhi* in der Humanmedizin auch durch die Widal-Reaktion erfolgen, bei welcher agglutinierende Antikörper gegen die O- und H-Antigene bestimmt werden (NEUMEISTER und BURKHARDT, 2009). Ein Antikörperanstieg um mindestens das Vierfache in einem Zeitraum von

acht bis zehn Tagen in der Frühphase der Erkrankung gilt als beweisend. Negative Resultate schließen jedoch eine Erkrankung nicht aus (HOF und DÖRRIES, 2005).

2.7.3.6 Salmonellose des Menschen

Die Salmonellose des Menschen wird hinsichtlich ihrer Pathogenese, ihrer Krankheitsbilder und ihrer Epidemiologie in die typhöse und die enteritische Salmonellose unterteilt. Während die typhösen Salmonellen lediglich Systemerkrankungen beim Menschen hervorrufen, befallen enteritische Salmonellen sowohl Mensch als auch Tier und beschränken sich in der Regel auf den Darm (KAYSER, 1998). Zu den Erregern der typhösen Salmonellosen gehören: *S. typhi* (Verursacher des Typhus abdominalis), *S. paratyphi A*, *S. paratyphi B*, *S. paratyphi C* und bei älteren oder geschwächten Patienten auch mehrere andere Salmonellenvarietäten, wie *S. enteritidis*, *S. typhimurium* und *S. hadar* (HOF und DÖRRIES, 2005). Bei gesunden erwachsenen Menschen liegt die ID_{50} bei $\geq 10^5$ Salmonellen. Die ID_{50} beschreibt die Infektionsdosis, bei der 50 % der exponierten Personen erkranken. Die Infektionsdosis hängt jedoch von der Matrix ab. So ist zum Beispiel bei der Infektion über Trinkwasser eine geringere Keimzahl notwendig, da Wasser zu einer Verdünnung des Magensaftes bei gleichzeitiger Verkürzung der Magenpassage führt. Dadurch können Salmonellen ohne größeren Schaden umgehend ihr Zielorgan, den Dünndarm, erreichen. Ähnlich begünstigend wirken voluminöse Speisen, die nicht von Magensaft durchtränkt werden können, oder fettreiche Nahrung, bei welcher die Salmonellen durch kleine Micellen geschützt werden (TSCHÄPE und BOCKEMÜHL, 2002). Nach Paragraph 7 des INFektionSSCHUTZGESETZES (2000) besteht im Falle eines direkten Nachweises die Meldepflicht für *S. paratyphi* und *S. typhi* sowie eine generelle Meldepflicht für sonstige Salmonellen. Basierend auf diesen Meldungen, konnte das ROBERT KOCH INSTITUT (2009) im Jahr 2008 in Deutschland 86 Paratyphus-, 69 Typhus abdominalis- und 42.909 Salmonellose-Erkrankungen verzeichnen. Weltweit erkranken an letztgenannter etwa eine Milliarde Menschen pro Jahr (RENZ et al., 2007). Nach TSCHÄPE und BOCKEMÜHL (2002) haben diese Zahlen jedoch eher einen Stichprobencharakter, da in Deutschland mit einer hohen Dunkelziffer (Faktor 10 bis 25) zu rechnen ist. Es ist davon auszugehen, dass etwa 4 % der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland einmal pro Jahr mit Salmonellen Kontakt hat, lediglich etwa eine Million Menschen erkrankt jedoch.

Die Hauptinfektionsquelle für die typhöse Salmonellose ist der Mensch selbst. Nach Nord- und Mitteleuropa wird sie durch Reisende importiert (KAYSER, 1998). Primäre Infektionsquelle für die enteritische Salmonellose stellen von Geflügel, Rindern und Schweinen stammende Lebensmittel dar, wobei die Tiere selbst in den seltensten Fällen klinisch erkrankt sind (RENZ et al., 2007). Die Bekämpfungsstrategie der enteritischen Salmonellose ist daher sehr komplex und umfasst die Verringerung der Durchseuchung der Tierbestände, eine optimierte Schlacht- und Lebensmittelhygiene, eine intensive Lebensmittelüberwachung, die Aufklärung der Konsumenten hinsichtlich küchenhygienischer Fehler sowie die Surveillance der menschlichen Erkrankungen (TSCHÄPE und BOCKEMÜHL, 2002).

2.7.3.7 Salmonellose der Ente

Die Salmonellose oder paratyphoide Infektion bei Enten und bei anderen Geflügelarten kann durch verschiedene Serotypen von Salmonellen verursacht werden (SANDHU, 2005). Nach BARROW et al. (1999) können *S. gallinarum*, *S. pullorum*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis* und *S. anatum* vor allem bei wenigen Wochen alten Enten zu beträchtlichen Verlusten führen. Die Jungtiere leiden unter enteritischen und septikämischen Erscheinungen. Bei älteren Tieren hingegen überwiegen die latenten Infektionen. Da kranke Tiere auch unter dem Symptom des Rückenschwimmens leiden, wird die Salmonellose bei Wassergeflügel auch Kielkrankheit genannt (ROLLE und MAYR, 2007). Salmonellenkranke Entenküken sind nach Studien von PRICE et al. (1962) zu 93 % an *S. typhimurium* erkrankt. Die Infektion der Enten mit Salmonellen kann horizontal über Wasser und Futter erfolgen (SANDHU, 2005). Gerade Enten, die Kontakt zu stehenden und verschlammten Gewässern haben, sind einem hohen Infektionsdruck ausgesetzt. Eine weitere horizontale Infektionsquelle stellt Kot dar. In ihm sind Salmonellen nach PRICE et al. (1962) bis zu 28 Wochen lebensfähig. Die Salmonellose kann jedoch auch durch vertikale Transmission verbreitet werden (SANDHU, 2005). Circa am achten Tag der Bebrütung wandern die Salmonellen in das Ei, welchem sie anhaften, hinein (PRICE et al., 1962). Die Salmonellenbesiedlung wird von Enteneiern durch ihre dickere Schalenhaut im Vergleich zu Hühnereiern begünstigt. Daher ist der Verzehr von Enteneiern besonders reglementiert (ROLLE und MAYR, 2007). Sie müssen zum Beispiel vor Verzehr zehn Minuten gekocht werden. Die Fachgruppe Epidemiologie und Zoonosen des Bundesinstituts für Risikobewertung erstellt jährlich aufgrund der Zoonosen-RL (2003/99/EG) auf Basis der Mitteilungen der Länder einen Trendbericht über Trends und Quellen von Zoonoseerregern in Deutschland. Aus diesem geht hervor, dass bei Mastentenherdenuntersuchungen 2007 eine Salmonella-Rate von 4,0 % festgestellt worden ist. Bei einer Herde von insgesamt 25 untersuchten Mastherden konnte *S. typhimurium* gefunden werden (HARTUNG, 2009). Im Jahr 2006 wurden 60 Entenmastherden untersucht, hier konnte zwei Mal *S. typhimurium* diagnostiziert werden, was einer Salmonella-Rate von 3,33 % (HARTUNG, 2008) entspricht. Zum Vergleich: Während der Mastperiode im Jahr 2007 wurden von 1.393 Masthähnchenherden, welche sich in der Produktion befanden, 107 Herden positiv getestet. Dies entspricht einer Salmonellenrate von 7,68 %. Es wurden auch Einzeltieruntersuchungen an Mastenten, bei denen eine Salmonella-Rate von 2,78 % registriert wurde, vorgenommen. Ein Tier von 36 untersuchten Enten wies *S. typhimurium* auf (HARTUNG, 2009). Ein Jahr zuvor, 2006, waren es zwei Enten von 79 (2,53 %) (HARTUNG, 2008). Für den Trendbericht wurde ebenso Entenfleisch untersucht. Hierbei wurden im Vergleich höhere Salmonella-Raten festgestellt. In 14 von 148 Fleischplanproben konnten Salmonellen nachgewiesen werden (5 x *S. typhimurium*, 9 x *S. sonst.*), dies entspricht 9,46 % (HARTUNG, 2009). Salmonellapositive Tierbestände lassen sich durch die Einstellung salmonellafreier Tiere sanieren (TSCHÄPE und BOCKEMÜHL, 2002). Bei Pekingenten ist daher eine Salmonella-Impfung zwei Wochen vor Legebeginn zu empfehlen (DÖHLER, 2009). Technisch ist die Sanierung jedoch nur schwer realisierbar, da ein Wiedereinwandern von Salmonellen aus Wildtierbeständen, vor allem aus der Mäuse-, Nager-, Schadinsekten- und Wildtierpopulation,

nur schwer zu vermeiden ist (TSCHÄPE und BOCKEMÜHL, 2002). Daher muss die Feststellung von Schoop akzeptiert werden: "Wir müssen mit den Salmonellen leben!"(KÖSTERS, 1992).

2.8 Stallklima

HOY et al. (2006) definieren als Stallklima die Gesamtheit der physikalischen Beschaffenheit und des chemischen Zustands der Stallluft, insbesondere Temperatur, relative Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Luftströmung, Gehalt an gasförmigen Verbindungen (Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid, Methylamine, Lachgas, Methan) sowie Staub.

PINGEL (2008) zufolge besteht zwischen dem Stallklima, dem Wohlbefinden, der Vitalität und dem Leistungsvermögen von Enten ein enger Zusammenhang. Vor allem die Parameter Temperatur und Luftfeuchte in Verbindung mit zu hohen oder zu niedrigen Luftgeschwindigkeiten können die Entstehung von Krankheiten begünstigen und die Mastergebnisse beeinträchtigen. Allgemein wird der Lufttemperatur innerhalb des thermohygrischen Komplexes, welcher die Lufttemperatur, die Luftfeuchte, die Luftgeschwindigkeit, die Strahlung, die Temperatur der Wände und die Wärmeleitfähigkeit des Fußbodens umfasst, der höchste Stellenwert eingeräumt (HOY et al., 2006). Konkrete Vorgaben zu den stallklimatischen Bedingungen von Pekingenten sind in den bundeslandspezifischen Vereinbarungen über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingenten zu finden.

2.8.1 Temperatur

Der Energieumsatz von Tieren wird signifikant durch die Umgebungstemperatur beeinflusst. Dies hängt damit zusammen, dass Vögel zu den homoiothermen Lebewesen gehören und eine relativ konstante Körperkerntemperatur zwischen 40 und 43 °C besitzen. Die Konstanz der Körpertemperatur wird in engen Grenzen, zum einen bei Veränderungen der Umgebungstemperatur, zum anderen bei der Bildung von unterschiedlichen Wärmeenergiemengen, aufrechterhalten. Innerhalb der thermisch neutralen Zone ist der Energieumsatz von Tieren am geringsten, gleichzeitig der Nettoenergieanteil (für Erhaltung und Leistung) jedoch am höchsten. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sollte sie daher innerhalb des Stalls angestrebt werden. Die thermisch neutrale Zone ist abhängig von verschiedenen Faktoren, zum Beispiel wird sie durch das Leistungsniveau der Tiere verändert. Die Steigerung einer Leistung, zu der auch tägliche Zunahmen gezählt werden, bewirkt eine zusätzliche Wärmebildung im Organismus, welche wiederum dazu führt, dass die kritische Temperatur in Richtung tiefere Umgebungstemperaturen verschoben wird. Weitere Einflussfaktoren sind: Alter und Rasse der Tiere, Futteraufnahme, Tageszeit, Einzel- oder Gruppenhaltung, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit (HOY et al., 2006).

NICHELMANN (1987) gibt die thermisch neutrale Zone für Pekingenten wie folgt an:

Tab. 10: Thermisch neutrale Zone von Pekingenten in °C (NICHELMANN, 1987)

Alter in Tagen	Biologisch optimale Temperatur	obere Grenztemperatur	untere Grenztemperatur
10	25	30	20
20	22	30	20
40	20	25	20
91	18	25	15
360	15	20	15

2.8.2 Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchte ist nach WIESNER (2000) das Verhältnis der vorhandenen Wasserdampfmenge zu der maximal möglichen Wasserdampfmenge (Sättigung) bei gegebener Temperatur und gegebenem Druck der feuchten Luft (in Prozent). Der Anfall von Wasserdampf in einem umbauten Raum (= Wasserdampfmassenstrom) ist von verschiedenen Faktoren abhängig (HOY et al., 2006):

- Aufstallungsform (Einstreu; Spaltenboden)
- Futter- und Wasserversorgung (rationiert – ad libitum; trockenes oder feuchtes Futter)
- Gesundheitsstatus (z. B. Auftreten von Durchfällen)
- Körpermasse
- Lufttemperatur im Aufenthaltsbereich
- Temperatur
- Tierart

Während nach DAMME und HILDEBRAND (2002) in Geflügelställen eine relative Luftfeuchte zwischen 60 – 80 % anzustreben ist (durch Abstimmen von Heizung und Lüftung (PETERMANN, 2006), gehen die Forderungen der DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V. (2000) und des LANDES BRANDENBURG IN DEN VEREINBARUNGEN ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE HALTUNG VON PEKINGMASTENTEN weiter. Sie verlangen, eine relative Luftfeuchtigkeit von 70 % nicht zu überschreiten. Das Land Sachsen-Anhalt hingegen legte in seinen Mindestanforderungen verbindlich fest, eine relative Luftfeuchte von 60 % nicht zu unterschreiten. Eine zu niedrige Luftfeuchte führt laut PINGEL (2008) bei Enten zu einem struppigen Gefieder und trockener, spröder Haut. Dies kann zu Untugenden, wie Kannibalismus und Federfressen, führen. Gleichzeitig bewirkt trockene Luft verstärkte Staubbildung. Da an Staubpartikel Krankheitspartikel angelagert sein können, steigt im Zuge dessen die Respirationsbelastung. Niedrige Luftfeuchte kann zum Beispiel unter Verwendung von Rundtränken durch offen stehendes Wasser erhöht werden. Die Luftfeuchte steigt natürlicherweise gegen

Ende der Mast durch die Feuchtigkeit der ausgeatmeten Luft und die Ausscheidungen der Tiere stark an (PETERMANN, 2006). Sofern die relative Luftfeuchtigkeit zu stark ansteigt, bildet sich Kondenswasser an Wänden, Streu und Federn der Enten. Es kommt zu einem Verlust der Isolationseigenschaften des Gefieders, was wiederum Wärmeableitung verursacht, die ihrerseits einen höheren Energieverbrauch zur Aufrechterhaltung der Körperwärme nach sich zieht (PINGEL, 2008). Die feuchte Einstreu begünstigt außerdem Fußballenentzündungen (PETERMANN, 2006). Besonders negativ wirkt sich hohe Luftfeuchtigkeit in Kombination mit zu hoher oder zu niedriger Raumtemperatur aus (PINGEL, 2008).

2.9 Belastung der Stallluft durch Staub und Ammoniak

2.9.1 Staub

Der Staub der Stallluft in Geflügelställen besteht aus Haut- und Federpartikeln sowie Kot-, Futter- und Einstreubestandteilen. Er enthält bis zu 85 % organisches Material (PETERMANN, 2006).

Die tierhygienische Bedeutung von Staub liegt nach HOY et al. (2006) in seiner

- Belastung des Atemtrakts
- Träger- und Nährmediumfunktion für Mikroorganismen
- Mechanischen und/oder toxischen Schädigung von Gewebe oder einzelner Epithelzellen im Atmungsapparat und
- Belästigung der Tiere durch Ablagerungen auf der Haut.

Die Klassifizierung von Staub nach HOY et al. (2006) erfolgt entweder

- nach seiner Herkunft (anorganische, organische Stäube)
- nach seiner Wirkung auf Tiere (inert, allergen, fibrogen, toxisch, kanzerogen) oder
- nach seiner Teilchengröße (lungengängig, nicht lungengängig).

Staubteilchen mit einer Partikelgröße unter 5 µm gelangen in die Alveolen und werden daher auch als lungengängig bezeichnet. In Geflügelställen können 50 bis 70 % der Schwebstaubpartikel lungengängig sein (HOY et al., 2006). Staub kann auch unter gravimetrischen Gesichtspunkten klassifiziert werden. Lungengängiger Staub wird dann entweder dem Feinstaub (0,5 – 10 µm) oder Feinstaub (0,1 – 0,5 µm) zugeordnet. Schwebstaub mit einer Partikelgröße von 10 – 50 µm wird im Rahmen dieser Einteilung auch Mittelstaub genannt. Staub mit einer Größe von 50 - 500 µm wird als Großstaub bezeichnet. Gesetzliche Bestimmungen bezüglich des Staubs wurden durch das Institut für Arbeitssicherheit erlassen. Es hat 3 bis 6 mg/m³ für alveolengängige und 10 mg/m³ für einatembare Stäube als Grenzwerte festgelegt. Die

Deutsche Forschungsgemeinschaft legt hinsichtlich der maximalen Arbeitsplatzkonzentration strengere Maßstäbe an. Sie fordert $1,5 \text{ mg/m}^3$ für alveolengängige und 4 mg/m^3 für einatembare Stäube als Höchstwerte (HOY et al., 2006). Nach den Angaben von PETERMANN (2006), die einen durchschnittlichen Staubgehalt von $3,60 \text{ mg/m}^3$ inhalierbarem und $0,45 \text{ mg/m}^3$ alveolengängigem Staub in Geflügelställen angibt, liegen die Arbeitsplatzkonzentrationen in Geflügelställen unter beiden Grenzwerten. Untersuchungen zu Staubgehalten innerhalb von Entenställen erfolgten durch ZUCKER et al. (2005). Über einen Untersuchungszeitraum von zwei Jahren wurde eine durchschnittliche Konzentration von $1,4 \text{ mg/m}^3$ (Minimum $0,3 \text{ mg/m}^3$, Maximum $10,3 \text{ mg/m}^3$) an einatembarem Staub festgestellt.

Die schädigende Wirkung von Staub ergibt sich nach HOY et al. (2006) aus seiner Beladung mit Endotoxinen. Endotoxine sind feste Bestandteile der Zellwand von Bakterien, insbesondere von gramnegativen Bakterien. Die Endotoxine werden nach dem Zerfall der Bakterien, welche entweder an Staubteile angelagert sind oder von ihnen eingeschlossen werden, frei (SIEGMANN, 2005). Sie besitzen eine schwache Antigenität, sind hitzestabil und stellen eine Noxe sowohl für Menschen als auch Tiere dar. Die mikrobielle Kontamination des Stallstaubs kann primär über die Ausscheidungen der Tiere, aber auch sekundär über Aufwirbelungsvorgänge bereits sedimentierter Mikroorganismen und Staubpartikel erfolgen. Eine weitere schädigende Wirkung von Staub ergibt sich aus seiner Adsorption von Ammoniak. Durch den Staub gelangt das Ammoniak bis in die Lungenalveolen und verstärkt so seine chemische Reizwirkung. Das allergische Potenzial von Staub, vor allem von Heu- und Getreidestaub, besteht aus Proteinen von Vorratsmilben, Pollen und Pilzsporen (HOY et al., 2006).

Der Staubgehalt in Ställen kann von diversen Faktoren beeinflusst werden (HOY et al., 2006):

- Bewegungsaktivität der Tiere
- Alter der Tiere/ihre Haltungsdauer
Mit der Haltungsdauer steigt die eingesetzte Futtermenge als wesentliche Staubquelle an, zusätzlich wird bereits sedimentierter Staub durch die Bewegung der Tiere aufgewirbelt.
- Fütterungssystem (Flüssig- oder Trockenfütterung)
- Konsistenz der Futtermittel (mehlförmig, breiartig)
- Vorhandensein und Art der Einstreu
In eingestreuten Geflügelstallsystemen geht über 50 % des Staubs von der Einstreu aus (PETERMANN, 2006).
- Exkrementabsatz und Entmistungssystem
- Temperatur und Luftfeuchte
GRUB et al. (1965) fanden zum Beispiel heraus, dass in Broilerställen der Staubgehalt unter 10°C gering war, zwischen $15,6$ und $21,1^\circ\text{C}$ Höchstwerte erreichte und bei Temperaturen um die $37,8^\circ\text{C}$ wieder absank. Geringe Luftfeuchte führt hingegen in Verbindung mit hohen Temperaturen zur Abtrocknung von Stalloberflächen und fördert so die Schwebefähigkeit kleiner Staubteile (HOY et al., 2006).

- Luftbewegung und Lüfrate
- Haltungssystem und Management
- Reinigung und Desinfektion

2.9.2 Ammoniak

Ammoniak ist ein farbloses Gas mit stechendem Geruch, welches sehr gut wasserlöslich und leichter als Luft ist. Es ist das Hauptschadgas in der Stallluft. Die Quelle der Ammoniakentstehung bildet bei Geflügel die Harnsäure. Ein Molekül hiervon wird in mehreren Schritten über Allantoin und Allantoal zu zwei Molekülen Harnstoff abgebaut. Daraus entstehen durch anaerobe sowie aerobe harnstoffabbauende (Urease-aktive) Bakterien schließlich vier Moleküle Ammoniak (MÜLLER und SCHLENKER, 2004; HOY et al., 2006).

Die Ammoniakkonzentrationen in Geflügelställen und ihre Emissionen sind von verschiedenen Faktoren abhängig (KRISTENSEN und WATHES, 2000; DAMME und HILDEBRAND, 2002):

- Jahreszeit
Im Winter steigt zum Beispiel durch geringe Lüftungsraten, um die Wärme im Stall zu halten, die Ammoniakkonzentration an (KRISTENSEN und WATHES, 2000).
- Einstreuart
Strohhäcksel verklebt in Verbindung mit Feuchtigkeit und bildet eine Schicht. Das gebildete Ammoniak kann daher nicht entweichen und sammelt sich in der verklebten Schicht. Dies passiert nicht bei den Einstreumaterialien Torf, Maissilage oder Hobelspänen, da sie eine lockere Struktur besitzen, wodurch das entstandene Ammoniak sofort entweichen kann (SCHMITZ, 2007).
- Mastdauer und Management
Mit zunehmender Haltungsdauer erhöht sich die Ammoniakkonzentration, bedingt durch die ansteigende Exkrementmenge (PINGEL, 2002).
- Feuchtigkeit und Temperatur
Die harnstoffabbauenden Bakterien arbeiten am besten im basischen, feuchten Milieu bei sommerlichen Temperaturen (DAMME und HILDEBRAND, 2002; MÜLLER und SCHLENKER, 2004). Absolute Feuchtigkeit fördert auch die Adsorption von Ammoniak an Staub. Im Sommer steigt, bedingt durch die höheren Temperaturen, die Atemfrequenz von Geflügel an. Der Staub, der nun auch Ammoniak enthält, führt zu Schädigungen des Respirationstrakts (KRISTENSEN und WATHES, 2000).
- NH_3 -Partialdruck
- Fütterung
Nach den Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (2003) gehören im Rahmen der Emissionsreduktion die Verfütterung von reduzierten Rohproteingehalten sowie der Einsatz leicht verdaulicher Aminosäuren zu den obligatorischen

Maßnahmen (INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL REFERENCE DOCUMENT ON BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR INTENSIVE REARING OF POULTRY AND PIGS IN JULY 2003).

- Tierische Aktivität

Scharren der Tiere vergrößert zum Beispiel die emissionsaktive Oberfläche und somit auch die Ammoniakkonzentration (DAMME und HILDEBRAND, 2002).

Der Ammoniakgehalt der Stallluft ist nicht nur von obigen, sondern auch von örtlichen Faktoren (z. B. Anordnung der Tränken, dem Tränkendesign), dem Lüftungssystem, der Besatzdichte und dem Verhalten der Tiere abhängig (HOMIDAN et al., 2003; KRISTENSEN und WATHES, 2000). Daher treten große Schwankungen hinsichtlich der Höhe der gemessenen Konzentrationen an Messpunkten zu verschiedenen Zeiten in Geflügelstallungen auf (HOY et al., 2006).

Die schädigende, tierschutzrelevante Wirkung von Ammoniak betrifft vor allem die oberen Luftwege des Respirationstrakts (ab 30 ml/m^3) und das Auge ($60 - 70 \text{ ml/m}^3$). Feuchte Schleimhautoberflächen können Ammoniak leicht absorbieren, was bei längerem Kontakt zur Lösung oder Emulgierung von Schleimhautbestandteilen, wie Keratin, Fett und Cholesterin, führen und eine Zerstörung der Schleimhautoberfläche nach sich ziehen kann (HARTUNG, 1990). Durch diese Zerstörung von Schleimhautoberflächen wird ein Locus minoris resistentiae (Ort verminderter Resistenz) geschaffen. Der Organismus wird daher für Infektionen anfälliger (HOY et al., 2006). Die vergleichsweise hohen Ammoniakkonzentrationen, die erreicht werden müssen, um nachteilige Wirkungen bei Tieren zu erzielen, sprechen für eine große Kompensationsfähigkeit der Tiere. Wirtschaftliche Einbußen sind bei Geflügel schon bei geringeren Konzentrationen zu verzeichnen. Ab 20 ml/m^3 ist eine Verminderung der Futteraufnahme, der Gewichtszunahme, aber auch der Legeleistung zu erwarten. Des Weiteren tritt die Geschlechtsreife verzögert ein. Außerdem ist mit einer Prädisposition für respiratorische Krankheiten zu rechnen (HARTUNG, 1990).

Der Geruchssinn von Geflügel gilt als erwiesen, dennoch ist es unklar, ob darüber Ammoniak wahrgenommen werden kann (KRISTENSEN und WATHES, 2000). JONES et al. (2005) fanden in einer Studie heraus, dass Broiler sich bei Entscheidungsmöglichkeit zwischen Stallabteilen mit Ammoniakgehalten 4, 11, 20 oder 37 ppm bevorzugt in Stallabteilen mit 4 und 11 ppm aufhalten und nach Möglichkeit Stallabteile mit höheren Ammoniakgehalten eher meiden.

In den VEREINBARUNGEN ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE HALTUNG VON PEKINGENTEN im Stall der Länder BAYERN (2003), BRANDENBURG (2000), NIEDERSACHSEN (2003) und SACHSEN-ANHALT (2001) wird auf den Ammoniakgehalt wie folgt eingegangen: Der Ammoniakgehalt soll im Tierbereich in der Stallluft unter 10 ppm liegen und darf dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten. In dem Forschungsprojekt MANZ (2005) konnten bei drei Rundtränkenversuchsdurchgängen mittlere Ammoniakkonzentrationen von 4,4 ppm (Mastanfang) und 25,3 ppm (Mastende) ermittelt werden.

Das Schadgas Ammoniak ist jedoch nicht nur eine Belastung für Tiere, sondern es kann auch bei hohen Luftkonzentrationen zu Schäden bei empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen führen (MÜLLER et al., 2006). Die Landwirtschaft stellt in Mitteleuropa den Hauptproduzenten von Ammoniak dar (DÄMMGEN und ERISMAN, 2006).

Im Jahr 2007 wurden in Deutschland 624.234 Tonnen NH_3 produziert, von denen 596.029 Tonnen auf die Landwirtschaft und gewerbliche Jagd entfielen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011b). Die Ammoniakemissionen im Jahr 2008 erreichten eine ähnliche Höhe. Nach dem UMWELTBUNDESAMT (2010) fiel 2008 am meisten Ammoniak in der Milchviehwirtschaft an (177,68 t). Im Geflügelbereich wurden die höchsten Ammoniakemissionen (18,01 t) von Legehennen produziert. Die Entenmast machte lediglich einen kleinen Teil der Emissionsbildung aus (1,06 t). Zur Bekämpfung der Ammoniakemissionen ist Deutschland auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene Verpflichtungen zur Emissionsminderung für Luftschadstoffe eingegangen. Beispielfähig hierfür sind das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung (UN ECE-CLRTAP mit seinen acht Protokollen), die Klimarahmenkonvention (UNFCCC2), das Kyoto-Protokoll sowie im europäischen Kontext die Richtlinien zur Einhaltung nationaler Emissionsobergrenzen (UMWELTBUNDESAMT, 2010).

2.9.3 Gesetzliche Regelungen und Bestimmungen zu Staub und Ammoniak

Die nachfolgenden Gesetze und Bestimmungen finden in Bezug auf Ammoniak und Staub Anwendung:

- GESETZ ZUM SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN UMWELTEINWIRKUNGEN DURCH LUFTVERUNREINIGUNGEN, GERÄUSCHE, ERSCHÜTTERUNGEN UND ÄHNLICHE VORGÄNGE (2002)
Gase und Staub werden im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als Luftverunreinigungen definiert. Diese werden, sofern sie von Anlagen ausgehen, weiter als Emissionen bestimmt. Daher gilt es, dieses Gesetz bei Neu- und Umbauten von Tierhaltungsanlagen zu berücksichtigen (UMWELTBUNDESAMT, 2010).
- VDI 3894
Gegenwärtig befindet sich eine neue VDI-Richtlinie (VDI 3894) zur Emissionsminderung aus der Tierhaltung in Vorbereitung. Diese Richtlinie wird sich nicht nur auf die Haltung von Hühnern und Schweinen, sondern auch auf die Haltung von Rindern, Enten, Puten, Pferden und gemischten Beständen beziehen. In ihr werden auch die Darstellung und Bewertung von Möglichkeiten zur Emissions- und Immissionsminderung erfolgen (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, 2007).
- DIN 18910-1
Die DIN 18910-1 befasst sich mit dem Wärmeschutz von geschlossenen Ställen. In ihr wird unter anderem detailliert auf den Lufttemperaturbereich und die relative Luftfeuchte von Geflügelställen eingegangen (DÖHLER, 2009).

- Gute fachliche Praxis der Ammoniak – Emissionsminderung in der Landwirtschaft
Deutschland hat im Rahmen des UN ECE PROTOKOLLS ZUR BEKÄMPFUNG UND VERSAUERUNG, EUTROPHIERUNG UND BODENNAHEM OZON (GENFER LUFTREINHALTEABKOMMEN) STAND 1999 das "Protokoll zur Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon" unterschrieben. Darin hat es sich unter anderem verpflichtet, die Ammoniakemissionen bis zum Jahr 2010 auf 550.000 t zu senken. Da in Deutschland die Ammoniakemissionen zum größten Teil aus der Tierhaltung stammen, hat das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit Experten des Umweltbundesamtes und des KTBL Regeln zur "guten fachlichen Praxis der Emissionsminderung" erstellt. Diese Regeln sind jedoch nicht rechtsverbindlich (EURICH-MENDEN et al., 2004).
- TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006)
Paragraph 3 der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung Absatz 3 Ziffer 2 fordert, dass Zirkulation, Staubgehalt, Temperatur, relative Feuchte und Gaskonzentration der Stallluft in einem Bereich gehalten werden, der für Tiere unschädlich ist.

2.10 Probeschlachtungen

Über den Schlachttierwert von Enten entscheidet nach PINGEL et al. (2007) und PINGEL (2008):

- die Schlachtausbeute
- die grobgewebliche Zusammensetzung des Schlachtkörpers
- der Anteil der fleischreichen Teilstücke Brust und Schenkel
- die Beschaffenheit des Schlachtkörpers und
- die Qualität des Fleisches sowie des Fettes

Die Schlachtausbeute wird aus der Differenz zwischen Lebend- und Schlachtgewicht berechnet und in Prozent des Lebendgewichtes ausgedrückt. Das Schlachtgewicht setzt sich hierbei zusammen aus dem Gewicht des Schlachtkörpers ohne Kopf und Ständer, aber mit den verwertbaren Organen Herz, Leber und gereinigtem Muskelmagen. Das Lebendgewicht wird nach acht bis zwölfstündiger Nüchternung ermittelt (PINGEL et al., 2007; PINGEL, 2008). Bei Wassergeflügel beträgt die Schlachtausbeute zwischen 73 und 74 % (PINGEL et al., 2007; PINGEL, 2008). Die Zusammensetzung des Schlachtkörpers wird wesentlich durch das Schlachtalter bestimmt. So beginnt das intensive Wachstum der Brustmuskulatur relativ spät, nimmt jedoch kurz vor der Jungtiermauser stark zu. Das Schlachtalter beeinflusst auch die Haut mit ihrem subkutanen Fett und den Anteil der Schenkelmuskulatur. Beide nehmen, relativ gesehen, kurz vor der Jungtiermauser ab (PINGEL, 2008). Ob das Geschlecht der Ente die Zusammensetzung des Schlachtkörpers beeinflusst, wird unterschiedlich diskutiert (ABDELSAMIE und FARRELL, 1986). Nach PINGEL et al. (2007) besitzt bei allen Geflügelarten das weibliche Tier in der Regel

einen höheren Brustfleischanteil als das männliche Tier, obwohl nach SAATCI und TILKI (2007) bei Wassergeflügel die männlichen Tiere normalerweise schneller wachsen. RISTIC et al. (2006) erzielten bei Untersuchungen die folgenden geschlechterabhängigen Ergebnisse:

Tab. 11: Übersicht über den Anteil der Teilstücke und der Schlachtausbeute von Pekingenten (Anzahl n = 60), in % des Schlachtgewichts nach RISTIC et al. (2006)

Lebenstag	Geschlecht	Schlachtausbeute	Brust	Schenkel	Rücken	Flügel
42	♂	60,4	27,4	23,2	34,3	12,6
	♀	62,8	29,0	22,8	33,2	12,3
47	♂	64,3	29,7	22,2	33,2	12,9
	♀	66,2	30,6	21,0	33,5	12,2
54	♂	67,2	33,1	21,3	31,7	11,7
	♀	67,0	33,7	21,6	30,4	11,8

Die Schlachtkörper- und Fleischqualität ist auch abhängig von produktionstechnischen Faktoren. Die produktionstechnischen Langzeitfaktoren umfassen die Produktionsbedingungen im Mastbetrieb, wie zum Beispiel Ernährung, Haltung, Management und mögliches Krankheitsgeschehen. ERISIR et al. (2009) hat unter anderem festgestellt, dass das Schlachtgewicht von Grimaud-Frères-Enten entscheidend über die Haltungsform beeinflusst werden kann. Folgende Schlachtgewichte in Abhängigkeit von der Haltungsform stellten sie in der sechsten Lebenswoche bei Enten fest:

Tab. 12: Schlachtgewicht von Grimaud-Frères-Enten in der sechsten Lebenswoche in Abhängigkeit von der Haltungsform nach ERISIR et al. (2009)

Haltungsform	Besatzdichte	n _{geschlachtete Tiere}	Schlachtgewicht in g
30 m ² reine Stallhaltung	105 Tiere	10	2.266 ± 74
30 m ² Stallhaltung mit Bademöglichkeit im Stall	105 Tiere	10	2.228 ± 74
20 m ² Stallhaltung und 30 m ² Freilandhaltung incl. Bademöglichkeit	105 Tiere	10	2.592 ± 74
20 m ² Stallhaltung und 30 m ² Freilandhaltung	105 Tiere	10	2.266 ± 74

Sowohl KOPP (2005) als auch KÜSTER (2007) und REMY (2005) konnten hingegen bei unterschiedlichen Methoden der Wasserversorgung von Pekingenten keinen Einfluss auf das Schlachtgewicht feststellen. Sie ermittelten folgende Schlachtgewichte:

Tab. 13: Schlachtgewicht in Abhängigkeit von der Tränkeform

Tränkeangebot	Lebenstag	Gewicht	Diss. med. vet.
Düse, Nippel, Plasson, Sparkcup	41. – 49. LT	3,22 – 3,28 kg	KOPP (2005)
Nippel, Rinne, Sparkcup	47. – 50. LT	3,07 – 3,44 kg	REMY (2005)
Nippel, Rundtränke	44. – 47. LT	3,16 – 3,32 kg	KÜSTER (2007)

Alle Faktoren, welche die Tiere in den letzten 24 Stunden vor der Schlachtung beeinflussen, werden zu den produktionstechnischen Kurzzeitfaktoren gezählt. Gegenüber den Langzeitfaktoren haben diese deutlich größere Auswirkungen, da sie den Muskelstoffwechsel unmittelbar vor der Schlachtung beeinflussen können (PINGEL, 2008).

2.11 Hämatokrit- und Hämoglobingehalt von Entenblut

Hämatologische und biochemische Blutwerte können bei Wassergeflügel als Indikatorparameter für den Gesundheitsstatus dienen, denn veränderte Blutwerte können sowohl auf lokale als auch systemische Krankheiten hinweisen. Auch der Nachweis von toxischen Reaktionen auf Umweltschadstoffe ist durch sie möglich (DRIVER, 1981; SHAVE und HOWARD, 1976). Bei der Auswertung von Geflügelblutbildern muss jedoch beachtet werden, dass bei Vögeln das Blutbild sowohl von externen Umweltfaktoren, wie Jahreszeiten (veränderten Temperatur- und Lichtverhältnissen), als auch von internen Umweltfaktoren (Lebensalter, Geschlecht, Bakterien, Parasiten) beeinflusst werden kann (DRIVER, 1981; GYLSTORFF, 1983; SHAVE und HOWARD, 1976). SIEGMANN (2005) misst dem Blutbild von Vögeln nur eine begrenzte diagnostische Bedeutung bei, da deren Blutzellen aus phylogenetischen Gründen nicht so stark ausdifferenziert sind wie die von Säugetieren. Gleichzeitig sind Zell- und Gewebsreaktionen auf Noxen jeglicher Art bei Vögeln weniger charakteristisch als bei Säugetieren.

2.11.1 Hämatokrit

Der Hämatokritwert ist ein Relativwert, welcher den prozentualen Anteil der zellulären Bestandteile am Gesamtblut wiedergibt. Er hängt damit sowohl von der Zahl und dem Volumen der Erythrozyten als auch von dem Plasmavolumen ab (KRAFT, 2005). Die physiologische Breite des Hämatokrits beträgt bei Geflügel ca. 21 – 55 % des Gesamtblutvolumens (GYLSTORFF, 1983). Der Hämatokritwert ist bei gesunden Lebewesen und bei Individuen mit erhöhtem Gesamtblutvolumen (Plasma und Blutkörperchen) unverändert. Er bleibt auch gleich, wenn Blut in seiner Gesamtheit verlorengeht, also zum Beispiel bei akuten Blutungen (KRAFT, 2005).

Der Hämatokritwert der Ente unterliegt diversen physiologischen Schwankungen (GYLSTORFF, 1983; SMITH et al., 2000):

- Absinken innerhalb der ersten Lebenswoche
- rhythmische Tagesschwankungen
- Absinken nach 48 h Wasserentzug
- Erhöhung bei tiefen Temperaturen
- Erhöhung bei Adrenalinbehandlung
- Absinken bei Folsäure- und Glycinmangel
- Höhenabhängigkeit.

Bei Pekingenten auf Meeresspiegelhöhe wurde ein Hämatokritwert von 45,4 % gemessen. Nach einem vierwöchigem Aufenthalt in 5.640 m Höhe stieg er auf 55,9 % an. Der Anstieg des Hämoglobins erfolgte analog.

Nach THOMAS (2008) sind die Diagnostik von Anämien, Polyzythämien und Polyglobulien, die Berechnung von MCVs und MCHCs und die Bestimmung von Änderungen in der Hämodilution und Hämokonzentration Indikationen für die Bestimmung des Hämatokritwerts. Der Hämatokrit kann auch als Bezugsgröße zur Beurteilung der Anämie-adäquaten Erythropoetinbildung dienen (THOMAS, 2008).

2.11.2 Hämoglobin

Hämoglobin ist ein roter Blutfarbstoff, der sich aus zwei Komponenten zusammensetzt. Einerseits dem Häm als eigentlichem Farbstoff, welcher ein zweiwertiges Eisen (Ferr-Form) besitzt und aus einer Proteinkomponente besteht. Andererseits dem Globin, welches sich aus zweimal zwei identischen Peptidketten zusammensetzt (KRAFT, 2005; GYLSTORFF, 1983). Den Hauptproteinanteil (92 % des Proteins bzw. 63,44 % des Gesamtstickstoffs) in Geflügelerythrozyten bildet Hämoglobin. Soweit bis jetzt untersucht, besitzen erwachsene Vögel mindestens zwei Haupthämoglobine, was auch für Enten gilt (GYLSTORFF, 1983). Das Trockenmolekulargewicht der Haupthämoglobine von Enten wird mit 34.300 und 39.300 angegeben. Ihr Verhältnis zueinander wird bei Pekingenten mit 6,08 beschrieben (GYLSTORFF, 1983).

Die Hauptaufgabe von Hämoglobin besteht darin, reversibel an Sauerstoff zu binden (Oxyhämoglobin) und diesen von der Lunge zu den Organen und Geweben zu transportieren (KRAFT, 2005; GYLSTORFF, 1983). Hämoglobin ist lediglich in den Erythrozyten biologisch aktiv. Bei seinem Entweichen aus den Zellen, bedingt durch Hämolyse, verliert Hämoglobin seine Fähigkeit, ausreichend Sauerstoff zu transportieren (KRAFT, 2005). Entsprechend ihrem Volumen können Vogelerythrozyten im Vergleich zu Säugerblutzellen mehr Hämoglobin enthalten (GYLSTORFF, 1983), wobei in großen Höhen fliegende Arten zusätzlich eine höhere Hämoglobinaffinität besitzen (O'MALLEY, 2008). Die Hämoglobinkonzentration ist, ähnlich wie der Hämatokritwert, von allen Faktoren, welche auch die Erythropoese beeinflussen, zum

Beispiel dem Lebensalter, aber auch dem Geschlecht, abhängig. Weibliche Tiere kurz vor und während der Geschlechtsreife verfügen im Allgemeinen über niedrigere Werte als männliche. Jahreszeiten, der Aufenthalt in großen Höhen und die Umwelttemperatur sind weitere Faktoren, die den Hämoglobingehalt beeinflussen (GYLSTORFF, 1983). Direkte Einflussgrößen auf den Hämoglobinwert sind die Zahl der roten Blutzellen und das Plasmavolumen. Indikationen zur Bestimmung des Hämoglobinwerts stellen die Feststellung von Verlaufs- und Therapiebeurteilung von Anämien, Polyglobulien und Polyzythämien dar. Sofern der Hämoglobinwert in einem Organismus vermindert ist, spricht man von einer Anämie (THOMAS, 2008).

2.11.3 Referenzwerte Hämatokrit und Hämoglobin

Um die nachfolgenden Werte mit den Ergebnissen dieser Studie vergleichen zu können, wurden einige Zahlen auf eine Kommastelle auf- bzw. abgerundet. Werte in g/dl wurden mit 0,621 multipliziert, um Werte in mmol/l zu erhalten.

Tab. 14: Verschiedene Literaturangaben des mittleren Hämatokrits und der mittleren Hämoglobinkonzentration von Pekingentenblut

Rasse, Alter, Geschlecht	Tierzahl	Hb mmol/l	Hk %	Autoren
Pekingenten, ♂	15	8,86 ± 0,1	46,75 ± 0,562	HALAJ (1966)
Pekingenten, ♀	20	7,9 ± 0,09	44,25 ± 0,414	HALAJ (1966)
Pekingenten, 21. - 29. LT, ♂ und ♀	960	7,51 – 10,74	32,5 – 36,9	REMY (2005)
Pekingenten, 28. - 30. LT, ♂ und ♀	456	6,14 – 6,75	29,97 – 33,90	KÜSTER (2007)
Pekingenten, 44. - 47. LT, ♂ und ♀	456	6,56 – 7,07	36,85 – 39,01	KÜSTER (2007)
Pekingenten, 47. - 50. LT, ♂ und ♀	960	5,59 – 10,31	37,1 – 39,8	REMY (2005)
Pekingenten, 3 Monate, ♂ und ♀	20	5,90 – 10,56	30 – 42	HATIPOGLU und BAGCI (1996)
Pekingenten, 5 Wochen, ♀	27	7,25	40,2	KONTECKA et al. (2006)
Pekingenten, 11 Wochen, ♀	27	7,20	36,3	KONTECKA et al. (2006)
Pekingenten, 17 Wochen, ♀	27	8,07	40,3	KONTECKA et al. (2006)
Pekingenten, 15 Monate, ♂	5	8,01 ± 1,80	42,8 ± 2,4	SPANO et al. (1987)

2.12 Abwehrsystem der Ente und Immunglobulin Y

Das Immunsystem von Geflügel besteht, wie das der Säugetiere auch, aus einer unspezifischen und einer spezifischen Komponente (SIEGMANN, 2005). Zu den unspezifischen Abwehrmaßnahmen von Vögeln gehören unter anderem anatomische Besonderheiten, wie zum Beispiel die hohe Körpertemperatur, die vor verschiedenen Krankheiten schützt (BUTCHER und MILES, 1991). Zu den Zellen des unspezifischen Abwehrsystems gehören, ebenso wie beim Säuger, Makrophagen, natürliche Killerzellen, Granulozyten (beim Vogel Heterophile) und Thrombozyten. Diese Zellen setzen zusammen mit anderen Körperzellen Zytokine frei, welche immunmodulierende Eigenschaften besitzen (SIEGMANN, 2005). Im Falle der Ente wurden bereits die Zytokine, die den Säugetierzytokinen IL-1, IL-2, IL-6 entsprechen, sowie

das Interferon-gamma und der Tumor-Nekrose-Faktor-alpha erforscht (HIGGINS et al., 1993; SCHULTZ und CHISARI, 1999).

Das spezifische, erlernte Immunsystem ist bei Vögeln in ein zelluläres und ein humorales untergliedert. Bei Geflügel setzt sich die humorale Immunität aus den Antikörpern (Immunglobulinen) und den B-Lymphozyten, welche die Immunglobuline produzieren, zusammen. Die zelluläre Immunität hingegen wird durch das T-Zellsystem repräsentiert (BUTCHER und MILES, 1991; SIEGMANN, 2005). Im Geflügelbereich wurde innerhalb der letzten 50 Jahre schwerpunktmäßig das Immunsystem des Huhns erforscht, im Verhältnis hierzu ist wenig über das der Ente bekannt. Sie verfügt im Hinblick auf das Huhn über dieselben Hauptlymphorgane, die B- und T-Zellen sind jedoch nicht zwischen den Tierarten homolog. Daher sind Kreuzreaktionen monoklonaler Antikörper, die sich gegen Hühner-T-Lymphozyten richten, mit den Lymphozyten der Enten auszuschließen (JEURISSEN und JANSE, 1998; MILLER et al., 2004).

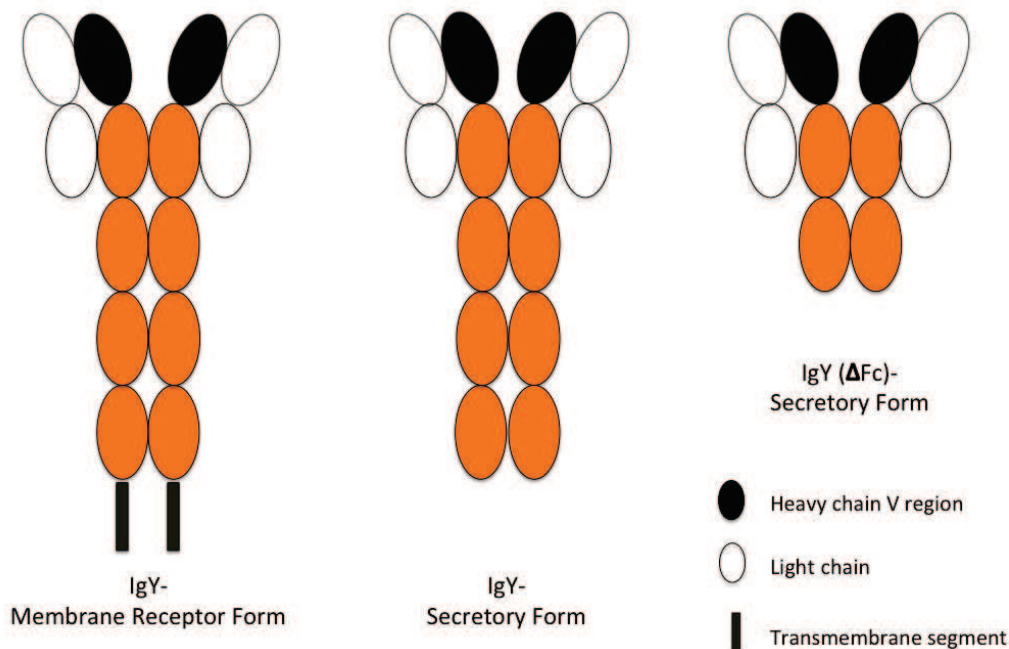


Abb. 3: Schematische Zeichnung des IgY von Enten (LUNDQVIST et al., 2006)

Die Ente verfügt nach LUNDQVIST et al. (2006) über drei Klassen von Antikörpern: IgM, IgY, welches drei Isoformen besitzt, und IgA. Während IgA in Sekreten des Darms, des Respirations- und Reproduktionstrakts sowie in Tränen und Gallenflüssigkeit anzutreffen ist (LUNDQVIST et al., 2006), kommen IgM und IgY im Serum der Ente vor (HIGGINS und WARR, 1993). IgY kommt nicht nur bei Vögeln, sondern auch bei Reptilien, Amphibien und eventuell auch bei Lungenfischen vor. Biologisch ist es als Vorfahre des IgG und IgE der Säugetiere anzusehen (WARR et al., 1995). Es vereint Fähigkeiten, die typisch für das IgG des Säugers sind, da es ebenfalls den Hauptantikörper darstellt, an der Komplementbildung und der Opsonierung beteiligt ist und auch an die Nachfahren durch maternale Antikörper über den Eidotter weitergegeben wird. Wie IgE kann IgY zu anaphylaktischen Reaktionen führen (LUNDQVIST et al., 2006).

Daher wurde IgY sogar einige Zeit als IgG bezeichnet, nach einem Vorschlag von Gerrie Leslie und Bill Clem, aber 1969 in IgY (englisch *yolk* = Eidotter (WIESNER, 2000)) umbenannt (WARR et al., 1995). Nach LUNDQVIST et al. (2006) können zwei sekretorische Formen von IgY, IgY und IgY (Δ Fc), sowie eine Membran-Rezeptor-Form unterschieden werden. Die schwere Kette des IgY besitzt eine variable Domäne und vier konstante Domänen. Der schweren Kette des IgY (Δ Fc) hingegen fehlen zwei C-terminale Domänen (WARR et al., 1995). Die leichten Ketten von Enten bestehen sowohl aus einer konstanten Domäne als auch aus einer antigenbindenden Domäne, die aus einem variablen und einem verbindendem Segment besteht. Eine Besonderheit der leichten Ketten von Pekingenten besteht in ihrer hohen Übereinstimmung mit der von Moschusenten und von Hühnern. Der konstante Teil der leichten Kette gleicht zu 88 % der von Moschusenten und zu 66 % der von Hühnern. Bei der antigenbindenden Domäne besteht im variablen Anteil der leichten Kette eine Übereinstimmung von 88 % mit Moschusenten und 87 % mit Hühnern. Das verbindende Segment der leichten Kette von Moschusenten und Hühnern unterscheidet sich von dem der Pekingente lediglich in einer Aminosäure, was zu einer 92 %igen Übereinstimmung führt (MAGOR et al., 1994). Die genetische Vielfalt der Entenantikörper ist durch Pseudogene und Genkonversion zu erklären. MAGOR et al. (1994) hatten auch Untersuchungen hinsichtlich des Molekulargewichts von Enten-IgY durchgeführt. IgY besitzt ein Molekulargewicht zwischen 233 – 240 kDa, IgY (Δ Fc) zwischen 118 – 145 kDa. Das Verhältnis von IgY zu IgY (Δ Fc) beschreiben LUNDQVIST et al. (2006) mit 3 : 5, ersteres wird vorwiegend an den Dottersack abgegeben.

IgY (Δ Fc) hingegen spielt bei der Immunabwehr eine bedeutende Rolle. Nach HIGGINS und WARR (1993) werden bei einer Infektionserkrankung zunächst IgM, dann IgY und dann IgY (Δ Fc) im Serum der Ente gebildet. Im Falle einer Infektion kann die Ente viele Antikörper bilden, welche Liganden gut binden können und so zu einer Neutralisation führen. Allerdings sind die nachfolgenden Reaktionen, wie Präzipitation, Agglutination, Komplementbildung und Opsonierung, nur schwach ausgeprägt (HIGGINS und WARR, 1993; LUNDQVIST et al., 2006; WARR et al., 1995). Eine Erklärung hierfür ist, dass dem Hauptantikörper eine Fc-Region fehlt. Interessanterweise kommt die Ente trotz dieses Defizits ihres Immunsystems auch relativ gut in nasser, schmutziger Umgebung zurecht. Ebenso sind Enten im Vergleich zu Hühnern relativ unempfindlich gegenüber der aviären Influenza. Die Gründe hierfür müssen noch näher erforscht werden (LUNDQVIST et al., 2006). Der Nachweis und die Quantifizierung von IgY-Antikörpern erfolgen über die standardtypischen, immunochemischen Methoden, wie zum Beispiel Agglutination bestimmter Antigene, Präzipitation des gelösten Antigens, Identifikation der zellgebundenen Antigene mittels Immunfluoreszenztechniken oder die Blockierung bestimmter aktiver Domänen des IgY (DIAS DA SILVA und TAMBOURGI, 2010). KOTHLOW et al. (2005) haben für die quantitative Bestimmung von Enten-IgY einen hochspezifischen, sensitiven Sandwich-ELISA entwickelt, für welchen monoklonale Antikörper benötigt werden. Die bisher ermittelten IgY-Konzentrationen aus Entenserum können der Tabelle 15 entnommen werden.

Tab. 15: Enten-IgY Werte aus der Literatur (IgY in mg/ml)

Lebenstag	IgY-Gehalt	Autor	Anzahl
0. LT	11,35 ± 0,96	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
1. – 2. LT	2,60 – 7,60	NG und HIGGINS (1986)	2 – 7
3. LT	5,18 (Max.)	WANG (1998)	20
10. LT	1,00	NG und HIGGINS (1986)	2 – 7
10. LT	11,43 ± 0,84	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
20. LT	11,93 ± 1,12	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
21. – 29. LT	3,66 – 9,72	MANZ (2005)	360
28. – 30. LT	4,91 – 10,22	HEUBACH (2007)	456
30. LT	12,56 ± 1,09	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
44. – 47. LT	9,02 – 20,28	HEUBACH (2007)	456
49. – 50. LT	15,26 – 26,05	MANZ (2005)	180
50. LT	12,75 ± 1,14	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
70. LT	13,43 ± 1,16	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
72. LT	2,00	NG und HIGGINS (1986)	2 – 7
90. LT	14,06 ± 1,11	UMAMAHESWARARAO und RAO (1994)	30
14. – 84 LT	1,09 – 4,48	WANG (1998)	20
98. – 112. LT	4,26 – 4,54	WANG (1998)	20

2.13 Knochenbruchfestigkeit

2.13.1 Allgemeines zu Geflügelknochen und den Möglichkeiten zur Verringerung von Beinschäden

Das Knochengewebe von Vögeln setzt sich zum einen aus Zellen (Osteozyten, Osteoblasten und Osteoklasten) und zum anderen aus einer mineralisierten Interzellularsubstanz (Knochengrundsubstanz) zusammen. Die Knochengrundsubstanz besteht zu ca. 50 % aus Mineralstoffen und etwa zu je 25 % aus organischen Verbindungen und Wasser. Innerhalb der Mineralstoffe überwiegen die Hydroxylapatitkristalle, welche sowohl aus Calciumphosphat (85 %) als auch aus Calciumcarbonat (10 %) bestehen und für die Druckfestigkeit des Knochens verantwortlich sind. Den Hauptbestandteil der organischen Knochengrundsubstanz bildet mit 90-95 % das Kollagen. Dieses ist für die Zugfähigkeit des Knochens verantwortlich (SCHUMMER et al., 1992; RATH et al., 2000). Die Knochenstärke selbst ist von diversen Faktoren abhängig, wie in Abbildung 4 dargestellt. Bei der Entstehung von Beinschäden spielen nach CLASSEN (1992) noch weitere Umweltfaktoren, wie Lichtprogramm, Beleuchtungsintensität, Temperatur, Schadgase, Einstreuqualität und Bodengestaltung, eine maßgebliche Rolle. Nach REITER und BESSEI (1998b) nehmen diese bei Puten und Broilern sogar einen Anteil zwischen 70 und 90 % an der Gesamtvarianz ein.

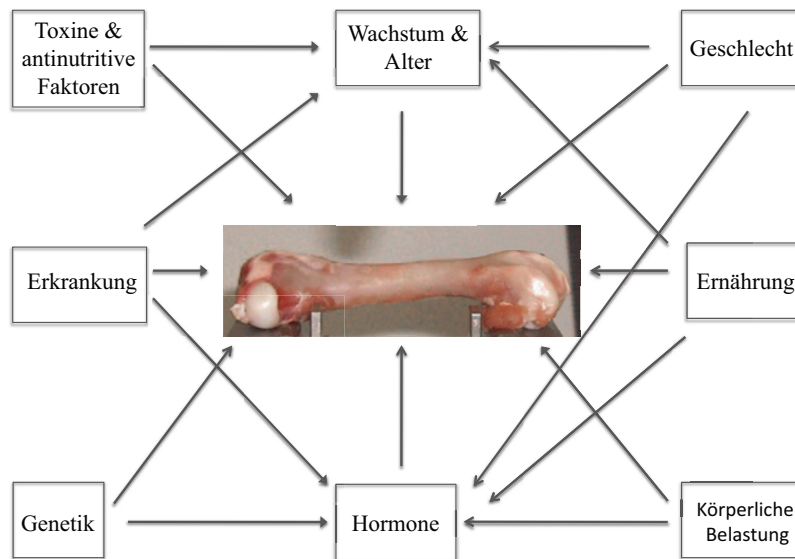


Abb. 4: Faktoren, welche nach RATH et al. (2000) die Knochenstärke beeinflussen

Die Umweltfaktoren können über zwei Wirkungsmechanismen zu einer Reduzierung von nichtinfektiösen Beinschäden beitragen: Zum einen durch eine Verzögerung des Wachstums und/oder zum anderen durch eine Erhöhung der Bewegungsaktivität (REITER und BESSEI, 1998b), denn durch die beim Laufen und Springen entstehenden Verbiegungen wird Knochenmaterial gebildet (REITER und BESSEI, 2009). REITER und BESSEI (1998a) erhöhten in einem Versuch die Bewegungsaktivität von Broilern durch Laufbandtraining. In computertomografischen Messungen fanden sie heraus, dass trainierte Tiere eine signifikant dickere Kortikalis an der proximalen Tibia besitzen als untrainierte Tiere. Gleichzeitig wiesen trainierte Tiere eine reduzierte Abwinkelung der Gelenkflächen am proximalen Ende der Tibia zur Senkrechten durch den Knochen auf. Die Möglichkeit der Verdrehung des Knochens um die eigene Achse (Torsion) war bei Versuchstieren geringer. Um diese Ergebnisse auch in der Praxis zu erzielen, schlugen REITER und BESSEI (1998a) vor, zur Erhöhung der Bewegungsaktivität die Abstände zwischen Futtertrögen und Tränken zu vergrößern.

2.13.2 Lagerung von Knochen

Nach LITTLEFIELD et al. (1973) unterscheidet sich die Knochenbruchfestigkeit frischer Broilerhumeri nicht von der Knochenbruchfestigkeit

- tiefgefrorener und wieder aufgetauter oder
- getrockneter (Aufbewahrungszeit: zwei oder vier Wochen) oder
- sowohl getrockneter als auch entfetteter Broilerhumeri.

LOTT et al. (1980) konnten diese Einstellung nicht teilen. Sie untersuchten Tibiae von Hühnern und fanden ebenfalls heraus, dass die Differenz der Knochenbruchfestigkeit gefrorener und frischer Tibiae als unbedeutend einzustufen ist. Die Bruchfestigkeit gefrorener oder frischer Knochen gegenüber getrockneten Knochen unterschied sich jedoch um ca. 50 %. LOTT et al. (1980) bezeichneten als gefrorene Tibiae solche, die innerhalb eines Tages entnommen, eingefroren und aufgetaut wurden. Als getrocknet wurde eine Tibiae klassifiziert, wenn sie etwa fünf Minuten in Wasser gekocht und anschließend 48 Stunden an der Luft getrocknet wurde. Auch ORBAN et al. (1993) und KIM et al. (2004) stellten signifikante Unterschiede zwischen der Bruchfestigkeit frischer und getrockneter Knochen fest. CRENSHAW et al. (1981) ermittelten bei Schweineknochen, dass Einfrieren die mechanischen Eigenschaften von Knochen nicht beeinflusst. Sie fanden jedoch auch heraus, dass kleine Veränderungen der Temperatur sich auf das Knochenbrechen auswirken, wenn auch nur geringfügig. Außerdem ist ihnen aufgefallen, dass feuchte Knochen biegsamer sind als trockene.

2.13.3 Maße von Entenfemura und Ententibiotarsi

Die Maße diverser Entenfemura und -tibiotarsi sind der nachfolgenden Tabelle 16 zu entnehmen.

Tab. 16: Knochenlängen- und breiten diverser Entenarten im Vergleich (die Angabe der Knochenmaße in mm; Entenart: die Angaben in Klammern entsprechen der exakten Zuchtlinie)

Entenart	n	LT	Sex	Femura		Tibiotarsi		Quelle
				Länge	Breite	Länge	Breite	
Pekingenten (20)	4	35	♂	65,6	-	104,3	-	GILLE und SALOMON (1995)
Pekingenten (20 NF)	4	35	♂	67,3	-	107,8	-	GILLE und SALOMON (1995)
Mulardenten	9	63	♀	87,3	-	141,7	-	KSIAZKIEWICZ und MAZANOWSKI (1993)
Moschusenten	9	63	♂	86,8	-	140,1	-	KSIAZKIEWICZ und MAZANOWSKI (1993)
Moschusenten	-	-	♀	70,0	-	-	-	RAJI et al. (2009)
Moschusenten	-	-	♂	104,7	-	-	-	RAJI et al. (2009)
Pekingenten	5	42	k. g. A.	68,5	6,7	108,5	7,3	ORBAN et al. (1999)
schwere Pekingente x flugfähige Zwergente	40	36	k. g. A.	64,5	20,6	115,3	13,8	GILLE und SALOMON (1995)
Stockenten	2	-	♀	48,5	-	79,0	-	TIMMANN (1919)
Stockenten	3	-	♂	51,0	-	86,3	-	TIMMANN (1919)
Hausenten	3	-	♀	61,0	-	98,5	-	TIMMANN (1919)
Mulardenten	2	-	♂	57,5	-	101,6	-	TIMMANN (1919)

2.13.4 Knochenbruchfestigkeit bei Enten

Erste Untersuchungen zur Knochenbruchfestigkeit von Ententibiae wurden von KELLY et al. (1993) mithilfe eines Materialprüfsystems von Instron mit einer Traversengeschwindigkeit von 5 mm/min durchgeführt. Auch ORBAN et al. (1999) beschäftigten sich mit der Knochenbruchfestigkeit von Enten. Sie verwendeten ebenfalls eine Instron, Modell 1011, mit einer Maximalkraft von 50 kg bei einer Traversengeschwindigkeit von 200 mm/min. Von ihnen wurde als Knochenbruchfestigkeitsergebnis der rechten Tibia 18,17 kg und als Ergebnis des rechten Femurs 27,70 kg erzielt. Die Bruchfestigkeitsuntersuchungen erfolgten jeweils am Mittelschaft des Knochens.

2.14 Boniturparameter

2.14.1 Paddel

Bei konventioneller Mast von Broilern und Puten treten häufig Veränderungen an den Fuß- und Zehenballen, auch Pododermatitis (Fußballendermatitis) genannt, auf (BERK, 2009). GREENE et al. (1985) stuften die Pododermatitis bei Broilern als Kontaktdermatitis ein, welche zunächst mit Hauteinrissen, "blumenkohlartigen" Proliferationen, Abrasionen und bräunlichem Wundschorf, der durch Nekrosen entsteht, einhergeht. Im Falle eines milden Verlaufs erstreckt sich die Schorfbildung lediglich auf die oberen Schichten der Epidermis (Erosion). Da die Epidermis der Ente an den Füßen und Beinen relativ weich und nur wenig verhornt ist, ist sie sehr empfindlich (PINGEL, 2002). In schweren Fällen kommt es zu Ulzerationen, die mit entzündlichen Veränderungen der Unterhaut einhergehen. Häufig sind die Ulzera mit Krusten bedeckt, welche sich aus einer Mischung von Exsudat, Einstreu und Kot zusammensetzen. Im Falle einer Ausheilung ist die Haut an der Stelle der Läsion heller und weist weniger Fissuren auf (GREENE et al., 1985). Nach MAYNE (2005) sind die Gründe für das Auftreten von Fußballendermatitis komplex. Als wahrscheinlichster Auslöser der Erkrankung gilt feuchte Einstreu, gefolgt von Biotinmangel. Da das Krankheitsgeschehen auch durch die Widerstandsfähigkeit der Haut, das Gewicht, das Geschlecht und die Rasse beeinflusst wird, vermutet man jedoch eine Multifaktoren-erkrankung. Die Einstreuqualität, der anzunehmende Hauptrisikofaktor, ist abhängig von der Art der Tränke, der Luftfeuchtigkeit, der Jahreszeit, der Kotmenge sowie deren Konsistenz, der Besatzdichte und der Einstreuart (MAYNE, 2005; BERK, 2009). Feuchte Einstreu kann auch durch das Wet-litter-Syndrom verursacht werden (KAMPHUES, 2005). Sie wird deshalb als problematisch angesehen, da in ihr ein höherer Gehalt an Stickstoff bei gleichzeitig niedrigerem pH-Wert als in trockener Einstreu vorhanden ist. Dies führt zu einer höheren Konzentration an freiem Ammoniak (MAYNE, 2005), was sich reizend auf die äußere Haut, insbesondere in unbefiederten Bereichen, auswirkt (KAMPHUES, 2005). Man spricht daher im Englischen auch von den sogenannten "ammonia burns". Die Frage, ob die Fußballendermatitis von Broilern als

schmerzhaft empfunden wird, ist schwierig zu beantworten. Höchstwahrscheinlich schränken leichte Pododermatiden die Tiere nicht ein, schwerere hingegen schon. Da in der Regel die Fußballen beidseitig betroffen sind, ist kaum ein Lahmen der Tiere zu beobachten. Stattdessen bewegen sie sich eingeschränkt (EKSTRAND et al., 1997). Es kann daher auch bei Broilern zu Leistungsdepressionen, bedingt durch verminderte Futter- und Wasseraufnahme, kommen. Durch das vermehrte Sitzen ist auch mit einer Beeinträchtigung der Schlachtkörperqualität zu rechnen, da verstärkt Veränderungen im Brustbereich auftreten können. Erschwerend kommt hinzu, dass Pododermatiden das Eindringen von Infektionserregern begünstigen. Der Fußballendermatitis muss daher nicht nur aus gesundheitlichen sowie tierschutzrechtlichen Gründen, sondern auch unter wirtschaftlichen Aspekten besondere Beachtung geschenkt werden (BERK, 2009). Untersuchungen zu Pododermatitis bei Enten führten bisher nur JONES und DAWKINS (2010) durch. In diesen Studien wurde herausgefunden, dass auch bei Pekingenten das Vorkommen von Pododermatitis positiv mit den Parametern Ammoniak und Feuchtigkeit korreliert. Insgesamt stellten sie fest, dass die besten klimatischen Bedingungen für gute Lauffähigkeit eine Wochen-Durchschnittstemperatur unter 16 °C, eine Einstreufeuchtigkeit von unter 40 % und ein Ammoniakgehalt unter 11 ppm waren.

2.14.2 Augen

Die alleinige Erkrankung von Vogelaugen kann nur durch wenige Ursachen, wie spezielle Infektionskrankheiten, Parasiten und anormale Haltungsbedingungen, verursacht werden. Viel häufiger erkrankt das Vogelauge im Rahmen eines Symptomkomplexes infolge von spezifischen Infektionskrankheiten, einer Sepsis, Vergiftungen und Mangelerkrankungen. Das Auge ist im Rahmen des Symptomkomplexes eher mild betroffen. Im Falle von Sekundärinfektionen mit pathogenen Mikroorganismen können aber schwere irreversible Schäden am Auge auftreten (AHMAD, 1969).

Zu den anormalen Haltungsbedingungen, welche eine Keratoconjunctivitis verursachen, gehört eine hohe Ammoniakbelastung der Tiere im Stall (AHMAD, 1969; SAIF, 2008). MILES et al. (2006) fanden hierzu in einer Studie heraus, dass 49 Tage alte Broiler, die keinen Ammoniakkonzentrationen beziehungsweise solchen unter 25 ppm ausgesetzt waren, über keine Kornealäsionen verfügten, im Gegensatz zu Broilern, die unter einem Ammoniakgehalt mit bis zu 50 oder 75 ppm gehalten worden sind.

Zu den klinischen Anzeichen der Keratoconjunctivitis, die häufig beidseitig anzutreffen ist, gehören die Photophobie und eine vermehrte Bildung von Tränenflüssigkeit. Die Tiere halten ihre Augen geschlossen, bewegen sich nur ungern und reiben teilweise Kopf und Augenlider am Flügel ab. Während die Hornhaut wolkige, gräuliche Trübungen besitzt und eventuell ulzeriert ist, zeigen die Konjunktiven Anzeichen eines Ödems oder einer Hyperämie, können jedoch auch unauffällig sein (SAIF, 2008). Mikroskopisch zeichnen sich die Läsionen der Kornea durch eine Nekrose des Epithels, Ulzerationen und Infiltrationen von Heterophilen innerhalb des Epithels und der Substantia propria aus. Die Trübung der Kornea wird durch den Ulkus,

die zellulären Infiltrate und das Ödem der Kornea verursacht. Die Genesungsdauer einer Keratoconjunctivitis ist abhängig von der Schwere der Korneaschädigung und kann bis zu einem Monat oder sogar länger dauern (SAIF, 2008).

Bei Enten erfolgte die Bonitur bisher, wie zum Beispiel bei JONES et al. (2009), nicht allein unter dem Gesichtspunkt einer vorliegenden Konjunktivitis, sondern auch unter Beurteilung der Augenumgebung. In ihrer Studie hatten alle Enten (n=30), denen neben den Nippeltränken noch die Möglichkeit angeboten worden ist, ihren Kopf in Wasser einzutauchen und so ihr Gefieder mit Wasser zu benetzen, sauberere Augen. Enten, die ausschließlich mit Wasser über die Nippeltränke versorgt worden sind, hatten nur zu 54,2 % saubere Augen. Lediglich in der Arbeit von KÜSTER (2007) wurde das alleinige Vorliegen einer Augenentzündung bonitiert. Hierbei wurden jedoch in allen Durchgängen bei allen Tränkevarianten (Duschen, modifizierte Rundtränken nach Heyn und Erhard) nie signifikante Unterschiede ermittelt.

3 Tiere, Material und Methoden

Bei dem Feldversuch zur praxistauglichen Etablierung der Rundtränke AquaDuc T[®] als tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten handelte es sich um ein Kooperationsprojekt des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) und der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen. Nachfolgend werden beide als Lehrstuhl für Tierschutz und Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) bezeichnet. Das Projekt wurde vom Bayrischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV) über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) gefördert (FKZ: UGV04070807086) und baute auf dem Forschungsprojekt A/03/13 "Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer und wirtschaftlicher Aspekte" auf. Der Feldversuch umfasste drei Versuchsbetriebe und erstreckte sich über einen Zeitraum von Februar 2008 bis Juni 2009. Im Rahmen dieses Forschungsauftrags wurden zwei Dissertationen erstellt: Die vorliegende Dissertation mit den Schwerpunkten Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter sowie eine weitere mit den Schwerpunkten Verhalten und wasserassoziierte Gesundheitsparameter (HARNISCH, 2012). Das Kooperationsprojekt unterlag keiner Anzeige- oder Genehmigungspflicht, da an den Enten weder Eingriffe und/oder Behandlungen durchgeführt wurden, welche mit Schmerzen, Leiden oder Schäden für die Tiere verbunden gewesen wären, noch das Erbgut der Enten verändert wurde. In diesem Zusammenhang gilt zu beachten, dass es sich bei den später untersuchten Blutproben nicht um entnommenes, sondern um aufgefangenes Blut im Rahmen der Tötung durch Blutentzug handelte.

3.1 Gegebenheiten und Untersuchungen, die bei allen drei Versuchsbetrieben übereinstimmten

3.1.1 Tiere

Die Cherry Valley Pekingentenmäster, die an dem Feldversuch teilgenommen haben, sind Vertragslandwirte der Firma Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH, Wachenroth. Die Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH legt bei der Entenproduktion Wert auf

die 5 D's: Elterntiere aus Deutschland, Schlupf in Deutschland, Mast in Deutschland, Futter aus Deutschland und Schlachtung in Deutschland (TISCHLER et al., 2008). Im Rahmen dessen wurden alle Versuchsbetriebe mit Cherry Valley Pekingenteneintagsküken aus der hauseigenen Brüterei in Molbergen-Ermke beliefert. Die Distanz zwischen der Brüterei und den Landwirten beträgt bei den Betrieben 2 und 3 ca. 525 km, bei Betrieb 1 etwa 750 km. Die Brüterei hat bei den Zuchttieren Schutzimpfungen durchgeführt, sodass die Immunität der Masttiere mittels maternalen Antikörper ausreichend gesichert war (WICHMANN, 2011).

Alle drei Landwirte setzten das Umtriebsverfahren ein und stellten zwischen dem 17. und 22. Lebenstag die Enten aus dem Aufzuchtstall in den Maststall um. Die Mastdauer der Enten erstreckte sich über einen Zeitraum von 37 bis 45 Lebenstagen. Die Ausstallung wurde von der Firma Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH organisiert. Die Schlachtung der Tiere fand in Warmersdorf, in einer Wichmann zugehörigen Schlachtereier, statt. Die Tabelle 17 liefert einen Überblick über die Anzahl der an der Studie beteiligten Tiere.

Tab. 17: Anzahl der am Feldversuch beteiligten Pekingenten

Besuchsart	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Insgesamt
Kontrolle	69.360	36.937	108.120	214.417
Versuch	69.360	37.294	108.120	214.774
Kontrolle & Versuch	138.720	74.231	216.240	429.191

3.1.2 Zeitliche Vorgehensweise

In zwei Mastbetrieben (Betrieb 1 und 3) wurde das Rundtränkensystem in acht Mastdurchgängen getestet. In Betrieb 2, bedingt durch betriebsinterne und technische Probleme, in fünf Mastdurchgängen. Jedem Versuchsmastdurchgang ging ein Kontrolldurchgang voraus (Switch-over-Design). Die Datenerhebungen im Rahmen dieser Dissertation fanden innerhalb eines Mastdurchgangs an jeweils zwei Besuchstagen in den Zeitfenstern 28. bis 32. Lebenstag und 35. bis 39. Lebenstag statt.

3.1.3 Stallungen

In allen drei Versuchsbetrieben fand die Entenmast in Bodenhaltung statt. Daher ähnelte sich auch der Stallaufbau. Es handelte sich um Fensterstallungen mit Fußboden aus Beton und gleichzeitigem Satteldach mit Solardachzellen. Die Lüftung der Stallungen erfolgte mittels Unterdrucklüftung. Die Zuluft strömte über Fenster ein. Die Entlüftung in Betrieb 1 erfolgte über Axialventilatoren in der Stallwand, in den Betrieben 2 und 3 jedoch mittels Abluffführung

über das Dach. Im Winter wurde die Luft in allen Betrieben durch Gasstrahlerheizung erwärmt. Die Beleuchtung erfolgte in allen Betrieben über Tageslicht und Leuchtstoffröhren. Letztere wurden jedoch nur als Notlicht eingesetzt. In den Unterkapiteln 3.2.1.3, 3.2.2.4 und 3.2.3.3 wird detailliert nur auf die Mastställe eingegangen, da in den Kükenställen keine Daten erhoben wurden. Alle Längenmaße der Stallbeschreibungen wurden mithilfe eines elektronischen Distanzmessers ermittelt.

3.1.4 Fütterung

Die Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH belieferte alle ihre Vertragsbauern mit Futter nahezu identischer Rezeptur, welches jedoch von unterschiedlichen Produzenten hergestellt wurde. Um Futter mit ähnlichen Energiegehalten und Inhaltsstoffen gewährleisten zu können, führt die Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH auf eigene Kosten Futtermittelanalysen durch (TISCHLER et al., 2008). Zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung war der Futterlieferant des Betriebs 1 die Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG, Regensburg, der Futterlieferant der Betriebe 2 und 3 das DEWA-Kraftfutterwerk (Georg Wagner GmbH & Co. KG) in Emskirchen. Alle Betriebe verwendeten zwei Entenaufzuchtfuttersorten, ein Entenmittelmastfutter und ein Entenendmastfutter. Die Betriebe 2 und 3 verfütterten zusätzlich von Juni bis August ein Sommerfutter. Der Entenmäster des zweiten Versuchsbetriebs verfütterte während der Mastphase auch ad libitum Ostrea[®] Muschelschrot an seine Enten. Die Fütterung erfolgte in allen drei Betrieben ad libitum mittels eines automatischen Pfannenfütterungssystems der Firma Big Dutchman (Augermatic, Multipan) mit tiefer Futterschale und fünfarmigem Grill. Fütterungsdetails können sowohl der Tabelle 18 als auch den Tabellen 78 und 79 im Anhang entnommen werden.

Tab. 18: Übersicht Fütterung (LT = Lebenstag; * Fressfläche pro Ente schwankt, da Landwirt 2 unterschiedliche Tierzahlen einstellte)

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Anzahl an Futterlinien	1	2	2
Anzahl an Futterschalen	99	66	194
Fressfläche pro Ente*	12,35 cm ²	10,50 – 11,95 cm ²	12,35 cm ²
Futtermittellieferant	Deuka Regensburg	Gepro, DEWA	Gepro, DEWA
Fütterung Entenaufzucht 1	0. – 8. LT	0. – 9. LT	0. – 8. LT
Fütterung Entenaufzucht 2	9. – 18. LT	10. – 18. LT	9. – 15. LT
Fütterung Entenmittelmast	19. – 28. LT	19. – 29. LT	16. – 28. LT
Fütterung Entenendmast	ab dem 29. LT	ab dem 30. LT	ab dem 28. LT
Spezielles Futter im Sommer	-	Juni – August	Juni – August
Angebot von Muschelschrot	Nein	Ja	Nein
Muschelschrot-Fressfläche pro Ente*	-	0,66 – 0,69 cm ²	-

3.1.5 Tränkwasserversorgung mittels Nippel- und Rundtränke

Die Enten wurden in allen drei Betrieben mittels Bodenstrangtränke der Firma Lubing Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Barnstorf (Deutschland) mit Trinkwasser versorgt. In Betrieb 1 befand sich unter jedem Nippel zusätzlich noch eine rote Auffangschale. Für die Versuche wurde auf der Stallseite, auf welcher sich die Abflussvorrichtungen befanden, ein zusätzlicher Tränkestrang im Abstand von ca. 1,4 m zur Stallwand installiert. An ihm wurden die Rundtränke AquaDuc T[®], ein offenes Tränkesystem, aufgehängt. In die Aufhängung war eine Feder zum Zweck der Gewichtsregistrierung integriert. Diese ermöglichte eine Regulierung des Wassernachlaufs. Die Wasserstandhöhe einer Tränke betrug – in vollen Zustand – in der Regel zwischen 8 und 10 cm. Sie ermöglichte den Tieren somit auch Komfortverhalten. Die Rundtränke AquaDuc T[®] wurden speziell für diesen Feldversuch von der Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta (Deutschland), nach Vorgaben des Lehrstuhls für Tierschutz entwickelt und hergestellt. Die modifizierte Rundtränke nach Heyn und Erhard der Vorversuche bildete den Prototyp. Aus praktischen Gründen änderte Big Dutchman International GmbH den Prototyp leicht ab. Zum einen wurde das Eigengewicht der Rundtränke reduziert, zum anderen die Farbe von Schwarz auf Rot umgestellt. Die genauen Maße der Rundtränke können der Abbildung 5 entnommen werden. Ab dem 25. Lebenstag wurden den Enten in den Versuchsdurchgängen des Feldversuchs die Rundtränke zeitlich begrenzt zur Verfügung gestellt. Sie wurden in der Regel um 10:00 Uhr von der Decke heruntergelassen und bis einschließlich 14:00 Uhr mit Wasser befüllt. Um 16:00 Uhr wurden die Rundtränke wieder hochgefahren. In den zwei Stunden, in welchen die Tränke nicht befüllt worden waren, wurde ein Leertrinken der Rundtränke erreicht. Man bezweckte hiermit eine Gewichtsreduktion der Tränke, um die Stalldecke, aber auch die automatische Motorwinde zu entlasten. Neben diesen technischen Gründen sprachen auch bakteriologische Gründe für das Ziel des Leertrinkens der Rundtränke. So konnte eine Keimvermehrung des Restwassers in den Tränken verhindert werden, die insbesondere durch die warme Luft unter dem Dach gefördert worden wäre. Der Zeitpunkt des Herunterlassens und die Dauer des zur Verfügungsstellens der Rundtränke wurden aufgrund von Erfahrungswerten vorhergehender Versuche (KOPP, 2005; MANZ, 2005; REMY, 2005; HEUBACH, 2007; KÜSTER, 2007; NUSSER, 2008) gewählt. Ein zu frühes Herunterlassen der Rundtränke birgt zum Beispiel die Gefahr des Ertrinkens von Enten, die jünger als 25 Lebenstage sind. Die Tiere können die Rundtränke noch nicht selbstständig verlassen, falls sie in diese hineingeklettert sind (HEUBACH, 2007). Die Rundtränke konnten mittels Elektrik manuell oder automatisch in den Versuchsdurchgängen des Feldversuchs heruntergelassen werden. Eine visuelle Überwachung des Herunterlassens der Tränke war täglich erforderlich, um eine Anpassung der Höhe der Rundtränke zu gewährleisten, denn der obere Rand der Rundtränke sollte sich stets auf Rückenhöhe der Enten befinden. Der Wasserverbrauch eines Mastdurchgangs wurde jeweils am Ende eines Durchgangs durch Ablesen der Wasseruhr bestimmt. Um zu ermitteln, ob eine Reduzierung der Rundtränkenzahl den Wasserverbrauch verringert und, wenn ja, in welchem Verhältnis, wurde im Verlaufe des Versuchs die Anzahl der Rundtränke um ein Drittel bis hin zur Hälfte reduziert. Da diese Reduzierung für Tierhygiene

und verschiedene Gesundheitsparameter von untergeordneter Rolle ist, wird auf sie im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

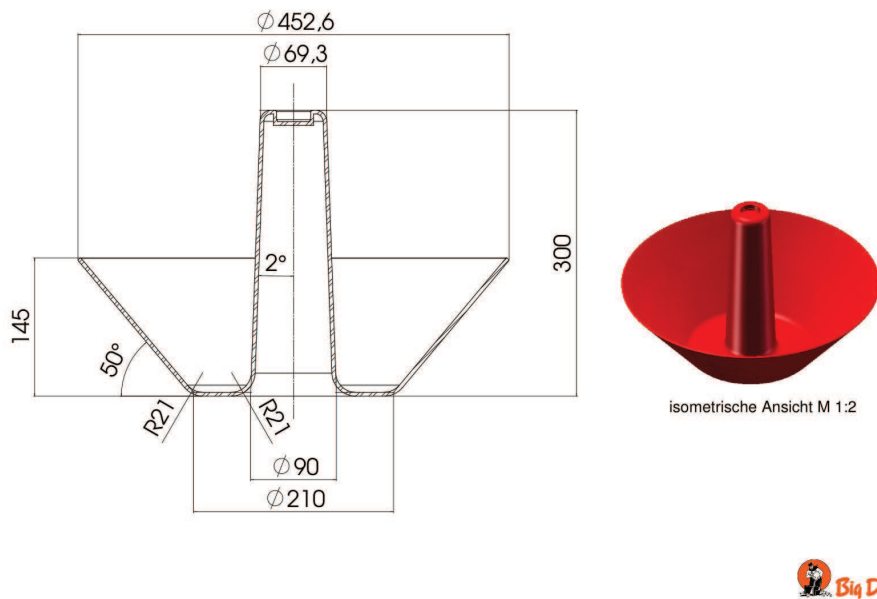


Abb. 5: Rundtränke AquaDuc T[®] der Firma Big Dutchman International GmbH

3.1.6 Mikrobiologische Wasseruntersuchungen

Mikrobiologisch untersucht wurden Wasserproben, welche aus den Nippeltränken, wenn vorhanden, den dazugehörigen Auffangschalen, den Rundtränken und in Betrieb 3 auch dem Brunnen gezogen wurden. Die Wasserproben wurden mithilfe von sterilen Einmalspritzen (Onmifix[®] Solo Luer-Lock-Ansatz, 20 ml, B. Braun Melsungen AG) entnommen und zur Aufbewahrung mit gelben, langen Sterican[®] Kanülen (Artikelnummer: 04667093, B. Braun Melsungen AG) verschlossen. Das Volumen (20 ml) der unterschiedlichen Wasserproben war immer gleich. Das Tränkewasser für die Nippeltränkenproben wurde aus den Nippeln im Abstand einer Schrittlänge entnommen. War der Strang in sich geteilt, wurden am Anfang des Versuchs zwei Proben gezogen, später jedoch zu einer zusammengefasst. Waren Auffangschalen im Stall vorhanden, so wurden diese nach der gleichen Vorgehensweise wie die Nippelstränge beprobt. Die Wasserversorgung der Betriebe 1 und 2 wurde über Leitungswasser mit Trinkwasserqualität gewährleistet, die Wasserversorgung des Betriebs 3 hingegen durch einen hauseigenen Brunnen. Dieser wurde abhängig von der Jahreszeit untersucht. Je Betrieb wurden alle Rundtränken beprobt, das Wasser der Rundtränken wurde in vier Wasserproben zusammengefasst. Der Zeitpunkt des Ziehens der Rundtränkenwasserproben war im Gegensatz zu der Beprobung der Nippeltränken, Auffangschalen und des Brunnens feststehend. Die Rundtränkenwasserproben wurden immer zwei Stunden nach Herunterlassen der Tränke gezogen, d. h. in der Regel

um 12:00 Uhr. In jedem Betrieb wurden die Rundtränken zusätzlich zu 10:00 Uhr in einem kompletten Versuchsdurchgang nach demselben Probenziehungsschema des jeweiligen Stalls beprobt, um Aussagen über die Wasserqualität zum Zeitpunkt des Befüllens der Rundtränke treffen zu können. Sämtliche Wasserproben wurden nach der Ziehung sofort gekühlt, bei 4 °C gelagert und auch bei dieser Temperatur umgehend nach München transportiert. Dort wurden sie im Labor des Lehrstuhls für Tierschutz verarbeitet. War eine umgehende Verarbeitung aus geografischen Gründen, bedingt durch eine Übernachtung, erst am nächsten Tag möglich, so wurde dies schriftlich vermerkt.



Nippeltränke



Auffangschale



Rundtränke

Abb. 6: Wasserprobenziehung

3.1.7 Messung der Staubwerte und Schadgase

Im Rahmen eines Bestandsbesuchs wurden gleichzeitig Gesamtstaub- und Schadgasmessungen vorgenommen. Das Staubsammelgerät wurde hierzu zusammen mit den Ammoniakmessgeräten in einen Drahtkorb gelegt. Sämtliche Geräte waren so ausgerichtet, dass sie sich etwa auf Schnabelhöhe der Enten befanden. Die Messungen erfolgten in jedem Betrieb an exakt festgelegten Messpunkten, die unter dem Gesichtspunkt Tränke-, Futter- oder Ruhebereich ausgewählt worden waren. Der Gesamtstaub wurde mit dem Modell 8520 DUSTTRAKTM Aerosol Monitor der Firma TSI, Shoreview (USA) nach 30 Sekunden Wartezeit gemessen. Sofern durch das Aufsuchen eines Messpunkts durch Untersucher viele Enten aufgeschreckt worden waren, wurde vor Messbeginn zusätzlich eine angemessene Zeit abgewartet, um eine Stabilisierung des Staubwerts zu erreichen.

Das Ablesen der Ammoniakmessgeräte erfolgte parallel zum Ablesen des Staubgeräts. Folgende Gerätetypen der Firma Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck wurden im Rahmen dieser Doktorarbeit verwendet: Dräger Mini/Warn, Dräger Pac[®] 7000 und Dräger Pac III. Aufgrund von Ausfällen der Ammoniakmessgeräte wurden diese im Rahmen des Feldversuchs häufiger ersetzt. Die Tabelle 100 im Anhang liefert eine Übersicht über die insgesamt verwendeten Geräte, deren Benennung institutsintern erfolgte. Zwecks Kontinuität der ermittelten Ammoniakwerte wurden für die Auswertung jedoch lediglich die Ammoniakwerte herangezogen, welche durch den Gerätetyp Dräger Mini/Warn ermittelt wurden. Diese wurden für spätere statistische Berechnungen zu einem Wert zusammengefasst. Da sowohl die Staub- als auch die

Ammoniakwerte von der Art und Häufigkeit der Stalleinstreu abhängig sind, wurden sowohl der Einstreuzeitpunkt als auch die Einstreuart so häufig wie möglich ermittelt.

3.1.8 Bonitur

Im Rahmen eines jeden Bestandsbesuchs wurden hundert Enten nach einem selbst entworfenen und verifizierten Boniturschema, mit welchem vier Personen exakt vertraut waren, begutachtet. Sofern in einem Merkmal die Benotung der Körperseiten differierte, fiel die Entscheidung stets zu Gunsten der schlechteren Note aus.

Das Fangen der Enten erfolgte an sechs Punkten in dem jeweiligen Entenstall mittels Trenngitter. Der Startpunkt aller Bonituren lag auf der rundtränkenabgewandten Stallseite in der Nähe der Eingangstüre. Die zweite Station befand sich in der Stallmitte und der dritte Stopp erfolgte im hinteren Teil des Stalls. Auf der Stallseite der Rundtränke fand die Bonitur an denselben Punkten statt, sie erfolgte jedoch in umgekehrter Reihenfolge. Unter welchem Träger genau die Tiere jeweils ergriffen wurden, variierte, da man sich an die Standorte der Enten im Stall anpassen musste. Um die Tiere aus Stressersparnisgründen zügig aus dem Trenngitter entlassen zu können, erfolgte die Bonitur so oft als möglich durch zwei Personen parallel.

In die Auswertung dieser Arbeit fließen die Boniturparameter: Hyperkeratose der Paddel, Nekrose der Paddel, Augenumgebung, Augenentzündung und Ulcus corneae ein. Die Beurteilung der Paddel erstreckte sich lediglich auf die Metatarsalballen. Ein Auge wurde in dem von uns entworfenen Boniturschema nur dann als entzündet gewertet, wenn als Anzeichen gerötete und geschwollene Konjunktividen, Ausfluss (feuchte, verkrustete Augenumgebung), Schwellungen des Auges und Verklebungen der Lider vorlagen. Die genauen Beurteilungsnoten und deren Definitionen sind den Tabellen 19 und 20 zu entnehmen. Die Auswertung der Boniturparameter Gefiederqualität, Gefiederverschmutzung Schwanz und Brust, Verstopfung der Nasenlöcher und der Parameter Augenumgebung sowie Augenentzündung unter dem Aspekt Besuchsart, Zeitfenster und Stallseite erfolgt in der Dissertation HARNISCH (2012).

Tab. 19: Bonitur der Paddel

Merkmal	Beurteilung	Definition
Hyperkeratose der Paddel	0	Paddel o. b. B.
	1	Paddel mit Hyperkeratose
Nekrose der Paddel	0	keine Nekrose der Paddel
	1	leichte, stecknadelkopfgröße Nekrose der Paddel
	2	mittelgradige Nekrose der Paddel, Nekrose ist größer als ein Stecknadelkopf, es ist jedoch nicht der gesamte Fußballen betroffen
	3	hochgradige Massennekrose der Paddel, häufig mit Ulkus und Blutung verbunden, gesamter Fußballen betroffen



Beurteilungsinde - 0



Beurteilungsinde - 1



Beurteilungsinde - 2

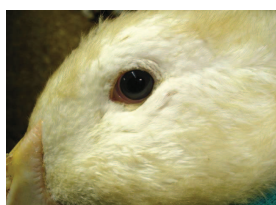


Beurteilungsinde - 3

Abb. 7: Bonitur Nekrose der Paddel

Tab. 20: Bonitur der Augen

Merkmal	Beurteilung	Definition
Augenumgebung	0	trocken und sauber
	1	leicht verschmutzt und/oder verklebt
	2	mittelgradig verschmutzt und/ oder verklebt
	3	stark verschmutzt und/oder verklebt
Augenentzündung	0	keine
	1	liegt einseitig vor
Ulcus corneae	2	liegt beidseitig vor
	0	nicht vorhanden
	1	vorhanden



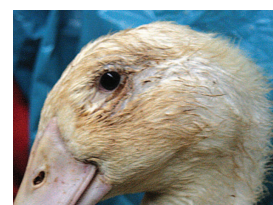
Beurteilungsinde - 0



Beurteilungsinde - 1



Beurteilungsinde - 2



Beurteilungsinde - 3

Abb. 8: Bonitur Augenumgebung

3.1.9 Probeschlachtungen

Im Rahmen des Feldversuchs wurden in jedem Betrieb zwei Probeschlachtungen, je eine Versuchsgruppenschlachtung und eine Kontrollgruppenschlachtung am 39. Lebenstag in der Schlachtereier der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) durchgeführt. Eine Probeschlachtung umfasste jeweils 20 männliche und 20 weibliche Enten. Die Tiere wurden in den Ställen analog auf der rundtränkenzugewandten Stallseite gefangen und in Anlehnung an COATS und ERNST (2000) nach ihren akustischen Lautäußerungen in männliche und weibliche Enten getrennt. Eine erneute Überprüfung des Geschlechts erfolgte stichprobenartig beim Ausnehmen der Tiere. Die Schlachtung fand umgehend nach Ankunft des Transports der Enten statt. Eine ausreichende Nüchternungszeit, die PINGEL et al. (2007) bei Geflügel auf acht bis zwölf Stunden festlegen, wurde eingehalten. Der Schlachtprozess begann mit der Ermittlung des Lebendgewichts und einer Bonitur. Die Bonitur der Paddel und Augen erfolgte, wie in 3.1.8 beschrieben. Die Bonitur des Rücken-, Schwanz- und Brustgefieders sowie der Nasenlöcher fand nach dem Schema der Arbeit HARNISCH (2012) statt. Bei sämtlichen geschlachteten Enten des Betriebs 3 und bei 18 Kontrollenten des Betriebs 1 wurden ausschließlich die Paddel bonitiert. Nach Erreichen einer Bonitur- und Schlachtroutine wurden 62 Tiere des Betriebs 1 und alle Enten des Betriebs 2 komplett nach dem von uns selbst entworfenen Boniturschema benotet. Im Anschluss daran wurden die Tiere mittels Kopfschlag betäubt und durch Blutentzug (Durchtrennung der Venae jugulares) getötet. Ein Teil des austretenden Blutes wurde in EDTA-Röhrchen aufgefangen. Sodann erfolgten die Standardarbeitsgänge des Schlachtprozesses. Dabei wurden folgende Parameter ermittelt:

- Schlachtkörpergewicht
- Gewicht Flügelpaar
- Gewicht Brust mit Haut und Knochen
- Gewicht Brust ohne Haut und Knochen
- Gewicht Schenkelpaar
- Gewicht Karkasse und Hals
- Abdominalfett
- Herzgewicht
- Gewicht der Brusthaut
- Muskelmagengewicht
- Lebergewicht

Nach ausreichender Auskühlung wurden den Tieren die Ober- und Unterschenkelknochen entnommen. Flügelmarken gewährleisteten stets eine eindeutige Zuordnung der ermittelten Gewichte zu der jeweiligen Ente.

3.1.10 Klima-, Wasser- und Wirtschaftsdaten sowie Mistprofile

Die Klima-, Wasser- und Wirtschaftsdaten wurden von der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen, ermittelt. Freundlicherweise dürfen die Daten im Rahmen dieser Dissertation verwendet werden. Die Klimadaten, welche Temperatur, relative Luftfeuchte und Blattnässe umfassen, wurden automatisch in jedem Betrieb stündlich über eine Klimastation der Serie iMETOS der Firma Pessl Instruments, Weiz (Österreich) aufgezeichnet. Zusätzlich wurden die durchschnittliche Umgebungstemperatur und -luftfeuchte der jeweiligen Besuchstage aus Klimamessungen des Deutschen Wetterdienstes ermittelt (siehe Anhang). Für Betrieb 1 wurden die Klimadaten einer Wetterstation in Straubing herangezogen. Die Wetterstation in Würzburg lieferte die Klimadaten für die Betriebe 2 und 3. Die Ermittlung der Tageszunahme durch eine Wägevorrichtung erfolgte ähnlich wie die Messung der Klimadaten in den Stallungen. Sowohl der Gesamtwasserverbrauch eines Mastdurchgangs (mit und ohne Reinigung und Desinfektion), der durch das Ablesen der Wasseruhr festgestellt worden ist, als auch die Wirtschaftsdaten des jeweiligen Betriebs wurden der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) durch den Landwirt selbst mitgeteilt. Die Schlachtendgewichte hingegen gab die Schlachtereier der Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH bekannt. Durch diese Zusammenarbeit konnten durch das LfL die nachfolgenden Daten erhoben werden:

- Eingestellte Tiere
- bezahlte Tiere
- Mortalitätsrate
- Kükengewichte
- Mastendgewichte laut Wiegung
- bezahltes kg-Lebendgewicht (gesamt und je Tier)
- Anteil B-Ware
- Zunahmen (gesamt; je Tier; 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)

Die erhobenen Daten stellten für unseren Kooperationspartner die Grundlage für eigene Berechnungen zu wirtschaftlichen Gesichtspunkten der beiden Tränkevarianten dar. Weiter wurden Querschnittsproben aus dem Stallmist von Mitarbeitern der LfL an verschiedenen Punkten im Stall entnommen. Die Mistproben wurden extern auf ihren Nährstoff- und Trockensubstanzgehalt untersucht.

3.1.11 Aufgetretene Krankheiten

In allen drei Versuchsbetrieben litten vereinzelte Enten unter Schnabeldeformationen, Torticollis (Schiefhalssymptomatik), zentralen Ausfallserscheinungen, Eiterbeulen oder einem "Sternengucker"-Syndrom. Da es sich hierbei jedoch um Einzelfälle handelte, wird darauf im Rahmen dieser Dissertation nicht näher eingegangen.

3.2 Betriebsabhängige Gegebenheiten und Untersuchungen

3.2.1 Betrieb 1

3.2.1.1 Tiere

Betrieb 1 wird von der Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH pro Mastdurchgang jeweils mit 8.670 Cherry Valley Pekingentenküken beliefert und steht eher am Ende der Eintagskükenbelieferungskette. Landwirt 1 betreibt ein Umtriebsverfahren, daher werden die Enten zwischen dem 17. und 22. Lebenstag aus dem Aufzuchtstall in den Maststall umgestallt.

3.2.1.2 Zeitlicher Überblick über den Feldversuch in Betrieb 1

Einen genauen zeitlichen Überblick über den Feldversuch in Betrieb 1 liefert die Tabelle 21.

3.2.1.3 Stallbeschreibung

Stall 1 ist 79,5 m lang, 16,7 m breit und mit seiner Längsseite nach Osten ausgerichtet. Das Satteldach wird durch zwölf Stahlträger gestützt. Bedingt durch ein über die ganze Stallseite breites, 1,2 m hohes Fenster, 65 Lüftungsschlitze für Zuluft der Größe 0,6 x 0,3 m und 13 Fenster, 0,75 x 0,75 m, in die Axialventilatoren integriert sind, verfügt der Stall über eine Lichtfläche von ca. 3 % der Stallgrundfläche. Zusätzlich gibt es 24 Neonröhren, die vor allem als Notlicht genutzt werden.

Im Winter wird die Luft bei Temperaturen unter -5°C mittels zweier Gasstrahler, die zwischen den Trägern fünf und sechs in der Nähe der Seitentüre hängen, erwärmt. Die beiderseits längsseitig angebrachte Lubing Bodenstrangtränke für die Entenmast verläuft über ca. 76 m mit jeweils 2,5 m Abstand sowohl von der Nord- als auch der Südwallwand. Zwischen den Trägern fünf und sechs ist der Tränkenstrang in sich getrennt, an dieser Stelle befindet sich auch der Wasserzulauf. Die beiden Tränkestränge verfügen zusammen über 745 Nippel, daraus ergibt

sich ein Nippel/Enten-Verhältnis von 11,6 Tieren pro Nippel. Unter jedem Nippel befindet sich zusätzlich eine 8 x 8 cm große rote Auffangschale (siehe Abbildung 9).

Die Rundtränken waren auf der Stallnordseite, 1,4 m von der Stallwand entfernt, befestigt. Der Rundtränkenstrang war ebenfalls in sich zwischen den Trägern fünf und sechs geteilt. Anfangs waren an dem vorderen kürzeren Rundtränkenstrang 22 Rundtränken angeschlossen, an dem hinteren längeren Strang 43. Für die Versuche fünf bis acht wurde die Rundtränkenanzahl reduziert, um zu beobachten, wie sich die reduzierte Rundtränkenanzahl auf den Wasserverbrauch auswirkt. Der vordere Rundtränkenstrang umfasste dann noch 11, der hintere 22 Rundtränken. Bedingt durch diese Reduzierung, veränderte sich das Enten-Rundtränken-Verhältnis von 133,4 auf 262,7 Enten pro Rundtränke. Aufgrund von betriebsinternen Gegebenheiten wurde die Rundtränke in den Versuchsdurchgängen eins und zwei um 8:00 Uhr herabgelassen und für vier Stunden mit Wasser befüllt. Im dritten Versuchsdurchgang wurde die Rundtränke zwischen 10:00 und 12:00 Uhr heruntergelassen, ab dem 4. Versuch kontinuierlich um 10:00 Uhr.

Der Wasserablauf erfolgt über vier Entwässerungspunkte, zwei kleinere und zwei größere, welche auf der Seite der Rundtränke liegen. Die größeren Gullis sind durch in den Boden eingelassene Schweineroste abgedeckt. Diese gewährleisten in Kombination mit einem Längsgefälle von 1,25 % und einem Seitengefälle von 1,00 % einen sehr guten Wasserabfluss. Die Möglichkeit zur freien Futteraufnahme ist durch den Futterstrang, welcher 5,3 m von der südlichen Stallseite entfernt ist, gegeben. Er verfügt über 99 Futterschalen zweier unterschiedlicher Größen. Jeder Ente steht eine Fressfläche von 12,35 cm² zur Verfügung. Vor dem östlichen Stalltor waren grundsätzlich ca. 9 m² abgesperrt. Diese Fläche wurde als ständige Einstreulagerfläche für Gersten- und Weizenstroh genutzt. Eine Übersicht über den Stall liefert die schematische Zeichnung der Abbildung 10.



Nippelstrang mit Auffangschalen



Trinken aus Auffangschale

Abb. 9: Auffangschalen (Größe: 8 x 8 cm; insgesamt Anzahl im Stall: 745; Auffangschalen/Enten-Verhältnis: 11,6 : 1)

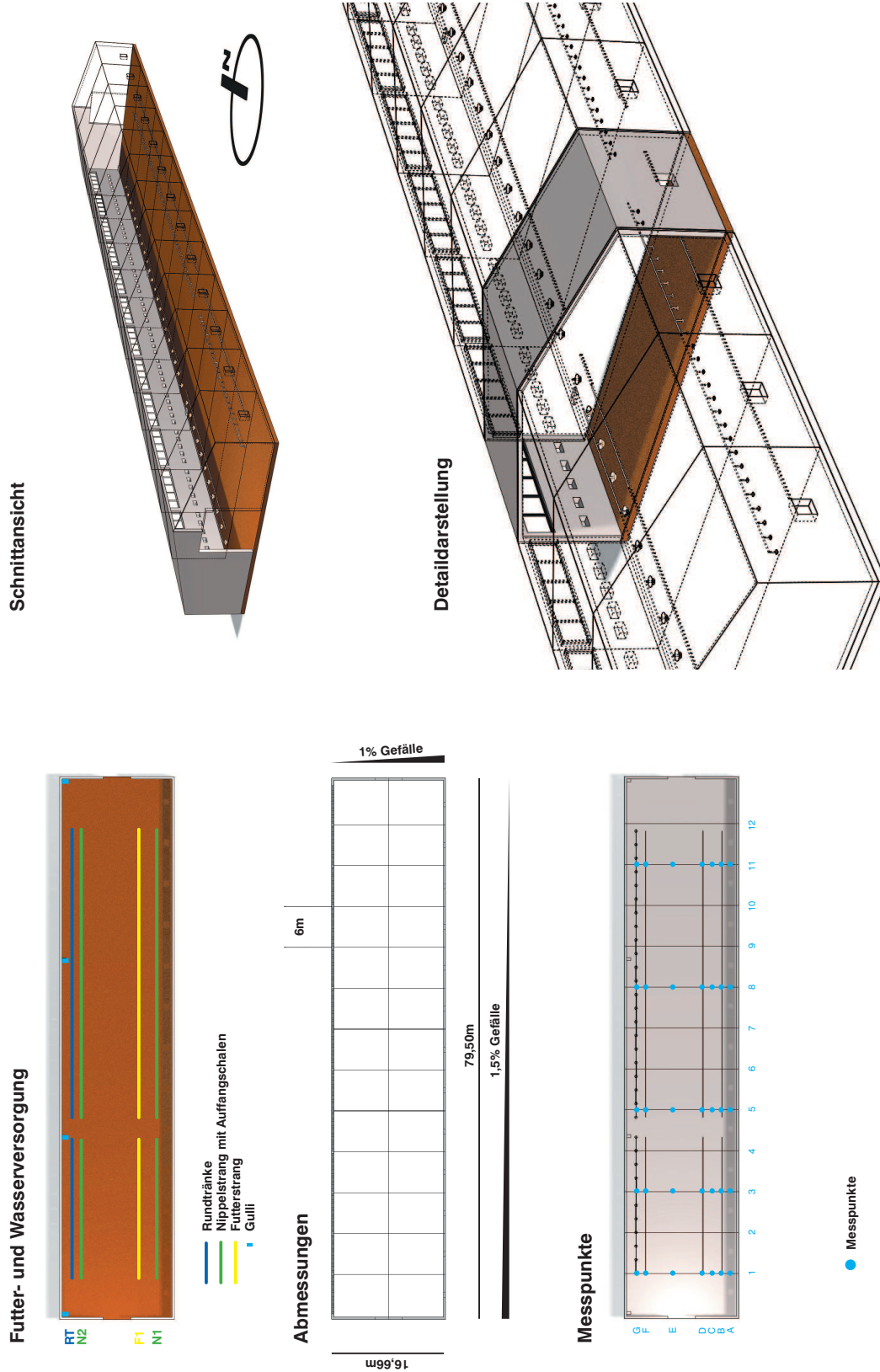


Abb. 10: Stallübersicht Betrieb 1

3.2.1.4 Staub- und Ammoniakwerte

Die Staub- und Ammoniakwerte wurden in Betrieb 1 unter den Trägern 1, 3, 5, 8 und 11 ermittelt. Unter jedem Träger wurden wiederum sieben Messpunkte definiert:

- Messpunkt A, Ruhebereich: mittig zwischen der südlichen Stallwand und der Nippeltränke 1 (N1)
- Messpunkt B, Tränkenbereich: direkt unter Nippelstrang 1 (N1)
- Messpunkt C, Ruhebereich: zwischen Nippelstrang 1 (N1) und Futterlinie (F1)
- Messpunkt D, Fressbereich: unter Futterlinie (F1)
- Messpunkt E, Ruhebereich: mittig zwischen Futterlinie (F1) und Nippelstrang 2 (N2)
- Messpunkt F, Tränkenbereich: unter Nippelstrang 2 (N2)
- Messpunkt G, Rundtränkenbereich: unter Rundtränke (RT)

Daraus ergaben sich insgesamt pro Besuch 35 Messpunkte, die in der schematischen Zeichnung (Abbildung 10) detailliert nachvollziehbar sind. Eine Übersicht über die Staub- und Ammoniak beeinflussenden Faktoren sowie die verwendeten Ammoniakmessgeräte liefert die Tabelle 22. Im Rahmen der späteren statistischen Auswertung wurden alle Messpunkte A – G trägerunabhängig zusammengefasst.

3.2.1.5 Mikrobiologie Wasserproben

Im Rahmen eines Kontrollbesuchs wurden der südliche Nippelstrang (N1), der nördliche Nippelstrang (N2) sowie deren Auffangschalen (A1 und A2) beprobt. Zunächst wurden die Nippelstränge noch in einen vorderen und hinteren Nippelstrang untergliedert. Diese Proben wurden jedoch im Verlaufe des Feldversuchs zu einer Probe zusammengefasst. Daraus ergab sich ein insgesamter Probenumfang von vier Wasserproben während eines Kontrollbesuchs. In einem Versuchsdurchgang wurde diese Probenanzahl noch um vier Rundtränken-Proben erweitert. Hierzu wurde in den Versuchsdurchgängen eins bis vier zwei Stunden nach Befüllen der Rundtränke Wasser aus den ersten 17 Rundtränken und nachfolgend aus jeweils 16 Rundtränken in einer Probe zusammengefasst. Nach der Reduzierung der Anzahl der Rundtränken umfasste die erste Rundtränkenprobe noch Wasser aus neun Rundtränken, die folgenden Wasser aus acht Rundtränken. Insgesamt wurden somit bei einem Versuchsdurchgang acht Wasserproben gezogen und anschließend im Labor des Lehrstuhls für Tierschutz verwertet. Eine Ausnahme hierzu bestand im achten Versuch. Sowohl während des ersten als auch zweiten Besuchs wurden zusätzlich noch vier weitere Rundtränkenwasserproben während des Befüllens der Rundtränke gezogen. Weitere Details sind der Tabelle 21 zu entnehmen.

Tab. 21: Zeitliche Übersicht: Betrieb 1 (ZF = Zeitfenster; RT = Rundtränke)

Durchgang	Besuchsart	Anzahl der Tiere	Einstellungstag	Besuchstag 1. ZF	Besuchstag 2. ZF	Ausstellungstag	Uhrzeit Herunterlassen der RT	Anzahl der RT	Probenschlachtung
I	Kontrolle	8.670	11.04.08	13.05.08 (LT 32)	19.05.08 (LT 38)	21.05.08 (LT 40)			Nein
	Versuch	8.670	06.05.08	03.06.08 (LT 28)	10.06.08 (LT 35)	16.06.08 (LT 41)	08.00 Uhr	65	Nein
II	Kontrolle	8.670	30.05.08	01.07.08 (LT 32)	08.07.08 (LT 39)	10.07.08 (LT 41)			Nein
	Versuch	8.670	24.06.08	22.07.08 (LT 29)	29.07.08 (LT 36)	05.08.08 (LT 43)	08.00 Uhr	65	Nein
III	Kontrolle	8.670	18.07.08	19.08.08 (LT 32)	25.08.08 (LT 38)	27.08.08 (LT 40)			Nein
	Versuch	8.670	12.08.08	11.09.08 (LT 30)	18.09.08 (LT 37)	22.09.08 (LT 41)	10.00 – 12:00 Uhr	65	Nein
IV	Kontrolle	8.670	02.09.08	02.10.08 (LT 30)	07.10.08 (LT 35)	13.10.08 (LT 41)			Nein
	Versuch	8.670	26.09.08	23.10.08 (LT 27)	30.10.08 (LT 34)	07.11.08 (LT 42)	12:00 Uhr	65	Nein
V	Kontrolle	8.670	17.10.08	13.11.08 (LT 27)	20.11.08 (LT 34)	27.11.08 (LT 41)			Nein
	Versuch	8.670	15.11.08	16.12.08 (LT 31)	kein Besuch	22.12.08 (LT 37)	12:00 Uhr	33	Nein
VI	Kontrolle	8.670	08.12.08	08.01.09 (LT 31)	13.01.09 (LT 36)	19.01.09 (LT 42)			Nein
	Versuch	8.670	29.12.08	27.01.09 (LT 29)	03.02.09 (LT 36)	10.02.09 (LT 43)	12:00 Uhr	33	Nein
VII	Kontrolle	8.670	23.01.09	24.02.09 (LT 32)	02.03.09 (LT 38)	03.03.09 (LT 39)			Ja
	Versuch	8.670	19.02.09	19.03.09 (LT 28)	26.03.09 (LT 35)	30.03.09 (LT 39)	12:00 Uhr	33	Nein
VIII	Kontrolle	8.670	12.03.09	09.04.09 (LT 28)	17.04.09 (LT 36)	22.04.09 (LT 41)			Nein
	Versuch	8.670	09.04.09	07.05.09 (LT 28)	14.05.09 (LT 35)	19.05.09 (LT 40)	12:00 Uhr	33	Ja

Tab. 22: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 1 (ZF = Zeitfenster)

	Durchgang	Besuchsart	Zeitfenster	Datum	Tages-tempera-tur \emptyset	Tagesluft-feuchtigkeit \emptyset	Einstreu-Besuchs-tag	Dräger		Dräger		Dräger	
								Mini/Warn	Gerät 4	Mini/Warn	Gerät 5	Mini/Warn	Gerät d
I	Kontrolle	1. ZF	13.05.2008	19,92	53,50	k. g. A.	-	-	-	-	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	19.05.2008	16,77	89,50	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF	03.06.2008	20,69	98,06	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF	10.06.2008	22,44	83,72	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
II	Kontrolle	1. ZF	01.07.2008	23,17	72,19	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF	08.07.2008	19,63	84,63	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF	22.07.2008	17,13	89,38	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF	29.07.2008	24,8	77,15	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
III	Kontrolle	1. ZF	19.08.2008	23,74	77,33	Gerste	X	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF	25.08.2008	19,28	90,23	Weizen	-	-	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF	11.09.2008	22,65	88,71	Weizen	-	-	-	-	-	-	-
	Versuch	2. ZF	18.09.2008	13,32	87,29	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
IV	Kontrolle	1. ZF	02.10.2008	15,87	82,25	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF	07.10.2008	17,09	96,00	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF	23.10.2008	13,78	94,15	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF	30.10.2008	11,48	98,60	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
V	Kontrolle	1. ZF	13.11.2008	13,42	98,92	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF	20.11.2008	12,68	86,19	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF	16.12.2008	13,28	99,35	Weizen	X	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	1. ZF	08.01.2009	12,61	100,00	Weizen	X	X	X	X	X	X	X

Tab. 22: Fortsetzung: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 1 (ZF = Zeitfenster)

Durchgang	Besuchsart	Zeitfenster	Datum	Tages-temperatur \emptyset	Tagesluftfeuchtigkeit \emptyset	Einstreu-Besuchstag	Dräger		Dräger	
							Mini/Warn	Gerät 4	Mini/Warn	Gerät 5
VII	Kontrolle	2. ZF	13.01.2009	11,98	100,00	Weizen	X	-	X	-
	Versuch	1. ZF	27.01.2009	13,54	100,00	Weizen	X	-	X	-
	Versuch	2. ZF	03.02.2009	12,05	93,00	Weizen	X	-	-	-
	Kontrolle	1. ZF	24.02.2009	12,33	98,00	Weizen	X	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	02.03.2009	12,45	100,00	Weizen	X	-	-	-
	Versuch	1. ZF	19.03.2009	k. g. A.	k. g. A.	Weizen	X	-	-	-
VIII	Versuch	2. ZF	26.03.2009	k. g. A.	k. g. A.	Weizen	X	-	-	-
	Kontrolle	1. ZF	09.04.2009	17,14	78,00	k. g. A.	X	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	17.04.2009	14,70	92,00	Weizen	X	-	-	-
	Versuch	1. ZF	07.05.2009	18,07	74,00	Weizen	X	-	-	-
	Versuch	2. ZF	14.05.2009	16,20	99,00	Weizen	X	-	-	-

Tab. 23: Übersicht Mikrobiologie Wasserproben Betrieb 1 (ZF = Zeitfenster; RT = Rundtränke; die Ziehung der RT-Proben erfolgte jeweils 2 h nach Runterlassen der Rundtränken; * zusätzliche Probenziehung zum Zeitpunkt des Befüllens der Rundtränken)

Durch- gang	Besuchs- art	Zeit- fenster	Anzahl NT	Anzahl NT- Proben	Anzahl AS- Proben	Anzahl RT	Anzahl RT- Proben	Anzahl RT pro Wasserprobe	Bearbei- tung am Folge- tag	ins- gesamte Proben- anzahl
I	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	4	4	0	0	0	Nein	8
I	Versuch	1. & 2. ZF	2	4	4	65	4	Probe 1: 17 RT, Proben 2 – 4: je 16 RT	Nein	12
II	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	4	0	0	0	Nein	6
II	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	65	4	Probe 1: 17 RT, Proben 2 – 4: je 16 RT	Nein	8
III	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
III	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	65	4	Probe 1: 17 RT, Proben 2 – 4: je 16 RT	Nein	8
IV	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
IV	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	65	4	Probe 1: 17 RT, Proben 2 – 4: je 16 RT	Nein	8
V	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
V	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	65	4	Probe 1: 17 RT, Proben 2 – 4: je 16 RT	Nein	8
V	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
V	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	33	4	Probe 1: 9RT, Proben 2 – 4: je 8 RT	Nein	8
VI	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
VI	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	33	4	Probe 1: 9RT, Proben 2 – 4: je 8 RT	Nein	8
VII	Kontrolle	1. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
VII	Kontrolle	2. ZF	2	2	2	0	0	0	Ja	4
VII	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	33	4	Probe 1: 9RT, Proben 2 – 4: je 8 RT	Nein	8
VIII	Kontrolle	1. & 2. ZF	2	2	2	0	0	0	Nein	4
VIII	Versuch	1. & 2. ZF	2	2	2	33	8	Probe 1: 9RT, Proben 2 – 4: je 8 RT	Nein	12*

3.2.2 Betrieb 2

3.2.2.1 Tiere

Betrieb 2 steht am Anfang der Kükenbelieferungskette der Firma Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH. Je nach Mastdurchgang werden zwischen 7.140 und 7.500 Eintagsküken der Rasse Cherry Valley Pekingenten an Landwirt 2 ausgeliefert. Da dieser ein Umtriebsverfahren betreibt, stellt er am 19. Lebenstag die Tiere aus dem Aufzuchtstall in den Maststall um.

3.2.2.2 Betriebsinterne und technische Probleme

Bereits im Zeitraum zwischen April und November 2008 wurden in diesem Betrieb Versuchsdurchgänge durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt betrieb Landwirt 2 noch ein all-in-all-out-System. Sowohl durch betriebsinterne Probleme im Rahmen der Veränderung des Mastverfahrens als auch durch technische Probleme bedingt, konnten diese Daten nicht mit in den Feldversuch einbezogen werden.

3.2.2.3 Zeitlicher Überblick über den Feldversuch in Betrieb 2

Einen genauen zeitlichen Überblick über die verwertbaren Kontrollen und Versuche in Betrieb 2 liefert die Tabelle 24.

3.2.2.4 Stallbeschreibung

Der Maststall ist mit seiner Frontseite nach Süden ausgerichtet, 57,5 m lang und 20,1 m breit. Mast- und Kükenstall befinden sich im gleichen Gebäude. Das Dach des Ersteren wird durch zehn Träger aus Stahl gestützt. Stall 2 verfügt beiderseits über je 16 Lüftungsschlitze für Zuluft (0,71 x 0,32 m) und zehn größere Fenster (0,84 x 1,80 m). Durch sie besitzt der Stall eine Lichtfläche von ca. 3 % der Stallgrundfläche. Die Zuluft, welche in den Stall über die Lüftungsschlitze gelangt, wird über zwei 1,5 m lange und zwei 2,5 m lange, jeweils 1 m breite Belüftungschächte im Dach wieder nach außen abgegeben. Zusätzlich verfügt der Stall über 30 Neonröhren, die vor allem als Notlicht genutzt werden.

Im Winter wird die Luft bei Temperaturen unter -5°C mittels zweier Gasstrahler beheizt. Der Gasstrahler auf der rundtränkenzugewandten Seite befindet sich in Höhe von Träger fünf, der auf der rundtränkenabgewandten Seite in Höhe von Träger sechs. Durch den Stall verlaufen jeweils in einer Länge von ca. 50 m vier Lubing Bodenstrangtränken für die Entenmast. Der

Nippelstrang der rundtränkenabgewandten Seite wird nachfolgend als Nippelstrang 1 (N1) bezeichnet, die Nummerierung der Nippelstränge zur rundtränkenzugewandten Seite wird fortlaufend weitergeführt. Alle Nippel der Nippelstränge zusammen ergeben eine Anzahl von 809, daraus resultiert bei einer Anzahl von 7.140 – 7.500 Tieren ein Enten/Nippel-Verhältnis von 8,8 – 9,3 Tieren pro Nippel. Die Rundtränken wurden auf der östlichen Stallseite, 1,7 m von der Stallwand entfernt, installiert. Insgesamt verfügte der Stall über 32 Rundtränken, bei 7.140 – 7.500 Enten entsprach das 223 – 234,4 Enten pro Rundtränke. Die Rundtränken wurden immer zu 10:00 Uhr herabgelassen. Der Wasserablauf erfolgt über elf Gullis. Diese, in Kombination mit einem Seitengefälle von 0,5 % und einem Längsgefälle von 1 %, gewährleisteten einen relativ guten Wasserabfluss. Die Möglichkeit zur freien Futteraufnahme wird durch zwei ca. 50 m lange Futterstränge gewährleistet, die insgesamt über 70 Futterschalen verfügen. Ein Futterstrang ist jeweils 5 m von der Stalllängsseite entfernt. In vier der Futterschalen wird den Enten auch Grit angeboten. Je nach eingestellter Tierzahl beträgt die Fressfläche pro Ente zwischen 10,50 und 11,95 cm², die Muschelschrotfläche-Fressfläche zwischen 0,66 und 0,69 cm² pro Tier. Eine Übersicht über den Stall liefert die Abbildung 11.

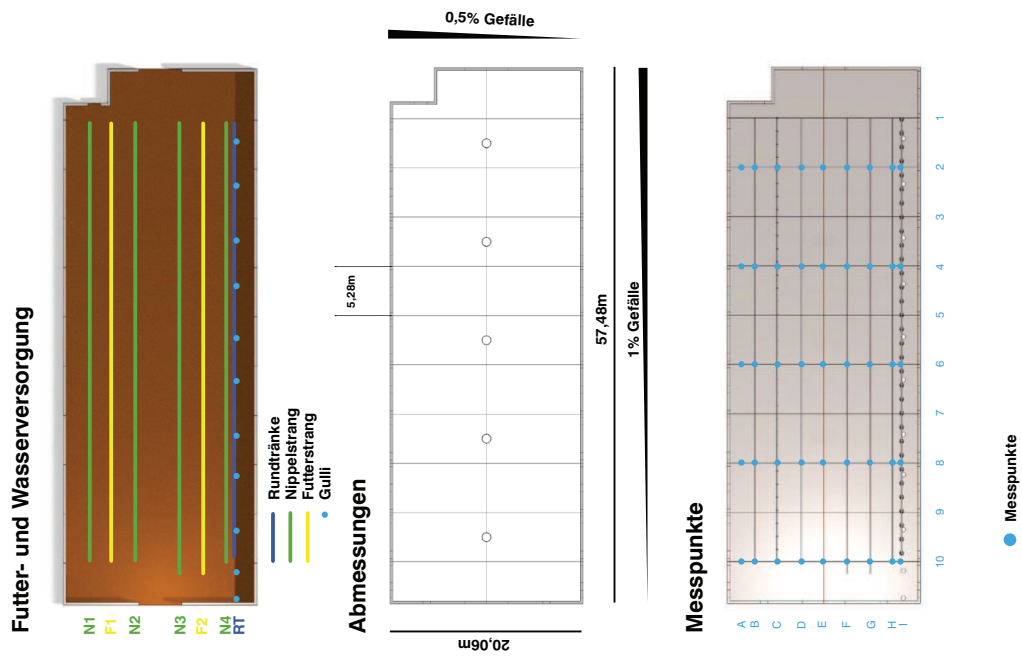
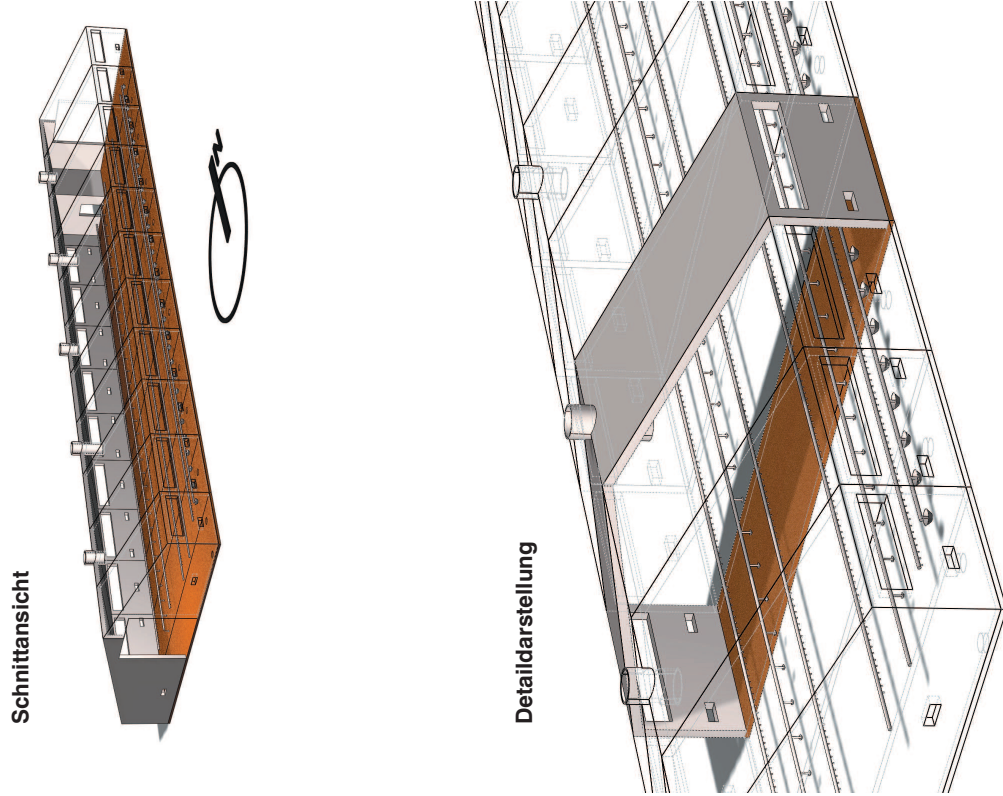


Abb. 11: Stallübersicht Betrieb 2

3.2.2.5 Staub- und Ammoniakwerte

Die Staub- und Ammoniakwerte wurden in Betrieb 2 unter den Trägern 2, 4, 6, 8 und 10 ermittelt. Unter jedem Träger wurden wiederum neun Messpunkte definiert:

- Messpunkt A, Ruhebereich: mittig zwischen der südlichen Stallwand und Nippelstrang 1 (N1)
- Messpunkt B, Tränkebereich: unter Nippelstrang 1 (N1)
- Messpunkt C, Fressbereich: unter Futterstrang 1 (F1) der rundtränkenabgewandten Seite
- Messpunkt D, Tränkebereich: unter Nippelstrang 2 (N2)
- Messpunkt E, Ruhebereich: in der Stallmitte
- Messpunkt F, Tränkebereich: unter Nippelstrang 3 (N2)
- Messpunkt G, Fressbereich: unter Futterstrang 2 (F2) der rundtränkenzugewandten Seite
- Messpunkt H, Tränkebereich: unter Nippelstrang 4 (N4)
- Messpunkt I, Rundtränkenbereich: unterhalb der Rundtränke (RT)

Daraus ergaben sich pro Besuch 45 Messpunkte, die in der Zeichnung 11 veranschaulicht werden. Im Rahmen der späteren statistischen Auswertung wurden alle Messpunkte A – I trägerunabhängig zusammengefasst. Eine Übersicht über die Staub- und Ammoniak beeinflussenden Faktoren sowie die verwendeten Ammoniakmessgeräte liefert die Tabelle 25.

3.2.2.6 Mikrobiologie Wasserproben

Im Rahmen einer Kontrolle wurden alle vier Nippelstränge beprobt. Jeder Nippelstrang stellte eine eigene Probe dar. Die Probenziehung wurde, wie unter 3.1.6 beschrieben, durchgeführt. In einem Versuchsdurchgang wurden vier zusätzliche Proben gezogen. Eine Rundtränkenprobe beinhaltete Wasser aus acht Rundtränken. Die Proben wurden sobald als möglich in München bearbeitet. Auch in diesem Betrieb wurden die Rundtränkenwasserproben zwei Stunden nach Start der Wasserbefüllung gezogen. Eine Ausnahme stellte Versuchsdurchgang fünf dar. Hier wurden sowohl während des ersten als auch des zweiten Besuchs zusätzlich vier identische Rundtränkenwasserproben zum Zeitpunkt des Befüllens der Rundtränke entnommen.

Tab. 24: Zeitliche Übersicht Betrieb 2 (ZF = Zeitfenster; RT = Rundtränke)

Durchgang	Besuchsart	Besuchsanzahl der Tiere	Einstellungstag	Besuchstag 1. ZF	Besuchstag 2. ZF	Ausstellungstag	Uhrzeit unterlassen der RT	Anzahl der RT	Probenschlachtung
I	Kontrolle	7.140	07.11.2008	05.12.2008 (LT 29)	12.12.2008 (LT 36)	14.12.2008 (LT 38)			Nein
	Versuch	7.497	18.12.2008	15.01.2009 (LT 28)	22.01.2009 (LT 35)	01.02.2009 (LT 45)	10:00 Uhr	32	Nein
II	Versuch	7.497	12.01.2009	13.02.2009 (LT 32)	19.02.2009 (LT 38)	19.02.2009 (LT 38)	10:00 Uhr	32	Nein
	Kontrolle	7.497	05.02.2009	06.03.2009 (LT 30)	13.03.2009 (LT 37)	16.03.2009 (LT 40)			Nein
III	Versuch	7.500	02.03.2009	31.03.2009 (LT 30)	06.04.2009 (LT 36)	16.04.2009 (LT 46)	10:00 Uhr	32	Nein
	Kontrolle	7.500	26.03.2009	23.04.2009 (LT 28)	30.04.2009 (LT 35)	11.05.2009 (LT 47)			Nein
IV	Versuch	7.500	20.04.2009	18.05.2009 (LT 28)	25.05.2009 (LT 35)	27.05.2009 (LT 37)	10:00 Uhr	32	Nein
	Kontrolle	7.500	14.05.2009	11.06.2009 (LT 27)	19.06.2009 (LT 35)	22.06.2009 (LT 39)			Ja
V	Versuch	7.300	04.06.2009	02.07.2009 (LT 28)	09.07.2009 (LT 35)	12.07.2009 (LT 38)	10:00 Uhr	32	Ja
	Kontrolle	7.300	25.06.2009	23.07.2009 (LT 28)	30.07.2009 (LT 35)	02.08.2009 (LT 38)			Nein

Tab. 25: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 2 (ZF = Zeitfenster)

	Durchgang	Besuchsart	Zeitfenster	Datum	Tages- tempera- tur \emptyset	Tagesluft- feuchtig- keit \emptyset	Einstreu am		Dräger		Dräger	
							Besuchstag	Mini/ Warn	Mini/ Warn	Gerät 5	Mini/ Warn	Gerät 5
I	Kontrolle	1. ZF	05.12.2008	18,23	98,73	Dinkelspelz	X	X	X	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	12.12.2008	13,78	98,88	Gerste	X	X	X	-	-	-
	Versuch	1. ZF	15.01.2009	19,35	90,52	Weizen	X	-	-	X	-	X
	Versuch	2. ZF	22.01.2009	17,51	99,90	Dinkelspelz	X	-	-	X	-	X
II	Kontrolle	1. ZF	13.02.2009	20,06	89,23	Weizen	X	-	-	X	-	X
	Kontrolle	2. ZF	19.02.2009	18,79	89,70	Dinkelspelz	X	-	-	X	-	X
	Versuch	1. ZF	06.03.2009	17,70	97,44	Weizen	X	-	-	-	-	-
	Versuch	2. ZF	13.03.2009	14,96	99,98	Dinkelspelz	X	-	-	-	-	-
III	Kontrolle	1. ZF	31.03.2009	20,58	100,00	Weizen	X	-	-	X	-	X
	Kontrolle	2. ZF	06.04.2009	18,16	80,43	Dinkelspelz	-	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF	23.04.2009	20,10	79,79	Weizen	X	-	-	-	-	-
	Versuch	2. ZF	30.04.2009	20,11	84,67	Dinkelspelz	X	-	-	-	-	-
IV	Kontrolle	1. ZF	18.05.2009	21,12	82,45	Weizen	X	-	-	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	25.05.2009	21,91	82,45	Weizen	-	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF	11.06.2009	21,86	97,57	Dinkelspelz	-	-	-	-	-	-
	Versuch	2. ZF	19.06.2009	22,47	85,36	Dinkelspelz	X	-	-	-	-	-
V	Kontrolle	1. ZF	02.07.2009	23,19	99,19	Weizen	X	-	-	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	09.07.2009	22,88	71,78	Weizen	X	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF	23.07.2009	24,07	91,54	Weizen	X	-	-	-	-	-
	Versuch	2. ZF	30.07.2009	19,00	95,08	Dinkelspelz	X	-	-	-	-	-

Tab. 26: Übersicht Mikrobiologie Wasserproben Betrieb 2 (ZF = Zeitfenster; RT = Rundtränke; RT = Rundtränke; Die Ziehung der RT-Proben erfolgte jeweils 2 h nach Runterlassen der Rundtränken; * zusätzliche Probenziehung zum Zeitpunkt des Befüllens der Rundtränken)

Durchgang	Besuchsart	Zeitfenster	Anzahl NT		Anzahl AS-Proben		Anzahl RT-Proben		Anzahl Wasserprobe	RT pro Folgetag	Bearbeitung am Folgetag	insgesamt Probenanzahl
			NT	NT-Proben	AS-Proben	RT-Proben	RT-Proben					
I	Kontrolle	1. & 2. ZF	4	4	0	0	0	0				4
I	Versuch	1. & 2. ZF	4	4	0	0	32	4	Proben 1 – 4; je 8 RT			8
II	Versuch	1. & 2. ZF	4	4	0	0	32	4	Proben 1 – 4; je 8 RT			8
II	Kontrolle	1. & 2. ZF	4	4	0	0	0	0				4
III	Versuch	1. ZF	4	4	0	0	32	4	Proben 1 – 4; je 8 RT	Ja		8
III	Versuch	2. ZF	4	4	0	0	32	4	Proben 1 – 4; je 8 RT			8
III	Kontrolle	1. & 2. ZF	4	4	0	0	0	0				4
IV	Versuch	1. & 2. ZF	4	4	0	0	32	4	Proben 1 – 4; je 8 RT	Ja		8
IV	Kontrolle	1. & 2. ZF	4	4	0	0	0	0				4
V	Versuch	1. & 2. ZF	4	4	0	0	32	8	Proben 1 – 4; je 8 RT			12*
V	Kontrolle	1. & 2. ZF	4	4	0	0	0	0				4

3.2.3 Betrieb 3

3.2.3.1 Tiere

Je Mastdurchgang werden 13.515 Cherry Valley Pekingentenküken in den Kükenstall 3 eingestallt. Auch Betrieb 3 steht eher am Anfang der Kükenbelieferungskette der Firma Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH. Er wird häufig gleichzeitig mit Betrieb 2 beliefert. Um den 19. Kükenlebenstag treibt Landwirt 3 die Enten im Rahmen des Umtriebverfahrens aus dem Kükenstall in den Maststall.

3.2.3.2 Zeitlicher Überblick über den Feldversuch in Betrieb 3

Einen genauen zeitlichen Überblick über den Feldversuch in Betrieb 3 liefert die Tabelle 27.

3.2.3.3 Stallbeschreibung

Der Maststall ist 89,8 m lang, 22,5 m breit und mit seiner Frontseite nach Osten ausgerichtet. In seiner Verlängerung schließt sich der Kükenstall an. Das Satteldach des Maststalls wird durch dreizehn Stahlträger gestützt. Der Stall verfügt über eine Lichtfläche von ca. 3 % der Stallgrundfläche. Die Lichtfläche setzt sich zusammen aus 42 beiderseits angelegten 0,54 x 0,23 m großen Lüftungsschlitzten für die Zuluft, vier Fenstern der Größe 5,05 x 1,1 m, einem Fenster im Stalltor der Größe 4,52 x 0,63 m und einen im Sommer lichtdurchlässigen Ventilator der Größe 1,34 x 1,34 m. Der Stall verfügt über 36 Neonröhren, die vor allem als Notlicht genutzt werden. Die über die Lüftungsschlitze zugeführte Luft wird über das Dach mithilfe von fünf Firstlüftern, welche eine Länge von 1,1 m und einen Durchmesser von 1 m (Circaangaben) aufweisen, wieder abgegeben. Im Bedarfsfall wird im Winter die Stallluft durch zwei Gasstrahler erwärmt. Sie befinden sich in der Nähe der Flügeltüre, etwa in Höhe von Träger sieben. Die Lubing Bodenstrangtränke für die Entenmast verläuft über 86 m in drei Bahnen. Der Nippelstrang der rundtränkenabgewandten Seite wird nachfolgend als Nippelstrang 1 (N1) bezeichnet. Die Nummerierung der Nippelstränge zur rundtränkenzugewandten Seite wird fortlaufend weitergeführt. Ein Nippelstrang ist jeweils in zwei Stränge unterteilt, da der Wasserzulauf auf der Höhe von Träger sechs erfolgt. Insgesamt stehen den Tieren somit 1.228 Nippel zur Verfügung. Bei 13.200 Tieren ergibt sich daraus ein Enten/Nippel-Verhältnis von 11,0 Tieren pro Nippel.

Der Rundtränkenstrang war ebenfalls in zwei Stränge unterteilt und verfügte in den ersten drei Versuchsdurchgängen über 83 Rundtränken, in den folgenden Versuchsdurchgängen lediglich über 55. Bei 13.515 Enten bedeutete dies einen Anstieg des Rundtränken-Enten-Verhältnisses von 162,8 auf 245,7.

Der Wasserablauf dieses Betriebs wird durch ein Gefälle von 1 %, das sich sowohl über die Längs- als auch über die Querseite des Stalls erstreckt, und vier Gullis gewährleistet. Da diese bei Rundtränkenutzung zu Verstopfung neigten und somit der reibungslose Wasserablauf nicht mehr gewährleistet war, wurden die Gullis durch umgedrehte Obstkisten, welche die Funktion eines Siebes übernahmen, abgedeckt (siehe Abbildung 13). Die Futterversorgung erfolgt über 194 Futterschalen. Sie verteilen sich auf zwei etwa 86 m Futterstränge (F1 und F2). Die Fressfläche pro Ente beträgt 12,35 cm². Der Abbildung 13 können weitere Details entnommen werden.



Abb. 12: Gulliabdeckung Betrieb 3 (Die Abdeckung mittels Obstkisten erfolgte bei allen vier Gullis)

3.2.3.4 Staub- und Ammoniakwerte

Die Staub- und Ammoniakwerte wurden in Betrieb 3 an neun Messpunkten unter den Trägern 2, 5, 8, 11 und 13 ermittelt: Unter jedem Träger wurden wiederum neun Messpunkte definiert:

- Messpunkt A, Tränkebereich: unter Nippelstrang 1 (N1)
- Messpunkt B, Ruhebereich: mittig zwischen Nippelstrang 1 (N1) und Futterstrang 1 (F1) der rundtränkenabgewandten Stallseite,
- Messpunkt C, Fressbereich: unter Futterstrang 1 (F1)
- Messpunkt D, Ruhebereich: in der Stallmitte
- Messpunkt E, Tränkebereich: unter Nippelstrang 2 (N2)
- Messpunkt F, Fressbereich: unter Futterstrang 2 (F2) der rundtränkenzugewandten Stallseite
- Messpunkt G, Ruhebereich: zwischen Futterstrang 2 (F2) und Nippelstrang 3 (N3)
- Messpunkt H, Tränkebereich: unter Nippelstrang 3
- Messpunkt I, Rundtränkenbereich: unter dem Rundtränkenstrang (RT)

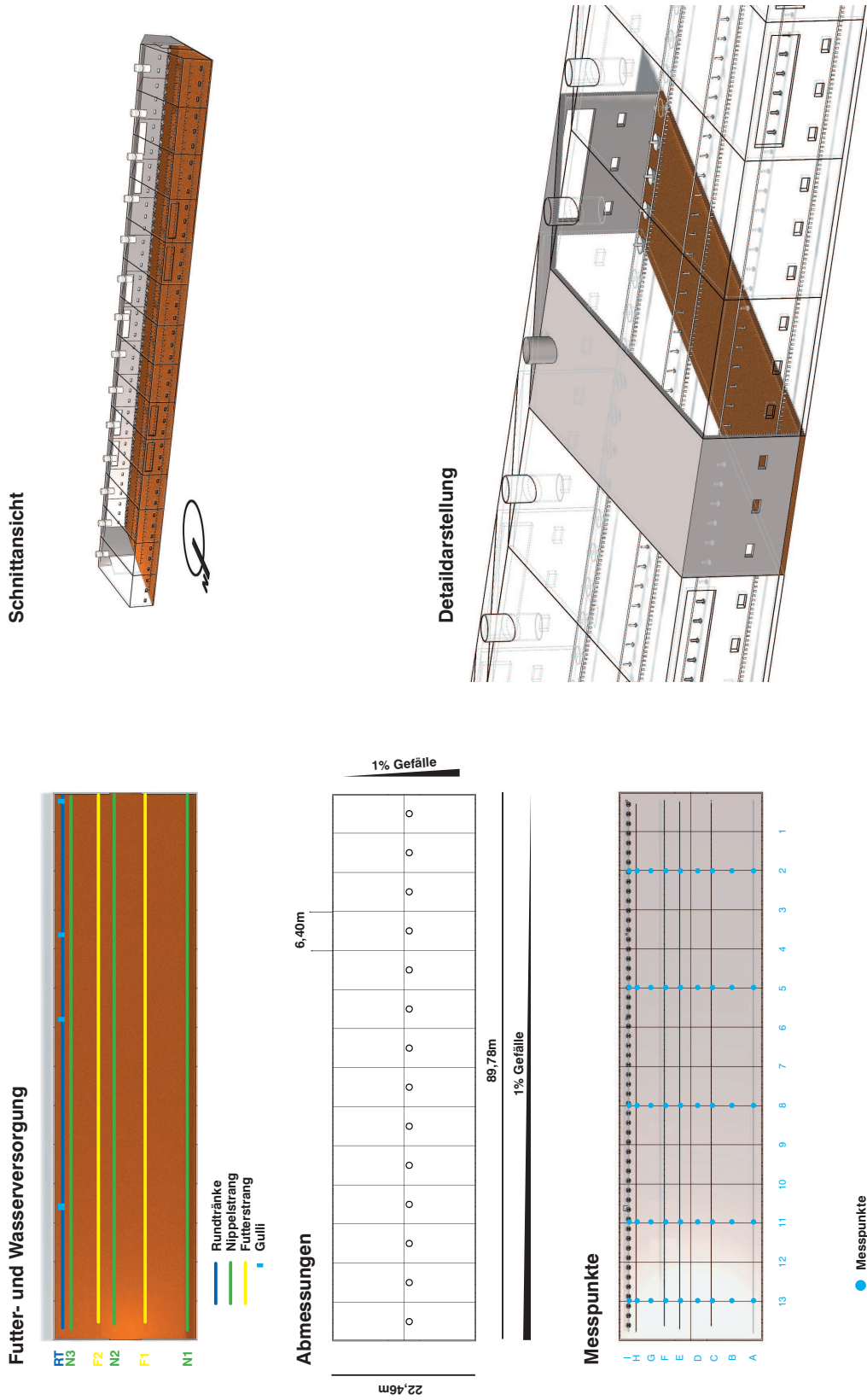


Abb. 13: Stallübersicht Betrieb 3

Pro Besuch wurden somit Staub- und Ammoniakwerte an 45 Messpunkten erhoben. Eingestreut wurde in diesem Betrieb vorwiegend mit Weizenstroh. Gegen Ende der Mast wurde je nach Bedarf zum Teil auch zweimal am Tag nachgestreut. Einen genauen Überblick über die Einstreuart, die verwendeten Ammoniakmessgeräte sowie die Staub und Ammoniak beeinflussenden Faktoren liefert die Tabelle 28. Im Rahmen der späteren statistischen Auswertung wurden alle Messpunkte A – I trägerunabhängig zusammengefasst.

3.2.3.5 Mikrobiologie Wasserproben

Im Rahmen einer Kontrolle wurde jeder Nippelstrang einzeln beprobt. Am Anfang des Feldversuchs wurde auch die Zweiteilung eines jeden Nippelstrangs berücksichtigt. Daraus ergaben sich insgesamt sechs Nippelstrangwasserproben je Kontroll- und Versuchsdurchgang. Im Verlauf des Feldversuchs wurde jedoch jeder Nippelstrang als eine Einheit gesehen, sodass die Probenanzahl der Nippelstränge auf drei reduziert werden konnte. Betrieb 3 wies eine Besonderheit im Vergleich zu den Betrieben 1 und 2 auf. Das Tränkwasser wurde nicht aus der Leitung bezogen, sondern aus einem eigenen Brunnen, der jahreszeitenabhängig mitbeprobt wurde. Hierzu wurde im Technikbereich des Stalls das Wasser direkt aus einem Wasserhahn entnommen, bevor es mit dem im Stall installierten Tränkenleitungssystem in Kontakt kam. Bei der Durchführung der Wasserprobennahme wurden die Vorgaben von HARTUNG (2000) berücksichtigt. Daher ließ man nach Säuberspülung des Hahns das Wasser fünf Minuten ohne Hahnstellungsänderung ablaufen. In jedem Versuchsdurchgang wurden zusätzlich noch vier Rundtränkenwasserproben gezogen. In den Versuchsdurchgängen eins bis drei umfasste die erste Wasserprobe 20 Rundtränken, die folgenden je 21 Rundtränken. Ab dem vierten Versuch umfasste die erste Probe nur noch 13, die folgenden Proben 14 Rundtränken. Die mikrobiologische Untersuchung des Wassers erfolgte so bald als möglich in München.

Tab. 27: Zeitliche Übersicht Betrieb 3 (ZF = Zeitfenster; RT = Rundtränke)

Durchgang	Besuchsart	Anzahl der Tiere	Einstellungstag	Besuchstag 1. ZF	Besuchstag 2. ZF	Ausstellungstag	Uhrzeit Herunterlassen der RT	Anzahl der RT	Probenschlach- tung
I	Kontrolle	13.515	15.01.2008	12.02.2008 (LT 28)	19.02.2008 (LT 35)	24.02.2008 (LT 40)			Nein
	Versuch	13.515	04.03.2008	03.04.2008 (LT 30)	09.04.2008 (LT 36)	13.04.2008 (LT 40)	10:00 Uhr	83	Nein
II	Kontrolle	13.515	25.03.2008	25.04.2008 (LT 31)	02.05.2008 (LT 38)	04.05.2008 (LT 40)			Nein
	Versuch	13.515	18.04.2008	20.05.2008 (LT 31)	26.05.2008 (LT 37)	28.05.2008 (LT 39)	10:00 Uhr	83	Nein
III	Kontrolle	13.515	13.05.2008	12.06.2008 (LT 30)	19.06.2008 (LT 37)	23.06.2008 (LT 41)			Nein
	Versuch	13.515	05.09.2008	06.10.2008 (LT 32)	13.10.2008 (LT 39)	14.10.2008 (LT 40)	10:00 Uhr	83	Ja
IV	Kontrolle	13.515	26.09.2008	28.10.2008 (LT 32)	03.11.2008 (LT 38)	04.11.2008 (LT 39)			Ja
	Versuch	13.515	17.10.2008	17.11.2008 (LT 31)	24.11.2008 (LT 38)	24.11.2008 (LT 38)	10:00 Uhr	55	Nein
V	Kontrolle	13.515	07.11.2008	04.12.2008 (LT 27)	11.12.2008 (LT 34)	16.12.2008 (LT 39)			Nein
	Versuch	13.515	12.01.2009	12.02.2009 (LT 31)	17.02.2009 (LT 36)	19.02.2009 (LT 38)	10:00 Uhr	55	Nein
VI	Kontrolle	13.515	05.02.2009	05.03.2009 (LT 28)	13.03.2009 (LT 36)	16.03.2009 (LT 39)			Nein
	Versuch	13.515	02.03.2009	30.03.2009 (LT 28)	07.04.2009 (LT 36)	16.04.2009 (LT 45)	10:00 Uhr	55	Nein
VII	Kontrolle	13.515	26.03.2009	27.04.2009 (LT 32)	04.05.2009 (LT 39)	10.05.2009 (LT 45)			Nein
	Versuch	13.515	20.04.2009	19.05.2009 (LT 29)	26.05.2009 (LT 36)	27.05.2009 (LT 37)	10:00 Uhr	55	Nein
VIII	Kontrolle	13.515	14.05.2009	10.06.2009 (LT 27)	18.06.2009 (LT 35)	21.06.2009 (LT 38)			Nein
	Versuch	13.515	04.06.2009	02.07.2009 (LT 28)	08.07.2009 (LT 34)	12.07.2009 (LT 38)	10:00 Uhr	55	Nein

Tab. 28: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 3 (ZF = Zeitfenster)

	Durchgang	Besuchsart	Zeitfenster	Datum	Tages- tempera- tur \emptyset	Tagesluft- feuchtig- keit \emptyset	Einstreu- Besuchs- tag	Dräger		Dräger		Dräger	
								Mini/ Warn	Gerät 4	Mini/ Warn	Gerät 5	Mini/ Warn	Gerät 5	Mini/ Warn	Gerät d
I	Kontrolle	1. ZF		12.02.2008	14,60	84,00	Weizen	-	-	-	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF		19.02.2008	13,50	76,90	Weizen	-	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF		03.04.2008	15,00	79,80	Weizen	-	-	-	-	-	-
II	Versuch	2. ZF		09.04.2008	k. g. A.	k. g. A.	k. g. A.	-	-	-	-	-	-
	Kontrolle	1. ZF		25.04.2008	15,40	67,40	Gerste	-	-	-	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF		02.05.2008	17,10	92,35	Weizen	-	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF		20.05.2008	19,80	88,90	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF		26.05.2008	20,60	76,10	Weizen	X	X	X	X	X	X
III	Kontrolle	1. ZF		12.06.2008	19,10	81,20	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF		19.06.2008	23,90	75,80	Weizen	-	-	-	-	-	-
	Versuch	1. ZF		06.10.2008	k. g. A.	k. g. A.	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF		13.10.2008	k. g. A.	k. g. A.	Weizen	X	X	X	X	X	X
IV	Kontrolle	1. ZF		28.10.2008	15,72	87,81	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF		03.11.2008	15,20	90,67	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF		17.11.2008	14,40	88,60	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF		24.11.2008	13,40	93,70	Weizen	X	X	X	X	X	X
V	Kontrolle	1. ZF		04.12.2008	15,10	90,60	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF		11.12.2008	13,50	94,40	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF		12.02.2009	12,40	94,60	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF		17.02.2009	13,20	95,50	Weizen	X	X	X	X	X	X
VI	Kontrolle	1. ZF		05.03.2009	k. g. A.	k. g. A.	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Kontrolle	2. ZF		13.03.2009	15,60	76,10	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	1. ZF		30.03.2009	13,70	80,80	Weizen	X	X	X	X	X	X
	Versuch	2. ZF		07.04.2009	17,80	74,30	Weizen	X	X	X	X	X	X

Tab. 28: Fortsetzung: Übersicht Temperatur, Staubwerte und verwendete Ammoniakmessgeräte in Betrieb 3 (ZF = Zeitfenster)

Durchgang	Besuchsart	Zeitfenster	Datum	Tages- tempera- tur $\bar{\theta}$	Tagesluft- feuchtigkeit keit $\bar{\theta}$	Einstreu- Besuchs- tag	Dräger		Dräger	
							Mini/ Warn	Gerät 4	Mini/ Warn	Gerät 5
VII	Kontrolle	1. ZF	27.04.2009	17,53	76,34	Weizen	X	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	04.05.2009	15,38	67,40	Weizen	-	-	-	X
	Versuch	1. ZF	19.05.2009	19,30	73,60	Weizen	X	-	-	-
	Versuch	2. ZF	26.05.2009	21,80	86,20	Weizen	X	-	-	-
VIII	Kontrolle	1. ZF	10.06.2009	19,40	73,80	Weizen	X	-	-	-
	Kontrolle	2. ZF	18.06.2009	22,60	80,10	Weizen	X	-	-	-
	Versuch	1. ZF	02.07.2009	23,80	83,90	Weizen	X	-	-	-
	Versuch	2. ZF	08.07.2009	18,60	89,00	Weizen	X	-	-	-

Tab. 29: Übersicht Mikrobiologie Wasserproben Betrieb 3 (ZF = Zeitfenster; RT = Rundtränke; die Ziehung der RT-Proben erfolgte jeweils 2 h nach Runterlassen der Rundtränken; * zusätzliche Probenziehung zum Zeitpunkt des Befüllens der Rundtränken)

Durch- gang art	Besuchs- zeit- fenster	Anzahl NT	Anzahl NT- Proben	Anzahl AS- Proben	Anzahl RT	Anzahl RT- Proben	Anzahl RT pro Wasserprobe	Brunnen- probe gezo- gen	Bearbei- tung am Folge- tag	ins- gesamte Proben- anzahl
I	Kontrolle 1. & 2. ZF	3	6	0	0	0		Ja		7
I	Versuch 1. & 2. ZF	3	3	0	83	4	Probe 1: 20RT, Proben 2 – 4: je 21 RT			7
II	Kontrolle 1. & 2. ZF	3	6	0	0	0				6
II	Versuch 1. ZF	3	3	0	83	4	Probe 1: 20RT, Proben 2 – 4: je 21 RT		Ja	7
II	Versuch 2. ZF	3	3	0	83	4	Probe 1: 20RT, Proben 2 – 4: je 21 RT			7
III	Kontrolle 1. & 2. ZF	3	3	0	0	0				3
III	Versuch 1. & 2. ZF	3	3	0	83	4	Probe 1: 20RT, Proben 2 – 4: je 21 RT			7
IV	Kontrolle 1. & 2. ZF	3	3	0	0	0				3
IV	Versuch 1. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT		Ja	7
IV	Versuch 2. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT	Ja	Ja	8
V	Kontrolle 1. & 2. ZF	3	3	0	0	0				3
V	Versuch 1. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT		Ja	7
V	Versuch 2. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT		Ja	7
VI	Kontrolle 1. ZF	3	3	0	0	0			Ja	3
VI	Kontrolle 2. ZF	3	3	0	0	0				3
VI	Versuch 1. & 2. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT			7
VII	Kontrolle 1. ZF	3	3	0	0	0		Ja		4
VII	Kontrolle 2. ZF	3	3	0	0	0				3
VII	Versuch 1. & 2. ZF	3	3	0	55	8	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT			11*
VIII	Kontrolle 1. ZF	3	3	0	0	0			Ja	3
VIII	Kontrolle 2. ZF	3	3	0	0	0		Ja	Ja	4
VIII	Versuch 1. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT			7
VIII	Versuch 2. ZF	3	3	0	55	4	Probe 1: 13 RT, Proben 2 – 4: je 14 RT	Ja	Ja	8

3.3 Durchgeführte Laboruntersuchungen

3.3.1 Mikrobiologische Wasseruntersuchungen

Die in dieser Arbeit durchgeführten mikrobiologischen Wasseruntersuchungen erstreckten sich über die quantitative Bestimmung der Gesamtkeimzahl, der Anzahl an Enterobacteriaceae und Salmonellen in KbE/ml. Parallel hierzu wurden die Salmonellen auch qualitativ bestimmt.

3.3.1.1 Labormaterialien

8,5 % Kochsalzlösung

8,50 g Natriumchlorid
ad 1000 ml Aqua dest.

Salmonella-Anreicherungsbouillon nach Rappaport

(Salmonella-Anreicherungsbouillon nach RAPPAPORT Art. Nr. 1.10236.0500;
Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

5,00 g Pepton aus Casein
8,00 g Natriumchlorid
0,80 g Di-Kaliumhydrogenphosphat
40,00 g Magnesiumchlorid-Hexahydrat
0,12 g Malachitgrün
ad 1000 ml Aqua bidest.

Gassner-Agar

(Merckoplate® Gassner-Agar Wasserblau-Metachromgelb-Lactose-Agar
nach Gassner Art Nr. 1.13580.0001; Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

14,00 g Peptone
5,00 g Natriumchlorid
43,00 g Lactose
0,62 g Wasserblau
1,25 g Metachromgelb
13,00 g Agar-Agar
ad 1000 ml Aqua bidest.

Rambach-Agar

(Merckoplate® RAMBACH®-Agar Art. Nr. 1.13999.0001;
Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

8,00 g Peptone
5,00 g Natriumchlorid
1,00 g Natriumdesoycholat
1,50 g Chromogenmischung
10,50 g Propylenglycol
15,00 g Agar-Agar
ad 1000 ml Aqua bidest.

Standard I-Nähragar

(Merckoplate® Standard I-Nähragar Art. Nr. 1.10416.0001 Standard I-Nährbouillon;
Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland)

15,00 g Peptone
3,00 g Hefeextrakt
6,00 g Natriumchlorid
1,00 g D(+)Glucose
12,00 g Agar-Agar
ad 1000 ml Aqua bidest.

3.3.1.2 Quantitative Untersuchungen

Für die quantitativen Wasseruntersuchungen wurden unter sterilen Bedingungen 16 cm lange Reagenzgläser mit einem Durchmesser von 16 mm einen Tag vor Bestandsausfahrt, im Falle einer Ausfahrt mit Übernachtung zwei Tage vorher, mit 9 ml steriler 0,85 %igem NaCl befüllt. Mit deren Hilfe wurden dann im Rahmen der Wasserprobenverarbeitung log-10-Verdünnungsstufenreihen hergestellt. Hierzu wurde 1 ml der nativen Wasserprobe an die Wand eines mit 9 ml steriler 0,85 %igem NaCl befüllten Reagenzglases pipettiert. Dann wurde mit einer neuen, sterilen Pipette der Inhalt des Reagenzglases gemischt und 1 ml hiervon in ein nächstes Röhrchen überführt. Je nach Verdünnungsstufe wurde dieser Vorgang beliebig häufig weitergeführt. Hausinterne Untersuchungen haben gezeigt, dass, um eine optimal auszählbare Platte zu erhalten, vier Verdünnungsstufen bei Nippeltränken- und Brunnenproben sowie sechs Verdünnungsstufen bei Auffangschalen- und Rundtränkenproben erforderlich waren. Aus der Verdünnungsreihe wurden dann im Rahmen der quantitativen Analyse 100 µl Flüssigkeit entnommen und auf vorbereitete Standard I,- Gassner- und Rambach-Agar-Platten aufgebracht, mittels Drygalski-Spatel kreisförmig ausgestrichen und für 24 Stunden bei 37 °C bebrütet. Danach erfolgte die Auswertung der Platten mittels Kolonienzählstift.

Die Ermittlung der Gesamtkeimzahl wurde anhand der folgenden Berechnungsgrundlage vorgenommen:

$$\text{KbE/ml} = \text{Anzahl der ausgezählten Kolonien} \times 10 \times \text{Verdünnungsstufe}$$

Für die Ermittlung der Gesamtkeimzahl wurden nur solche Platten herangezogen, deren Kolonienanzahlen zwischen 10 und 150 lagen. Traf dies für mehrere Platten zu, so wurde der arithmetische Mittelwert wie folgt berechnet:

$$\sum^n_{\text{KbE/ml}} = \frac{\text{Summe der KbE aller zur Berechnung herangezogenen Platten}}{\text{Anzahl der zur Berechnung miteinbezogenen Platten}}$$

Im Falle des Vorliegens von roten bis kirschroten Kolonien auf dem Rambach-Agar wurden diese ausgezählt und Subkulturen auf Standard I-Agarplatten und auf Rambach-Agarplatten angelegt. Diese wurden für 24 Stunden bei 37 °C bebrütet. Die nächsten Schritte sind dem Abschnitt 3.3.1.4 zu entnehmen.

3.3.1.3 Qualitative Salmonellenuntersuchung

Parallel zum Anlegen der Verdünnungsreihen wurde im Rahmen der Salmonellendiagnostik ein Reagenzglas, in dem 9 ml Rappaport-Bouillon vorgelegt war, mit 1 ml Wasserprobe befüllt und anschließend ebenfalls bei 37 °C für 24 Stunden bebrütet. Am nächsten Tag wurde die Rappaport-Bouillon aufgeschüttelt und 100 µl der Flüssigkeit auf einem Rambach-Agar mittels Drygalski-Spatel ausgestrichen und ebenfalls für 24 Stunden bei 37 °C bebrütet. Nachfolgend wurde der Rambach-Agar auf verdächtig ausschauende, eindeutig rote bis kirschrote Kolonien hin untersucht. Waren diese vorhanden, so wurden Subkulturen der verdächtigen Kolonien auf Standard I-Agar und Rambach-Agar angelegt und bei 37 °C für 24 Stunden bebrütet. Die nächsten Schritte sind dem Abschnitt 3.3.1.4 zu entnehmen.

3.3.1.4 Weiterführende Salmonellendifferenzierung

Nach Kontrolle des Rambach-Agars auf Vorliegen einer Reinkultur wurde ein BBL Enterotube II der Firma Becton Dickinson GmbH, Franklin Lakes (USA) mit einer koloniebildenden Einheit des Standard I-Agars beimpft und für 24 Stunden bei 37 °C bebrütet. BBL Enterotubes II ermöglichen aufgrund verschiedener biochemischer Reaktionen die Identifizierung von Enterobacteriaceae. Im Falle eines positiven Salmonellen-BBL Enterotube II-Ergebnisses wurde erneut eine Subkultur der Salmonelle auf einem Rambach- und einem Standard I-Agar

angelegt und bei 37°C für 24 Stunden bebrütet. Eine einzelstehende KbE der Standard I-Agarplatte wurde nach Kontrolle der Rambach-Platte auf Reinkultur in ein Mikrobank-Kryoröhrchen der Firma Mast Diagnostica überführt und bei –80°C gelagert. Am Ende des Feldversuchs wurden alle Salmonellen, welche im Rahmen dieses Projekts gefunden wurden, zur weiteren Differenzierung mittels Serotypisierung und Lysotypie dem Robert Koch Institut, Wernigerode Branch, Nation Reference Centre for Salmonellae and other Enterics, Wernigerode (Deutschland), zugesandt.

3.3.2 Blutparameter Hämoglobin und Hämatokrit

3.3.2.1 Blutentnahme und Aufbereitung der Proben

Entenblut, welches im Rahmen der Probeschlichtungen im LfL durch die Durchtrennung der Venae jugulares angefallen ist, wurde in EDTA-Röhrchen aufgefangen und gekühlt bei 4°C nach München transportiert. Im Labor des Lehrstuhls für Tierschutz wurden umgehend Hämatokritwert und Hämoglobingehalt des Blutes bestimmt. Ein Teil des Blutes wurde parallel für die Immunglobulin Y-Bestimmung aufbereitet und eingefroren.

3.3.2.2 Hämatokrit-Messung

Der Hämatokritwert gibt den prozentualen Anteil der zellulären Bestandteile am Gesamtblut wieder (KRAFT, 2005). Die Hämatokritmessung im Rahmen dieser Dissertation erfolgte mittels physikalischer Methode. Hierzu wurde eine Hämatokrit-Kapillare ohne Gerinnungshemmer durch fast waagrechtes Halten, welches ein optimales Ausnutzen der Kapillarkräfte gewährleistet, in die mit EDTA versetzte Blutprobe zu circa drei Vierteln mit Blut gefüllt. Durch einen speziellen Kitt wurde dann die Unterseite der Kapillaren verschlossen und anschließend mit der offenen Seite nach innen in die Hettich-Zentrifuge Mikro 22R, eine Mikrohämatokritzentrifuge, für drei Minuten eingelegt. Die Zentrifuge wies folgende Einstellungen auf: Temperatur 20°C, RCF 6080 und Anlauf/Bremsstufen 9. Durch Anlegen des Röhrchens an eine spezielle Ableseschablone im Deckel des Hämatokritrotors konnte dann der Hämatokrit in Prozent abgelesen werden.

3.3.2.3 Hämoglobin-Messung

Hämoglobin ist ein Chromoprotein, welches im Körper am Transport von molekularem Sauerstoff und Kohlendioxid beteiligt ist, gleichzeitig dient es im Blut als Puffersubstanz. Es wird mittels der gängigen Cyanhämoglobinmethode bestimmt: Kaliumhexacyanoferrat (III) oxidiert das zweiwertige Eisen in Hämoglobin zu dreiwertigem Eisen. Das entstandene Hämoglobin

(Methämoglobin) bildet mit Cyanidionen einen stabilen Hämiglobincyanidkomplex, dessen Farbintensität bei 546nm bestimmt wird (WIESNER, 2000). Um diese Messung durchführen zu können, wurden für jede Blutprobe 2,5 ml einer kaliumcyanidhaltigen Hämoglobin-Reaktionslösung in ein Reagenzglas vorgelegt. In dieses wurden dann 10 µl Blut eingespült. Anschließend wurde das Reagenzglas mit einem Kunststoffdeckel verschlossen und mit einem Vortex-Gerät vermischt. Nach mindestens dreiminütiger Wartezeit wurde die Lösung erneut mit dem Vortex-Gerät vermischt und in eine Küvette überführt. Nun wurde ein Leerwert in dem Genesys 10 UV Scanning Thermo Fisher Scientific-Spectralfotometer bestimmt. Hierzu wurde der Wert einer Küvette, welche lediglich mit 2,5 ml Reaktionslösung befüllt war, bei einer Wellenlänge von 546 nm ermittelt. Im Anschluss wurden die Extinktionen der zu bestimmenden Proben ermittelt und zum Erhalt der Hämoglobinkonzentration in mmol/l mit dem Faktor 22,8 multipliziert.

3.3.3 Bestimmung von Immunglobulin Y im Entenblutplasma

Zum Nachweis von IgY im Plasma der Enten wurde ein Sandwich-ELISA nach der Methode von ERHARD et al. (1992) durchgeführt:

3.3.3.1 Verwendete ELISA-Reagenzien

Beschichtungspuffer:	Carbonatpuffer pH 9,6 3,11 g Natriumcarbonat 6,00 g Natriumhydrogencarbonat ad 1000 ml Aqua bidest.
Blocking-Lösung:	1 %ige Milchpulver-Lösung 200 mg Milchpulver 20 ml PBS
PBS:	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung pH 7,2 8,00 g Natriumchlorid 1,45 g Di-Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat 0,20 g Kaliumhydrogenphosphat 0,20 g Kaliumchlorid ad 1000 ml Aqua bidest.
PBS-Tween:	Waschpuffer PBS + 0,05 % Tween

	1000ml PBS
	500 µl Tween
Stopplösung:	1 mol Schwefelsäure 472 ml Aqua bidest. vorgelegt 28 ml 96 %ige Schwefelsäure
Substratlösung:	322 µl TMB-Stammlösung 10 ml TMB-Puffer 3 µl 30 %iges Wasserstoffperoxid
TMB-Stammlösung:	Tetramethylbenzidin-Lösung (TMB) 0,06 g Tetramethylbenzidin 10 ml Dimethylsulfoxid
TMB-Puffer:	0,1 mol/l Natriumacetat-Citat-Puffer (pH 5,0) 8,20 g Natriumacetat 3,15 g Citronensäure ad 1000 ml Aqua bidest.

3.3.3.2 Arbeitsschritte des Enten-IgY-Sandwich-ELISAs

Bei dem hier angewandten Sandwich ELISA (Enzym-Linked Immunosorbent Assay) in Anlehnung an KOTHLOW et al. (2005) wurde der Antikörper "Mouse-anti-duck-IgY-L-Kette14 A3" in der Konzentration von 1 µg/ml (Ursprung: Veterinärwissenschaftliches Department, Institut für Tierphysiologie, LMU München, Dr. Härtle; Herstellung: Lehrstuhl für Tierschutz) an eine 96-Loch-Mikrotiterplatte aus Polystyrol (Nunc GmbH, F 96 Maxisorb Microwell Plates, Roskilde, Dänemark) gebunden. Hierzu wurden 100 µl Beschichtungsreagenz in jede Vertiefung der Platte pipettiert und im Anschluss über Nacht bei 4 °C inkubiert. Am nächsten Tag folgte ein Waschvorgang. Dieser, wie auch die folgenden, beinhaltete ein zweimaliges Waschen der Platten mit PBS-Tween durch den mechanischen Washer: Tecan Deutschland GmbH, Modell: Columbus, Crailsheim. Für den zweiten Waschgang wurde die Platte um 180 Grad gedreht, um sicher zu sein, dass jede Vertiefung den Waschvorgang auch durchlaufen hat. Zur Entfernung von Flüssigkeitsresten wurde die Platte anschließend auf Zellstoff ausgeklopft. Um freie Bindungsstellen in den Kavitäten zu verhindern, wurden diese mit 1 %igem Milchpulver blockiert. Nach Inkubation der Platte bei 37 °C für eine Stunde erfolgte eine erneute Waschung. Anschließend wurden in die Reihe A, zwei bis zwölf der Mikrotiterplatte je 100 µl 1 : 20.000 verdünnte Plasmaproben, Standard und Pool pipettiert. Die Reihe A, eins wurde mit 50 µl PBS - Tween beschickt, da sie als Leerwert fungierte. Die genaue Belegung der Kavitäten ist der

Tabelle 14 zu entnehmen. In die Reihen B – H wurden 50 µl PBS-Tween vorgelegt. Jetzt folgte die Anlegung einer zweierlogarithmischen Verdünnungsreihe in den Spalten 2 – 12. In jeder Kavität befanden sich nun 50 µl Lösung. Nach einstündiger Inkubation bei 37 °C und einem erneuten Waschvorgang wurde jetzt 100 µl Konjugat "Rabbit-anti-duck-IgY-POD", 1 : 40.000 verdünnt (Hersteller: Acris Antibodies GmbH (DPC Biermann GmbH, Bad Nauheim) in jede Kavität pipettiert. Wiederum nach einstündiger Inkubation bei 37 °C erfolgte eine Waschung. Anschließend wurde 100 µl frisch angesetzte Substratlösung in jede der Kavitäten pipettiert. Im Anschluss erfolgte die Inkubation der Platte für exakt zehn Minuten bei Zimmertemperatur und Dunkelheit. In dieser Zeit wurde das Wasserstoffperoxid der Substratlösung durch die Peroxidase, welche sich in dem Konjugat befand, in Wasser und molekularen Sauerstoff gespalten. Dabei entstand eine Blaufärbung. Die Farbreaktion wurde mittels einmolarer Schwefelsäure gestoppt, wozu 50 µl Schwefelsäure in jede Kavität pipettiert wurde. Bedingt durch das Absinken des pH-Wertes erfolgte ein Farbumschlag der Lösungen von Blau nach Gelb. Die gelbe Farbintensität wurde durch den ELISA-Reader bei 450 nm ermittelt. Mithilfe des Computerprogramms Gen 5 (BioTek Instruments Inc., Winooski (USA)) konnte die Farbintensität in den jeweiligen IgY-Gehalt der Probe unter Berücksichtigung der Standardkurve umgerechnet werden.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Belegung	Blank	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Standard	Pool	Probe 5	Probe 6	Probe 7	Probe 8	Probe 9
A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
D	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
E	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
F	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
G	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
H	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Abb. 14: Belegung der 96-Loch-Mikrotiter-Platte (in den Spalten zwei bis zwölf erfolgt eine log-2-Verdünnung)

3.3.4 Knochenbruchfestigkeit

Nach ausreichender Auskühlung der Schlachtkörper wurden bei allen Tieren beide Oberschenkelknochen (Femura) und Unterschenkelknochen (Tibiotarsi) ausgelöst. Die Knochen wurden dann vorsichtig von umgebendem Muskel- und Sehnengewebe befreit, mit 0,9%iger Kochsalzlösung getränktem Zellstoff umwickelt und zusammen mit der Nummer des geschlachteten Tieres in Plastiktüten eingetütet. Nach einem gekühlten Transport (4 °C) der Knochen nach München wurden diese bei –20 °C eingefroren. Die weiterführenden Untersuchungen erfolgten innerhalb eines Zeitfensters von 62 – 67 Tagen, nachdem sie über einen Zeitraum von 36 Stunden bei 5 °C schonend aufgetaut worden waren.

3.3.4.1 Breite, Höhe und Länge der Knochen

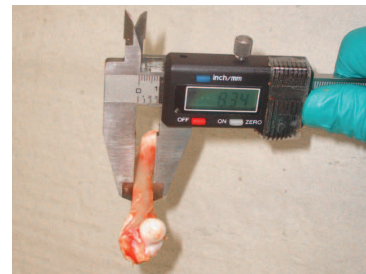
Vor Feststellung der Breite, Höhe und Länge der Femura und Tibiotarsi mithilfe einer digitalen Schieblehre wurden die Knochen dem jeweiligen Tier und ihrer ursprünglichen Körperseite zugeordnet. Zur Bestimmung der Femurlänge wurde die Schieblehre am höchsten Punkt des Caput femoris, der sich in der Nähe der Fovea ligamenti befindet, und am Condylus medialis angesetzt. Die Messung der Länge des Tibiotarsus erfolgte von dem höchsten Punkt der Facies articularis medialis bis an die scharfe Kante des Epicondylus medialis. Breite und Höhe der Knochen wurden in der Mitte des Corpus femoris beziehungsweise des Corpus tibiotarsus auf Höhe der späteren Sollbruchstelle ermittelt. Die Breite entsprach dem lateromedialen Durchmesser, die Höhe hingegen dem kraniokaudalen Durchmesser des jeweiligen Knochens. Konnten einige Parameter nicht ermittelt werden, zum Beispiel die Länge eines Femurs aufgrund eines abgerissenen Caput femoris, so wurde dies entsprechend vermerkt.



Vermessung der Länge



Vermessung der Breite



Vermessung der Höhe

Abb. 15: Vermessung Femur

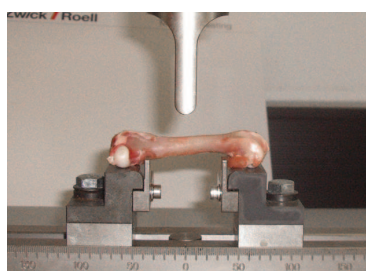
3.3.4.2 Knochenbruchfestigkeit und Dehnung

Im Anschluss an die Vermessung erfolgte die Ermittlung der Bruchfestigkeit und der Dehnung der Knochen durch die Drei-Punkt-Biegevorrichtung der Materialprüfmaschine "Z005" (DO-FB 005 TS, Baujahr 2004, Firma Zwick/Roell, Ulm (Deutschland)). Hierzu wurden Femur und Tibiotarsus aus der Perspektive des Untersuchers so auf zwei Auflager gelegt, dass die Extremitas proximalis eines Knochens in die Richtung schaute, deren Körperseite dem Knochen entsprach. Das Caput femoris bzw. die Facies articularis medialis schauten somit den Untersucher an und die kraniale Fläche des Knochens lag oben auf. Die Position der Knochen auf den Auflageflächen wurde so gewählt, um Stabilität zu gewährleisten und sicherzustellen, dass der Knochen bei Druck von oben, bedingt durch die Biegefinne, nicht abrutschte. Für das Brechen der Entenfemura und -tibiotarsi wurde im Rahmen des Feldversuchs eine jeweils eigene Prüfvorschrift entwickelt, welche der Tabelle 30 entnommen werden kann. Die Darstellung und Auswertung der Bruchfestigkeit erfolgten durch die Prüfsoftware "testXpert", die ein

Ereignisprotokoll erstellte, in dem die maximal notwendige Kraft (F_{max}) in Newton und die Dehnung bis zum Bruch in mm angegeben wurden.

Tab. 30: Zentrale Prüfvorschrift für Femur und Tibiotarsus

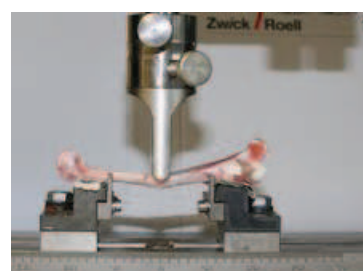
	Prüfvorschrift Femur	Prüfvorschrift Tibiotarsus
Einspannlänge	40 mm	40 mm
LE-Geschwindigkeit	500 mm/min	500 mm/min
Vorkraft	5 N	5 N
Vorkraft-Geschwindigkeit	100 mm/min	100 mm/min
Prüfgeschwindigkeit	60 mm/min	80 mm/min
Kraftabschaltsschwelle	80 % F_{max}	80 % F_{max}
K. F. Bruchuntersuchung	10 N	10 N
Obere Kraftgrenze	5.000 N	5.000 N
Dehnung	8 mm	20 mm
Abstand der Auflager	50 – 50 mm	80 – 80 mm



Entenfemur



Maschine



Ententibiotarsus

Abb. 16: Knochenbruchfestigkeitsuntersuchungen (mittels der Materialprüfmaschine "Z005" der Firma Zwick/Roell)

3.4 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung erfolgte durch die Programmpakete Microsoft[®] Excel[®] für Mac Excel 2010, PASW Statistics 18.0 und R. Sie wurde durch das Statistische Beratungslabor (Stab-Lab) der Ludwig-Maximilians-Universität München und das Steinbeis-Forschungszentrum ancoreStatistics (www.ancore-statistics.de) unterstützt. Letzteres führte die Auswertung der Bonitur mithilfe des Computerprogramms R (R Development Core Team, 2010) in der Version 2.11.1. durch. Als statistisch signifikant wurden diejenigen Ergebnisse angesehen, deren p -Wert kleiner als das Signifikanzniveau von 0,05 waren. Es fand keine weitere Differenzierung in die Signifikanzniveaus 0,001 oder 0,01 statt (FAHRMEIR et al., 2007b). Um Zusammenhänge zwischen den Variablen herzustellen, wurden neben dem t-Test für unabhängige Stichproben häufig mathematische Modelle verwendet. Sie messen Zusammenhänge simultan, führen

zu einem besseren Verständnis der Zusammenhänge und ermöglichen Vorhersagen oder Entscheidungsprozesse. Es gilt zu beachten, dass es sich hierbei nicht um deterministische, d. h. vollständig reproduzierbare, sondern um stochastische Zusammenhänge handelt, in welchen es eine Zufallskomponente zu berücksichtigen gilt (SACHS und HEDDERICH, 2009).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden als mathematische Modelle zum einen das multiple lineare Regressionsmodell, zum anderen das logistische Regressionsmodell verwendet. In beiden Modellen führt das Fehlen eines Wertes einer Einfluss- oder Zielgröße bei einer Beobachtung zum Ausschluss dieser Beobachtung. So kann es sein, dass sich die Gesamtanzahl an Beobachtungen nicht mit der Anzahl an verwendeten Beobachtungen in der Analyse deckt.

3.4.1 Multiples lineares Regressionsmodell

Für das Standardmodell gilt nach FAHRMEIR et al. (2007b):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \epsilon_i, i = 1, \dots, n.$$

- Y_1, \dots, Y_n Beobachtungen der metrischen Zufallsvariable Y
- x_{1j}, \dots, x_{nj} deterministische Werte der Variable X_j oder Realisierungen von Zufallsvariablen X_j ,
- $\epsilon_1, \dots, \epsilon_n$ unbeobachtete Realisierungen der Zufallsvariablen ϵ , die unabhängig und identisch verteilt sind mit $E_{\epsilon_i} = 0$ und $Var(\epsilon_i) = \sigma^2$.

Die Regressionskoeffizienten β_0, \dots, β_p und die Fehlervarianz σ^2 sind aus den Daten $y_i, x_{i1}, \dots, x_{ip}$, $i = 1, \dots, n$ zu schätzen.

Das Bestimmtheitsmaß R^2 dient als einfache Maßzahl zur Beurteilung der Güte eines Regressionsmodells ($0 \leq R^2 \leq 1$).

Das multiple lineare Regressionsmodell wurde für die ermittelten Gesamtkeimzahlen und Enterobacteriaceae-Anzahlen sowie die Staub- und Ammoniakwerte angewandt. Um jedoch eine bessere Approximation an die Normalverteilung zu erzielen und keinerlei Auffälligkeiten innerhalb des Streudiagramms der Residuen gegen die gefitteten Werte zu erzielen, erfolgte eine logarithmische Transformation der Keimzahlen bzw. der Ammoniak- und Staubwerte.

3.4.1.1 Regressionsmodell für Gesamtkeimzahl und Keimzahl an Enterobacteriaceae

Nachfolgend wird nur das Regressionsmodell für die Gesamtkeimzahl dargestellt. Es gilt analog für die Keimzahl an Enterobacteriaceae. Für letzteres Modell mussten jedoch, um eine Normalverteilung erzielen zu können, die ermittelten Keimzahlen um den Wert 1 addiert werden. So entstand die Funktion $\ln(1 + \text{Enterobacteriaceae})$.

$$\ln(\text{Gesamtkeimzahl}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Probenart} + \beta_2 \text{Tagestemperatur, zentriert} + \beta_3 \text{Tagesfeuchte, zentriert} + \beta_4 \text{Probenart} * \text{Tagestemperatur, zentriert} + \beta_5 \text{Probenart} * \text{Tagesfeuchte, zentriert}$$

Die festen, kategorialen Faktoren (Regressoren) werden in den Modellen wie in der nachfolgenden Tabelle 31 definiert. Die metrischen Größen Tagestemperatur und Tagesfeuchtigkeit wurden zentriert, d. h. von ihnen wurde der jeweilige Mittelwert abgezogen.

Tab. 31: Definition der festen Faktoren des Gesamtkeimzahlregressionsmodells

Fester Faktor	1	2	3	Referenz-kategorie
Probenart	Nippeltränken	Auffangschalen	Rundtränken	Nippeltränken
Tagestemperatur, zentriert	-	-	-	16,63 °C
Tagesfeuchte, zentriert	-	-	-	89 %

3.4.1.2 Regressionsmodell für Ammoniak- und Staubwerte

Das nachfolgende Staubmodell gilt analog für das Regressionsmodell der Ammoniakwerte. Es wurde für jeden Betrieb einzeln erstellt, um die individuellen baulichen Gegebenheiten eines jeden Stalls zu berücksichtigen. Auch hier erfolgte eine Transformation der Staub- und Ammoniakwerte, sie wurden um 1 addiert und anschließend logarithmiert.

$$\ln(1 + \text{Staub}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Besuchsart} + \beta_2 \text{Stallseite, längs} + \beta_3 \text{Einstreu} + \beta_4 \text{Besuchsart} * \text{Stallseite} + \beta_5 \text{Tagestemperatur, zentriert} + \beta_6 \text{Tagesfeuchte, zentriert}$$

Die festen, kategorialen Faktoren (Regressoren) werden wie in der nachfolgenden Tabelle 32 definiert. Die Mittelwerte der metrischen Einflussgrößen schwanken von Betrieb zu Betrieb und werden daher zu jedem einzelnen Regressionsmodell extra angegeben.

Tab. 32: Definition der festen Faktoren der betriebsabhängigen Staub- und Ammoniakregressionsmodelle (* Je nach Betrieb unterschiedlich)

Fester Faktor	1	2	3	4	Referenz- kategorie
β_1 Besuchsart	K, 1. ZF	K, 2. ZF	V, 1. ZF	Versuch, 2. ZF	K, 1. ZF
β_2 Stallseite, längs	NT-Seite	RT-Seite	-	-	NT-Seite
β_3 Einstreu	Weizen	k. g. A.	Gerste	Dinkelspelz	Weizen
β_5 Tagestemperatur, z	-	-	-	-	*
β_6 Tagesfeuchte, z	-	-	-	-	*

Die approximative multiplikative Beziehung, welche für die Interpretation wichtig ist, erhält man durch die Exponentiation:

$$(1 + \text{Staub}) \approx \exp(\beta_0) \cdot \exp(\beta_1 \text{Besuchsart}) \cdot \exp(\beta_2 \text{Stallseite, längs}) \cdot \exp(\beta_3 \text{Einstreu}) \\ \cdot \exp(\beta_4 \text{Besuchsart} * \text{Stallseite}) \cdot \exp(\beta_5 \text{Tagestemperatur, zentriert}) \\ \cdot \exp(\beta_6 \text{Tagesfeuchte, zentriert})$$

3.4.1.3 Regressionsmodelle für die bei der Schlachtung erzielten Daten

3.4.1.3.1 Schlachtwerte

Für die voneinander abhängigen Variablen Lebendgewicht, Schlachtgewicht, Gewicht Brust, Gewicht Schenkelpaar und Gewicht Rest (setzt sich zusammen aus Karkasse mit Hals, Abdominalfett, Haut, Brust, Flügelpaar, Leber, Herz und Muskelmagen) wurde jeweils ein eigenes multiples lineares Regressionsmodell mit den Parametern Betrieb (Betrieb 1, Betrieb 2 und Betrieb 3), Geschlecht (männlich, weiblich), Besuchsart (Kontrolle, Versuch) und den Wechselwirkungen Betrieb * Besuchsart und Betrieb * Besuchsart * Geschlecht erstellt. Um den multivariaten Zusammenhang der univariaten Zielgrößen zu berücksichtigen, wurden diese gleichzeitig in einem multivariaten Regressionsmodell berechnet. Für jeden Schlachtparameter gilt jeweils die nachfolgende Regressionsgleichung:

$$\text{Lebendgewicht} = \beta_0 + \beta_1 \text{Betrieb} + \beta_2 \text{Geschlecht} + \beta_3 \text{Besuchsart} \\ + \beta_4 \text{Betrieb} * \text{Besuchsart} + \beta_5 \text{Betrieb} * \text{Besuchsart} * \text{Geschlecht}$$

Da keine Logarithmierung der Schlachtwerte erfolgte, entfällt die anschließende Exponentiation der Werte, wie sie in den obigen Modellen durchgeführt wurde.

3.4.1.3.2 Blutwerte und Knochenparameter

Die Modellwahl für diese bei der Schlachtung erzielten Daten erfolgte analog zu dem multivariaten multiplen linearen Regressionsmodell der Schlachtwerte. In das multivariate Regressionsmodell der Blutwerte wurden die Hämoglobin- und der Hämatokritwerte als feste Faktoren aufgenommen. Für die Auswertung der IgY-Werte entschied man sich für ein univariates Regressionsmodell. Für dieses Modell musste, um eine Normalverteilung der IgY-Werte zu erreichen, ein Ausreißer-IgY-Wert in Höhe von 82 mg/ml (männliches Versuchstier, Betrieb 3) ausgeschlossen werden. Das Regressionsmodell für die Knochenparameter wurde nochmals in sich in ein Oberschenkel- und ein Unterschenkelmodell differenziert.

3.4.2 Logistische Regression

Laut BÜHL (2006) wird über die binäre logistische Regression eine dichotome Variable, bei welcher es sich in der Regel um ein Ereignis handelt, welches eintreten kann oder nicht, in Abhängigkeit von einer anderen unabhängigen Variablen untersucht. Diese Abhängigkeit wird in Form der Wahrscheinlichkeit berechnet.

Die logistische Regression, auch Logit-Modell genannt, wird wie folgt definiert (FAHRMEIR et al., 2007a):

- Zielgröße: Die Beobachtungen $Y_i \in \{0, 1\}$ sind binär und $B(1, \pi_i)$ verteilt
- Erwartungswert: $E(Y_i) = P(Y_i = 1) = \pi_i = \frac{\exp(\eta_i^{lin})}{1 + \exp(\eta_i^{lin})}$
- linearer Prädiktor: $\eta_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} = \eta_i^{lin}$

Nach BENDER et al. (2002) kann das binäre Messniveau der Zielvariablen auch durch eine Linearkombination ($\beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$) ersetzt werden.

3.4.2.1 Binäre logistische Regression

Die Boniturmerkmale Hyperkeratose und Ulcus corneae wurden über die binäre logistische Regression statistisch ausgewertet. Bezeichnet $\text{logit}^{-1}(x)$ die Funktion $\frac{1}{1 + \exp(-x)}$, so kann das Modell der Hyperkeratose wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{aligned} P(\text{Hyperkeratose} = 1 \mid \cdot) = & \text{logit}^{-1}(\beta_0 + \beta_1 \text{Betrieb} + \beta_2 \text{Besuchsart} + \beta_3 \text{Zeitfenster} \\ & + \beta_4 \text{Stallseite, längs} + \beta_5 \text{Besuchsart} * \text{Stallseite, längs} \\ & + \beta_6 \text{Zeitfenster} * \text{Betrieb} + \beta_7 \text{Stallseite, längs} * \text{Betrieb} \\ & + \beta_8 \text{Ammoniak, zentriert} + \beta_9 \text{Staub, zentriert} \\ & + \beta_{10} \text{Ammoniak, zentriert} * \text{Betrieb} + \beta_{11} \text{Staub, zentriert} * \text{Betrieb} \end{aligned}$$

Über das Einsetzen der Prädiktoren in das Modell kann die Wahrscheinlichkeit des Boniturmerkmals Hyperkeratose (Paddel mit Hyperkeratose = 1) berechnet werden. Die festen Faktoren des Modells sind der Tabelle 33 zu entnehmen. Die metrischen Einflussgrößen Ammoniak und Staub wurden für jeden Besuch stallseitenabhängig er- und gemittelt. Das Modell Ulcus corneae variiert geringgradig von diesem Modell. Der durchschnittliche Ammoniak- und Staubgehalt nehmen jeweils einen anderen Wert an (Ammoniak: 6,74 ppm; Staub: 0,82 mg/m³). Der Grund hierfür liegt in der unterschiedlichen Anzahl an Beobachtungen. Gleichzeitig wurden die Wechselwirkungen, welche keinen signifikanten Effekt aufwiesen, wieder aus dem Modell herausgenommen.

Tab. 33: Definition der festen Faktoren des Ulcus corneae-Modells

Feste Faktoren	1	2	3	Referenz-kategorie
β_1 Betrieb	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 1
β_2 Besuchsart	Kontrolle	Versuch	-	Kontrolle
β_3 Zeitfenster	1. ZF	2. ZF	-	1. ZF
β_4 Stallseite, längs	NT-Seite	RT-Seite	-	NT-Seite
β_8 Ammoniak, z	-	-	-	6,79 ppm
β_9 Staub, z	-	-	-	0,82 mg/m ³

3.4.3 Das kumulative Regressionsmodell

Die Auswertung der Boniturmerkmale Nekrose der Paddel, Augenumgebung und Augenentzündung erfolgte über das kumulative Regressionsmodell. Nachfolgend wird lediglich das Modell für die Nekrose der Paddel erläutert. Die Modellierung der Augenumgebung und Augenentzündung erfolgte analog. Die Modelle beschränken sich jedoch auf die Dreifachwechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Staub/Ammoniak, zentriert. Die Einflussfaktoren Besuchsart, Zeitfenster und Stallseite, längs werden in der Dissertation HARNISCH (2012) untersucht.

Ausgehend von der ordinalen Zielgröße Nekrose der Paddel (=Y) mit den vier Kategorien $k =$

- 0 = keine Nekrose der Paddel
- 1 = leichte Nekrose der Paddel
- 2 = mittelgradige Nekrose der Paddel
- 3 = hochgradige Nekrose der Paddel

modelliert das kumulative logit-Modell nach FAHRMEIR et al. (2007a) die logarithmierte Chance für $Y_i \leq r$ ($r \in \{1, \dots, K\}$) im Gegensatz zu $Y_i > r$ in Abhängigkeit der Einflussgrößen x_i

wie folgt:

$$\log \frac{P(Y_i \leq r | x_i)}{P(Y_i > r | x_i)} = \theta_r - x_i' \beta$$

Ein negatives β in dieser Formulierung führt zu einem positiven Effekt der Einflussgrößen auf die kumulierten Chancen, ein positives β hingegen zu einem negativen Effekt auf die kumulierten Chancen. Nehmen alle Prädiktoren in x_i den Wert Null an, so reduziert sich die Interpretation auf die Schwellenwerte θ_{1-3} .

4 Ergebnisse

4.1 Mikrobiologische Untersuchungen des Tränkwassers

4.1.1 Gesamtüberblick

Die nachfolgende Tabelle 34 gibt einen Überblick über die ermittelten mikrobiologischen Werte der Tränkwasseruntersuchungen. Die festgestellte Gesamtkeimzahl an KbE/ml schwankt sowohl von Tränkeform zu Tränkeform als auch von Betrieb zu Betrieb. Während der Mittelwert \pm SEM der Nippeltränken von Betrieb 1 (13.210 ± 2.891 KbE/ml) dem von Betrieb 3 nahezu gleich (13.536 ± 3.298 KbE/ml), liegt der Mittelwert \pm SEM der Nippeltränken von Betrieb 2 deutlich niedriger (6.013 ± 1.188 KbE/ml). Bei den Mittelwerten der Rundtränken verhält es sich anders. Hier ähneln sich die Mittelwerte \pm SEM von Betrieb 2 ($4.686.667 \pm 1.691.069$ KbE/ml) und Betrieb 3 ($4.957.211 \pm 2.018.201$ KbE/ml). Betrieb 1 hingegen liegt mit einer Keimzahl von $2.467.314 \pm 409.648$ KbE/ml (MW \pm SEM) deutlich darunter. Betrieb 1 verfügt zusätzlich noch über Auffangschalen unter den Nippeltränken. In diesen wurde die höchste Keimbelastung gemessen (MW \pm SEM: $5.174.412 \pm 654.137$ KbE/ml, Max.: $27.900.000$ KbE/ml). Betrieb 3 wurde anstatt mit Trinkwasser über Brunnenwasser versorgt. Es entsprach nach eigenen Qualitätsprüfungen ebenfalls Trinkwasserqualität (MW \pm SEM: 8 ± 7 KbE/ml).

Hinsichtlich der Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml sind ebenfalls Schwankungen zu beobachten. Bei den Nippeltränken sind sie innerhalb des ersten Betriebs mit einem Mittelwert \pm SEM von 29 ± 9 KbE/ml am geringsten. Die Keimgehalte von Betrieb 2 (MW \pm SEM: 163 ± 55 KbE/ml) und 3 (MW \pm SEM: 105 ± 53 KbE/ml) liegen deutlich höher. Bei der Anzahl von Enterobacteriaceae in den Rundtränken verhält es sich nicht so. Hier ist in Betrieb 1 der mittlere Keimgehalt (\pm SEM) mit 22.143 ± 5.064 KbE/ml am höchsten. Betrieb 2 (MW \pm SEM: 10.948 ± 1.827 KbE/ml) und Betrieb 3 (MW \pm SEM: 11.177 ± 4.234 KbE/ml) liegen um etwa die Hälfte niedriger. Mit 47.300 ± 11.057 KbE/ml ist der mittlere Gehalt (\pm SEM) an Enterobacteriaceae in den Auffangschalen am höchsten. Hinsichtlich der Anzahl an Enterobacteriaceae (MW \pm SEM: 0 KbE/ml) erfüllte das Brunnenwasser von Betrieb 3 ebenfalls Trinkwasserqualität.

Tab. 34: Gesamtübersicht über die Gesamtkeimzahl und die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml von allen Tränkeformen in den Versuchsbetrieben (NT = Nippeltränke; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränke; n = Anzahl an Proben; die Rundtränkeprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen)

	Betrieb 1			Betrieb 2			Betrieb 3		
	NT	AS	RT	NT	RT	Brunnen	NT	RT	
Gesamt- keimzahl	n	62	62	15	75	10	6	89	15
MW	13.209	5.174.411	2.467.313	6.012	4.686.666	8	13.536	4.957.211	
SEM	2.891	564.137	409.647	1.187	1.691.069	6	3.298	2.018.201	
Median	7.050	3.750.000	1.950.625	3.900	2.680.000	0	7.450	1.777.500	
SD	22.764	4.442.019	1.586.559	10.285	5.347.630	16	31.115	7.816.460	
Min.	500	900.000	506.625	200	496.667	0	75	372.750	
Max.	170.000	27.900.000	5.933.333	85.000	16.750.000	40	260.000	25.525.000	
Anzahl an Entero- bacteria- ceae	n	42	44	11	79	10	4	66	12
MW	29	47.300	22.142	163	10.947	0	105	11.176	
SEM	9	11.057	5.064	54	1.826	0	53	4.233	
Median	10	26.500	20.125	10	11.468	0	20	5.212	
SD	60	73.344	16.796	485	5.777	0	433	14.665	
Min.	0	0	1.293	0	1.800	0	0	849	
Max.	310	430.000	58.000	3.000	20.325	0	3.500	51.000	

4.1.2 Gesamtkeimzahl in KbE/ml

4.1.2.1 Statistische Untersuchungen

4.1.2.1.1 Die verschiedenen Tränkevarianten im Vergleich

Die mittleren Gesamtkeimzahlen in KbE/ml in den Rundtränken lag in allen Versuchsbetrieben signifikant höher als die in den Nippeltränken. Betrieb 1 verfügt über zusätzliche Auffangschalen unter den Nippeltränken. In ihnen konnte, insgesamt gesehen, die höchste mittlere Gesamtkeimzahl ermittelt werden. Sie lag sowohl signifikant über der Gesamtkeimzahl der Nippeltränken als auch über der der Rundtränken (siehe Tabelle 35).

Tab. 35: Verschiedene Tränkevarianten im Vergleich (Betrieb 1: n = 62 NT, n = 62 AS; n = 15 RT; Betrieb 2: n = 75 NT; n = 10 RT; Betrieb 3: n= 89 NT; n = 15 RT; NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränken; um eine bessere Approximation an die Normalverteilung (= Voraussetzung für den t-Test) zu erhalten, wurden die Gesamtkeimzahlenwerte vor der Mittelwertbildung logarithmiert; detaillierte Angabe der Mittelwerte erfolgt im Anhang in Tabelle 85; t-Test für unabhängige Stichproben)

	Signifikanz		
	NT vs. RT	NT vs. AS	AS vs. RT
Betrieb 1	< 0,001	< 0,001	0,001
Betrieb 2	< 0,001	-	-
Betrieb 3	< 0,001	-	-

4.1.2.1.2 Einfluss des Zeitfensters auf die Gesamtkeimzahl in KbE/ml

Das Zeitfenster hatte lediglich in Betrieb 2 einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtkeimzahl der Nippeltränken. Sie stieg im zweiten Zeitfenster an. Weder bei den Wasserangeboten in Form von Auffangschalen noch in Form von Rundtränken machte sich ein Einfluss des Zeitfensters bemerkbar (siehe Tabelle 36).

Tab. 36: Einfluss des Zeitfensters auf die Gesamtkeimzahl (Betrieb 1: n = 62 NT, n = 62 AS; n = 15 RT; Betrieb 2: n = 75 NT; n = 10 RT; Betrieb 3: n= 89 NT; n = 15 RT; NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränken; um eine bessere Approximation an die Normalverteilung (= Voraussetzung für den t-Test) zu erhalten, wurden die Gesamtkeimzahlenwerte vor der Mittelwertbildung logarithmiert; detaillierte Angabe der Mittelwerte erfolgt im Anhang in Tabelle 86; t-Test für unabhängige Stichproben)

	Signifikanz		
	NT	AS	RT
Betrieb 1	0,619	0,349	0,552
Betrieb 2	0,003	-	0,675
Betrieb 3	0,824	-	0,741

4.1.2.1.3 Einfluss der Tagestemperatur und -luftfeuchte auf die Gesamtkeimzahl in KbE/ml

Die Auswertung der Tagestemperatur und -luftfeuchte erfolgte mittels eines Regressionsmodells (siehe Tabelle 37) Eine signifikante Wirkung beider Parameter auf die Gesamtkeimzahl konnte nicht festgestellt werden. Die Wechselwirkungen Probenart * Tagestemperatur, zentriert und Probenart * Tagesfeuchte, zentriert innerhalb des multiplen linearen Regressionsmodells sind nicht signifikant.

Tab. 37: Multiples lineares Regressionsmodell ln(Gesamtkeimzahl) (Anzahl n = 308; $R^2 = 0,874$ (korrigiertes $R^2 = 0,870$); MW Tagestemperatur: 17,78 °C ; MW Tagesluftfeuchte: 87,71 %; der Parameter Probenart umfasst die Tränken: Nippeltränke, Auffangschalen und Rundtränken)

Parameter	Signifikanz
Probenart	< 0,001
Tagestemperatur, zentriert	0,954
Tagesfeuchte, zentriert	0,995
Probenart * Tagestemperatur, zentriert	0,288
Probenart * Tagesfeuchte, zentriert	0,776

4.1.2.2 Betriebs- und durchgangsabhängige Darstellung der ermittelten Gesamtkeimzahlen in KbE/ml

Die nachfolgenden Diagramme, differenziert nach Betrieb und Durchgang, geben Auskunft über die detaillierte Gesamtkeimzahl in KbE/ml.

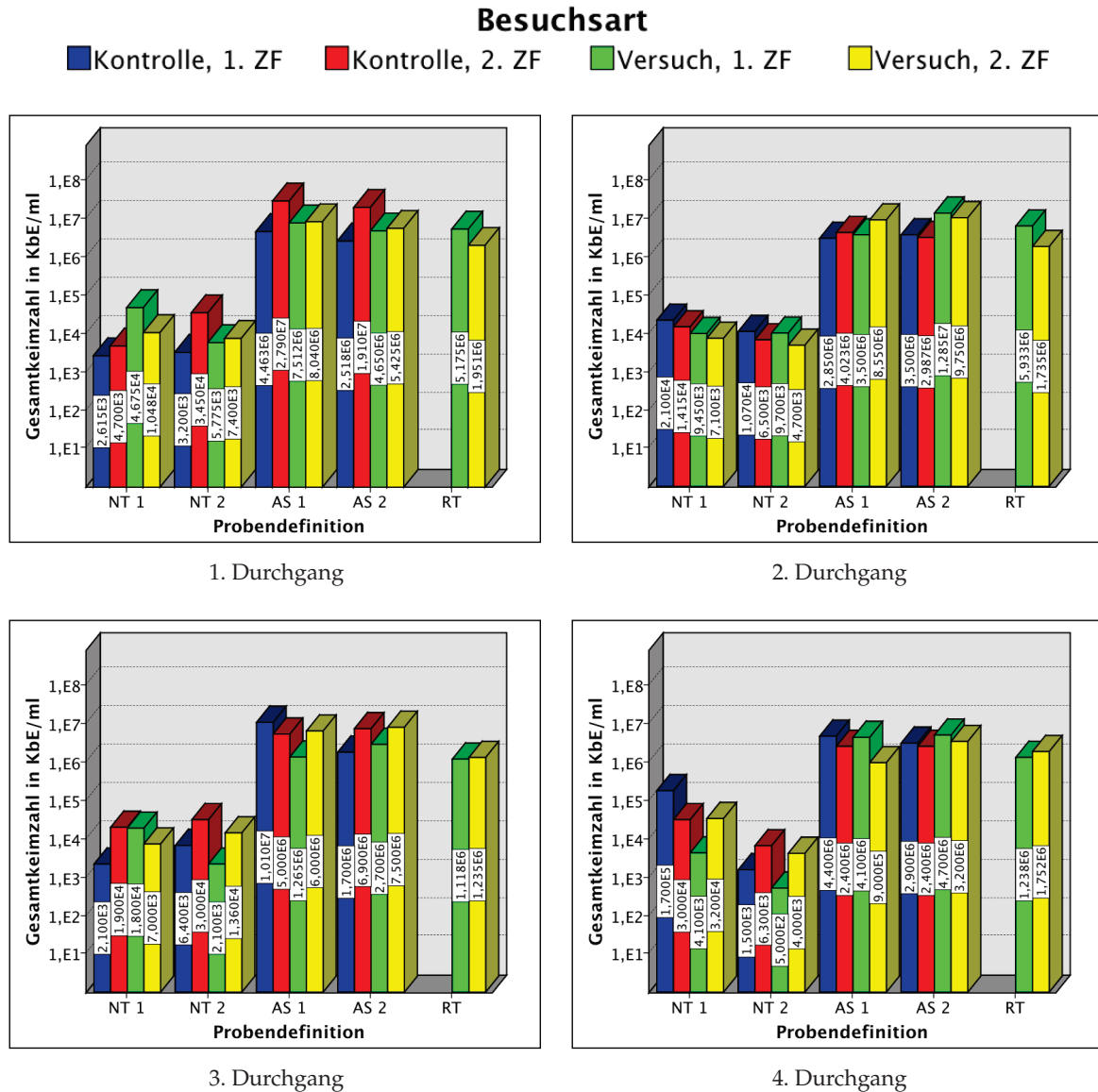
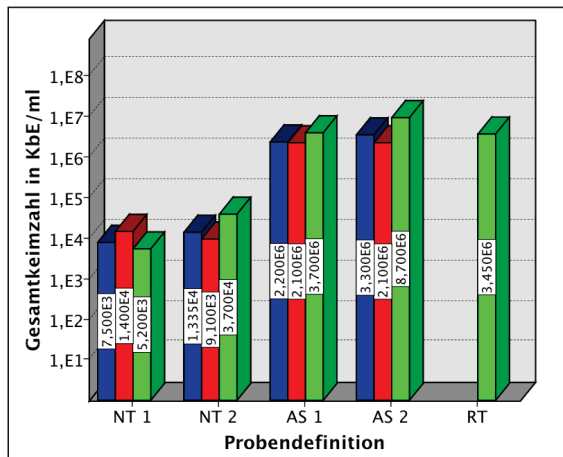


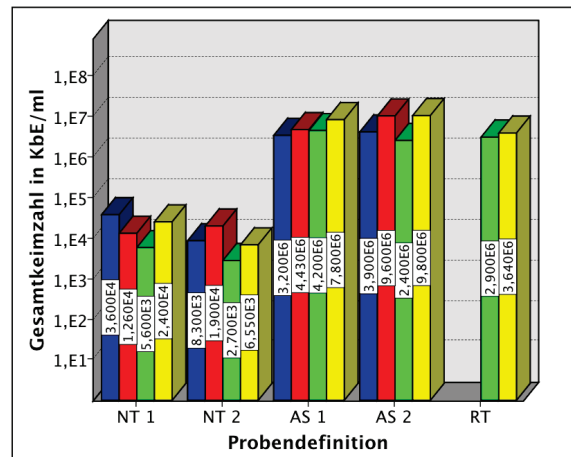
Abb. 17: Betrieb 1: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich jeweils aus vier Einzelproben zusammen; im 5. Durchgang, Versuch, 2. ZF konnte aufgrund verfrühter Ausstallung kein Besuch und somit keine Probenerhebung erfolgen)

Besuchsart

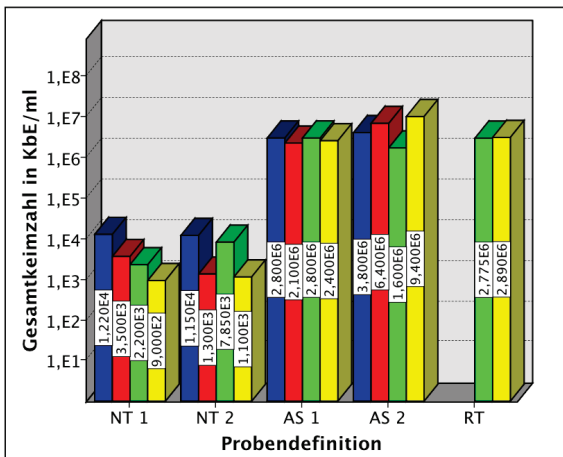
■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



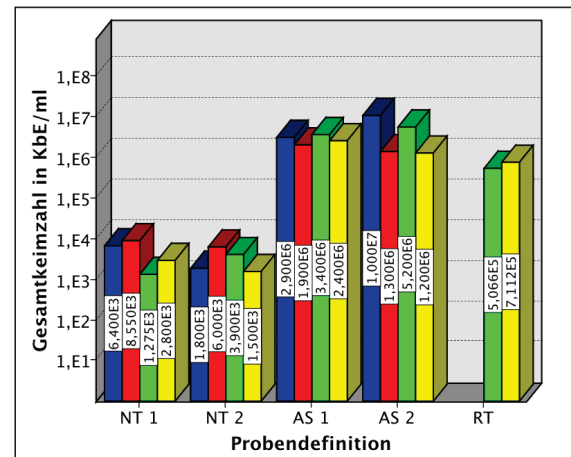
5. Durchgang



6. Durchgang



7. Durchgang

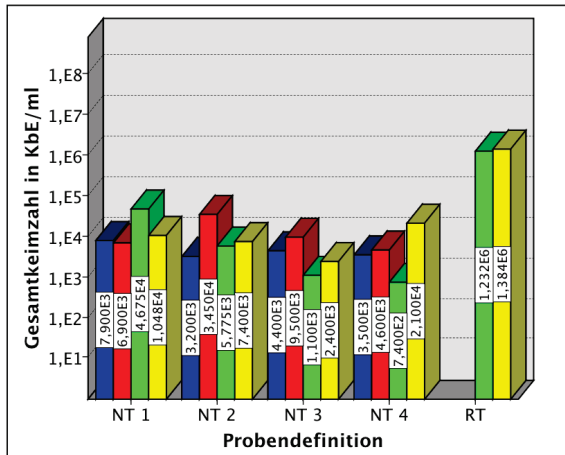


8. Durchgang

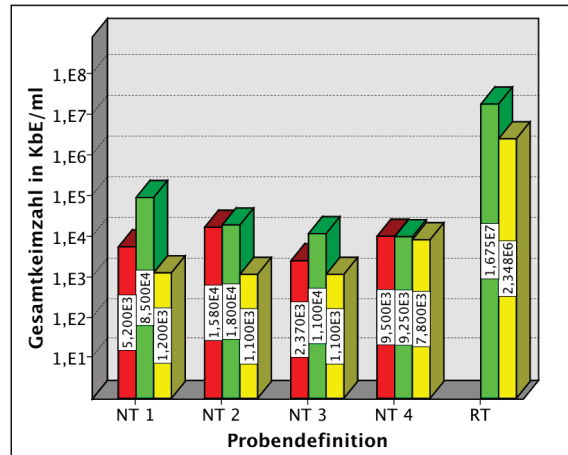
Abb. 17: Fortsetzung: Betrieb 1: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KBE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich jeweils aus vier Einzelproben zusammen; im 5. Durchgang, Versuch, 2. ZF konnte aufgrund verfrühter Ausstattung kein Besuch und somit keine Probenerhebung erfolgen)

Besuchsart

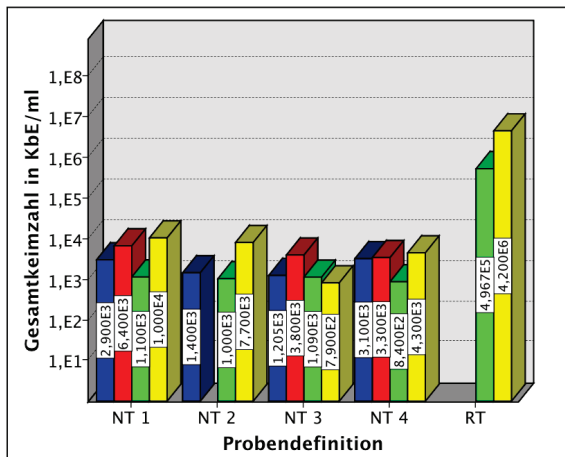
■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



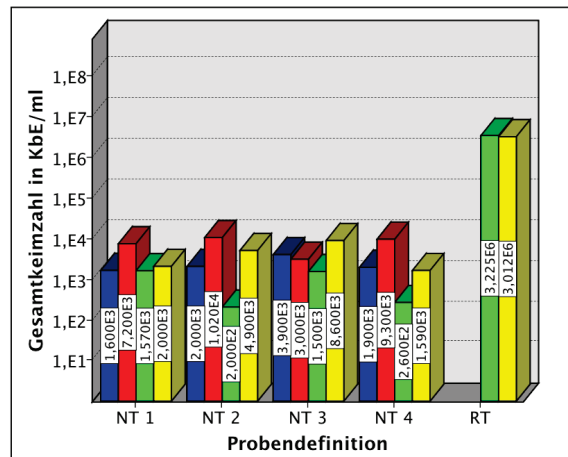
1. Durchgang



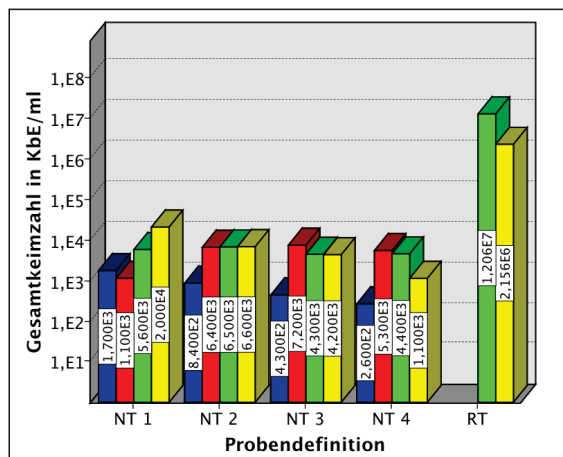
2. Durchgang



3. Durchgang



4. Durchgang

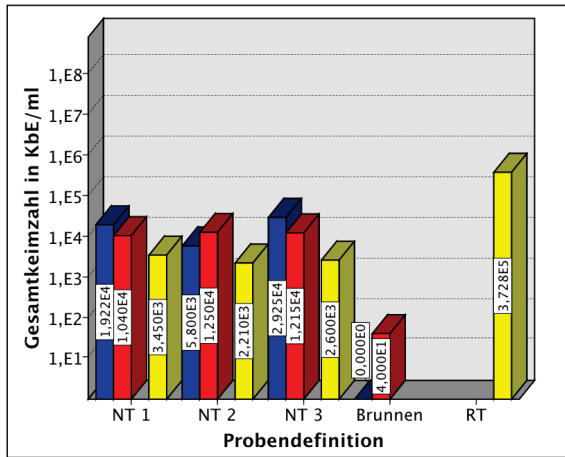


5. Durchgang

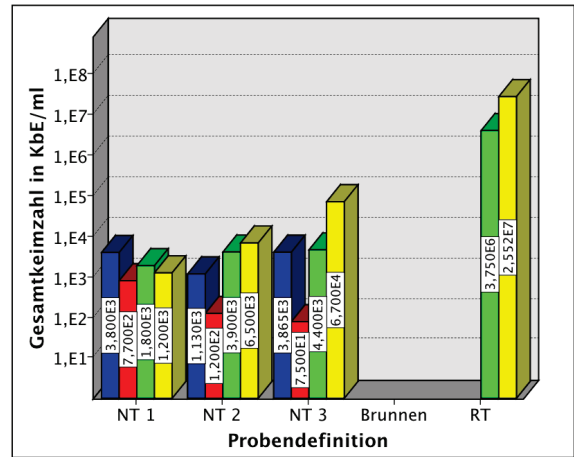
Abb. 18: Betrieb 2: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen; im 2. Durchgang, Kontrolle, 1. ZF: Platten kontaminiert, daher keine Keimzahlermittlung möglich; im 3. Durchgang, Kontrolle, 2. ZF war Nippelstrang 2 defekt)

Besuchsart

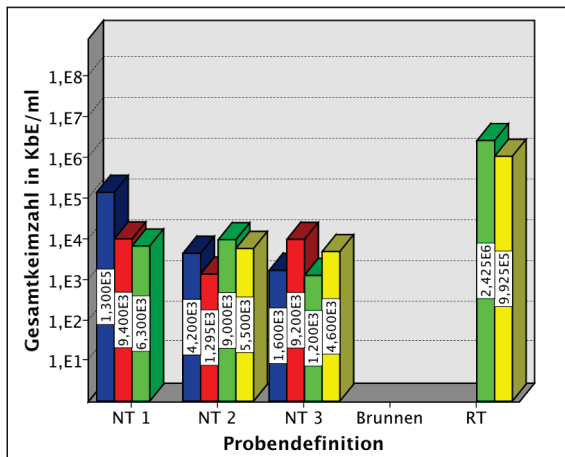
■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



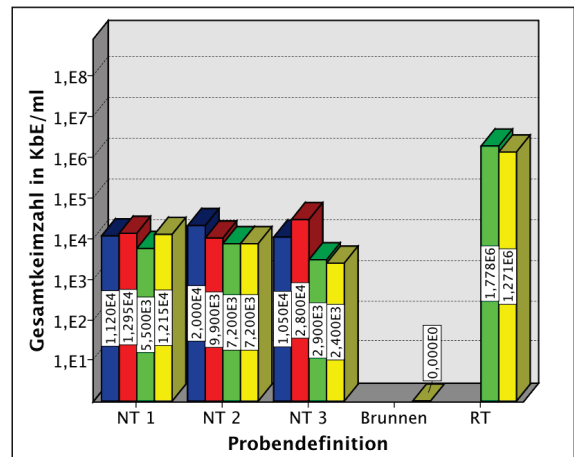
1. Durchgang



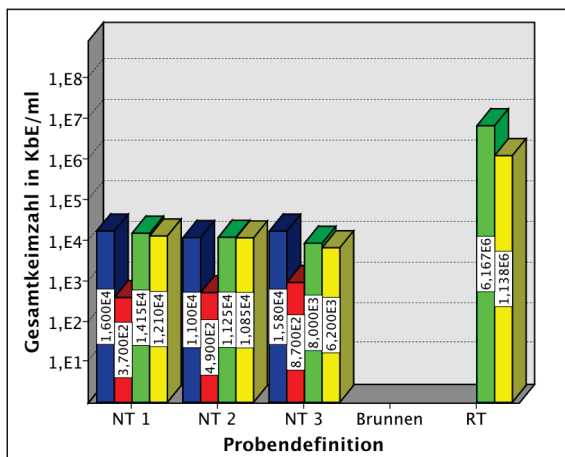
2. Durchgang



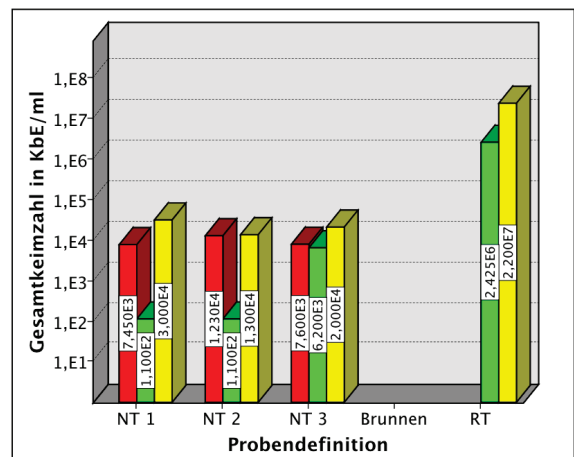
3. Durchgang



4. Durchgang



5. Durchgang

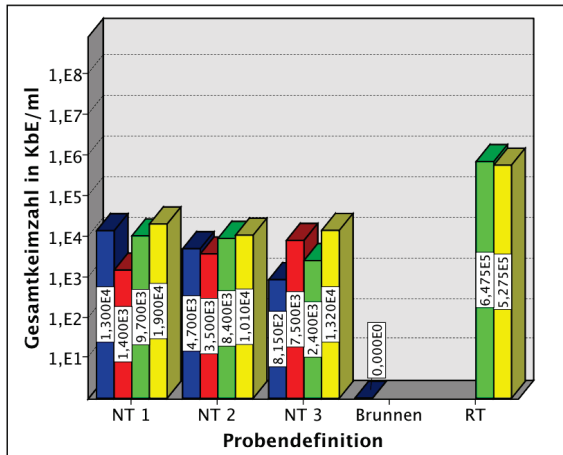


6. Durchgang

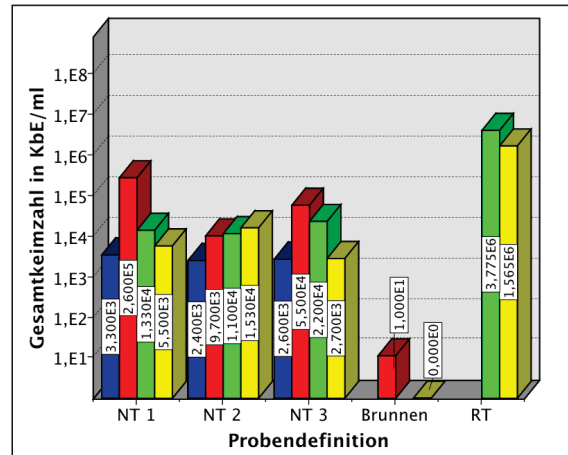
Abb. 19: Betrieb 3: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in Kbe/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen; im 3. Durchgang, Versuch, 2. ZF war die Nippelstrang 1 defekt; 6. Durchgang, Kontrolle, 1. ZF: Platten kontaminiert, daher keine Keimzahlermittlung möglich)

Besuchsart

■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



7. Durchgang



8. Durchgang

Abb. 19: Fortsetzung: Betrieb 3: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in Kbe/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen; im 3. Durchgang, Versuch, 2. ZF war die Nippelstrang 1 defekt; 6. Durchgang, Kontrolle, 1. ZF: Platten kontaminiert, daher keine Keimzahlermittlung möglich)

4.1.2.3 Zusammenfassende betriebsabhängige Darstellung der ermittelten Gesamtkeimzahlen in KbE/ml

Die nachfolgenden Diagramme geben einen zusammenfassenden Überblick hinsichtlich der ermittelten Gesamtkeimzahlen in KbE/ml. Als n wurde die Anzahl an Durchgängen gewählt.

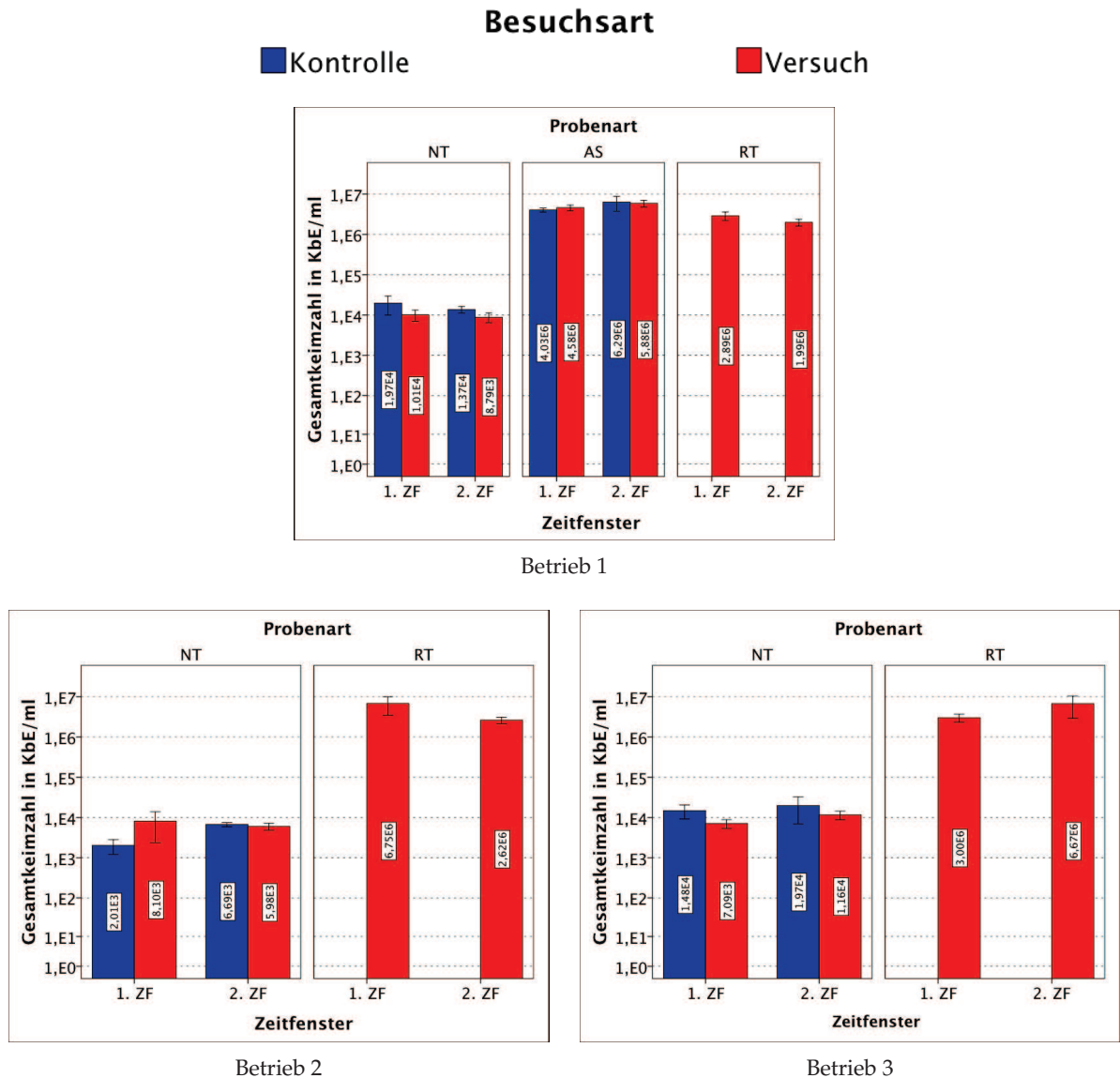


Abb. 20: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml: Zusammenfassende Darstellung (Mittelwert ± SEM; n = 5 Durchgänge (Betrieb 2) bzw. n = 8 Durchgänge (Betrieb 1 und 3); NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränken; Details zu den Diagrammen können im Anhang der Tabelle 87 entnommen werden)

4.1.3 Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml

4.1.3.1 Statistische Untersuchungen

4.1.3.1.1 Die verschiedenen Tränkevarianten im Vergleich

Die mittlere Anzahl an Enterobacteriaceae in den Rundtränkenproben lag in allen Versuchsbetrieben signifikant höher als die in den Nippeltränken. Auch in den Auffangschalen, über welche Betrieb 1 verfügt, konnte ein signifikant höherer Keimgehalt als in den Nippeltränken festgestellt werden. Ein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die Anzahl an Enterobacteriaceae konnte in den Tränkeangeboten Auffangschalen und Rundtränken nicht ermittelt werden (siehe Tabelle 38).

Tab. 38: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml: Verschiedene Tränkevarianten im Vergleich (Betrieb 1: n = 42 NT, n = 44 AS; n = 11 RT; Betrieb 2: n = 79 NT; n = 10 RT; Betrieb 3: n = 66 NT; n = 12 RT; NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränken; um eine bessere Approximation an die Normalverteilung (= Voraussetzung für den t-Test) zu erhalten, wurden die ermittelten Enterobacteriaceae-Werte um den Wert 1 addiert und anschließend logarithmiert, erst dann erfolgte die Mittelwertbildung; detaillierte Angabe der Mittelwerte erfolgt im Anhang in Tabelle 88; t-Test für unabhängige Stichproben)

	Signifikanz		
	NT vs. RT	NT vs. AS	AS vs. RT
Betrieb 1	< 0,001	< 0,001	0,656
Betrieb 2	< 0,001	-	-
Betrieb 3	< 0,001	-	-

4.1.3.1.2 Einfluss des Zeitfensters auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml

Das Zeitfenster besitzt auf die Nippeltränkenproben von Betrieb 2 und die Auffangschalenproben von Betrieb 1 eine signifikante Wirkung. Während der Keimgehalt der Nippeltränkenprobe zum 2. Zeitfenster hin zunimmt, ist ein Absinken der Anzahl an Enterobacteriaceae in den Auffangschalen zu beobachten. Der Gehalt an Enterobacteriaceae in KbE/ml der Rundtränkenproben wird durch das Zeitfenster nicht beeinflusst.

Tab. 39: Einfluss des Zeitfensters auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml

(Betrieb 1: n = 42 NT, n = 44 AS; n = 11 RT; Betrieb 2: n = 79 NT; n = 10 RT; Betrieb 3: n = 66 NT; n = 12 RT; NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränken; um eine bessere Approximation an die Normalverteilung (= Voraussetzung für den t-Test) zu erhalten, wurden die ermittelten Enterobacteriaceae-Werte um den Wert 1 addiert und anschließend logarithmiert, erst dann erfolgte die Mittelwertbildung; detaillierte Angabe der Mittelwerte erfolgt im Anhang in Tabelle 89; t-Test für unabhängige Stichproben)

	Signifikanz		
	NT	AS	RT
Betrieb 1	0,630	0,029	0,467
Betrieb 2	0,007	-	0,900
Betrieb 3	0,286	-	0,761

4.1.3.1.3 Einfluss der Tagestemperatur und -luftfeuchte auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml

Auch im Falle der Enterobacteriaceae erfolgte die Auswertung der Tagestemperatur und -luftfeuchte mittels Regressionsmodells (siehe Tabelle 40). Eine signifikante Wirkung beider Parameter auf die Anzahl an Enterobacteriaceae konnte nicht festgestellt werden. Die Wechselwirkungen Probenart * Tagestemperatur, zentriert und Probenart * Tagesfeuchte, zentriert innerhalb des multiplen linearen Regressionsmodells sind nicht signifikant.

Tab. 40: Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Enterobacteriaceae})$ (Anzahl n = 245; $R^2 = 0,730$ (korrigiertes $R^2 = 0,717$); MW Tagestemperatur: 17,78 °C ; MW Tagesluftfeuchte: 87,71 %; der Parameter Probenart umfasst die Tränken: Nippeltränke, Auffangschalen und Rundtränken)

Parameter	Signifikanz
Probenart	< 0,001
Tagestemperatur, zentriert	0,562
Tagesfeuchte, zentriert	0,850
Probenart * Tagestemperatur, zentriert	0,533
Probenart * Tagesfeuchte, zentriert	0,257

4.1.3.2 Betriebs- und durchgangsabhängige Darstellung der ermittelten Anzahlen an Enterobacteriaceae in K_BE/ml

Aus den nachfolgenden Diagrammen kann betriebs- und besuchsabhängig die jeweils ermittelte Keimzahl an Enterobacteriaceae abgelesen werden.

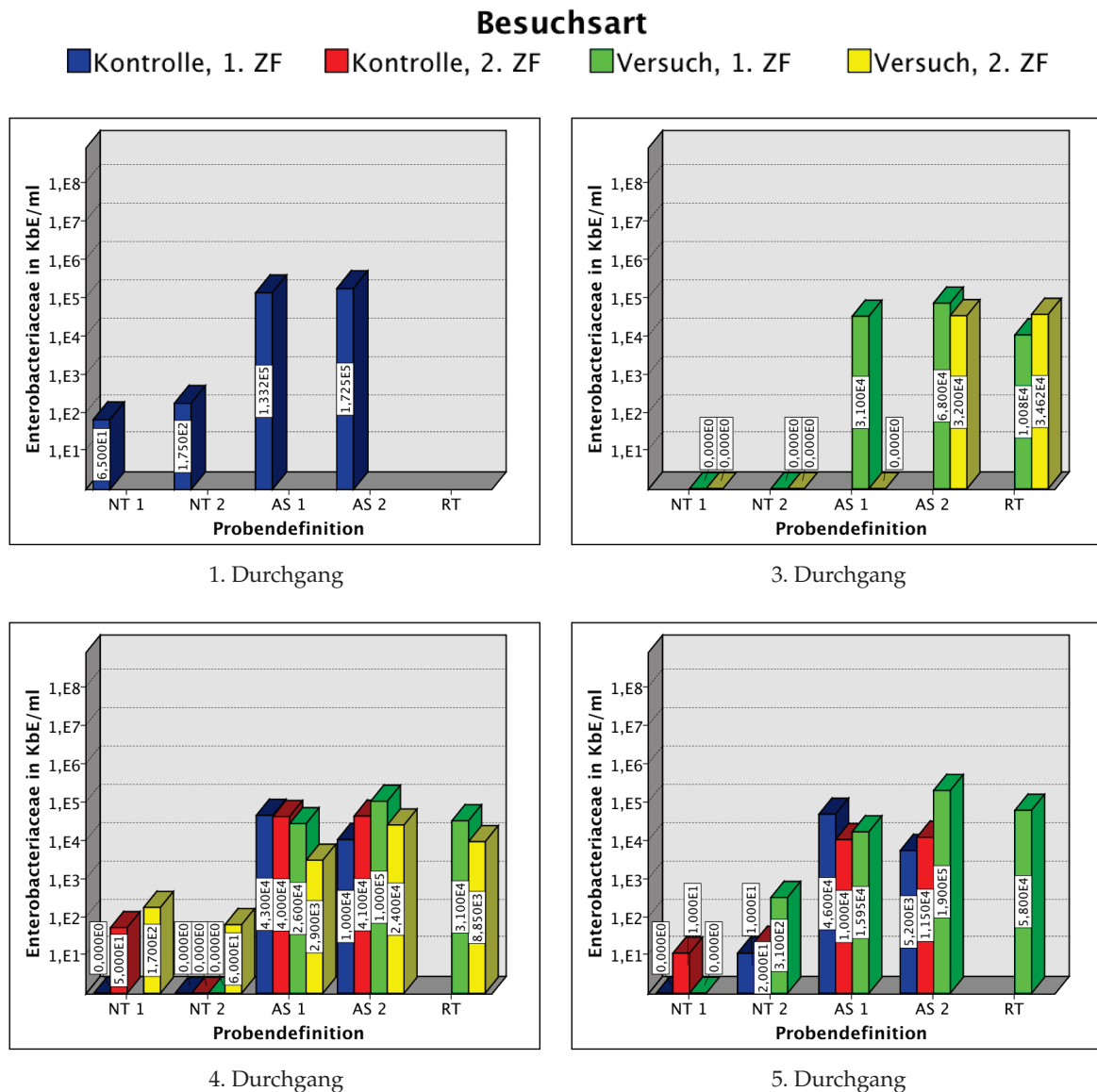
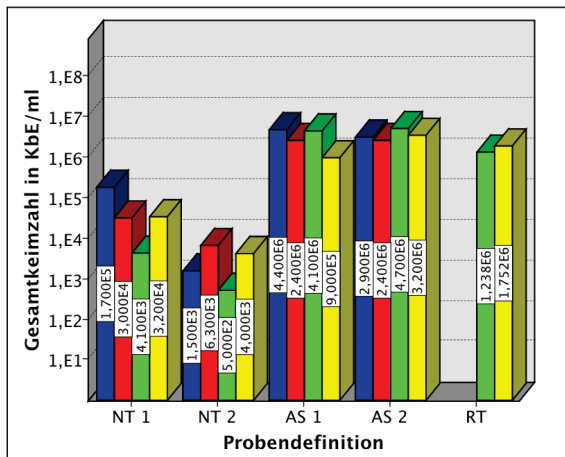


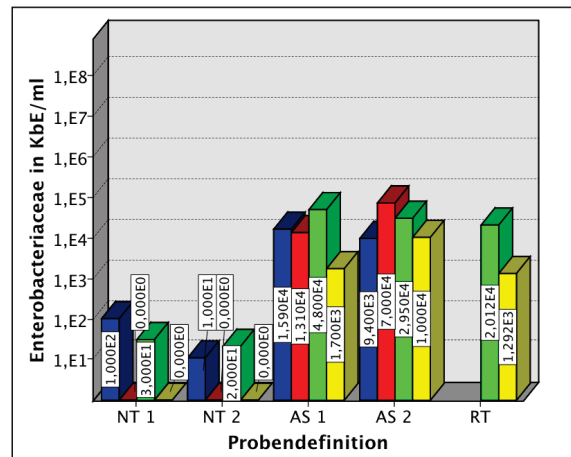
Abb. 21: Betrieb 1: Untersuchung der Anzahlen an Enterobacteriaceae in K_BE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich jeweils aus vier Einzelproben zusammen; die Auszählungen im 1. (teilweise), 2. und 3. Durchgang (teilweise) wurden aufgrund eines falschen Auswertungsschemas nicht in die Auswertung mit einbezogen; im 5. Durchgang, Versuch, 2. ZF konnte aufgrund verfrühter Ausstattung kein Besuch und somit keine Probenerhebung erfolgen)

Besuchsart

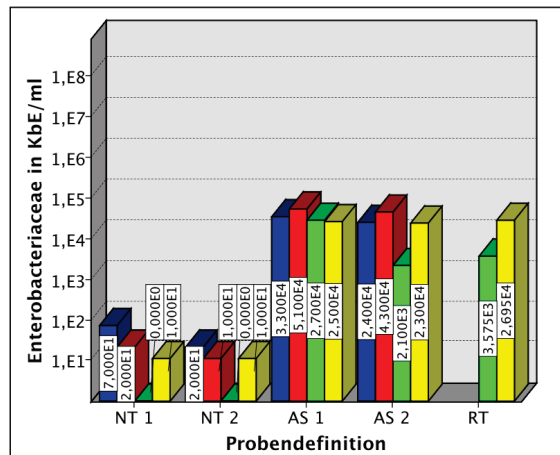
■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



6. Durchgang



7. Durchgang

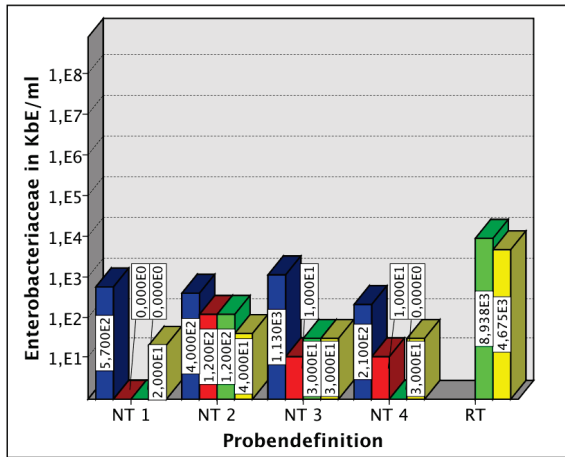


8. Durchgang

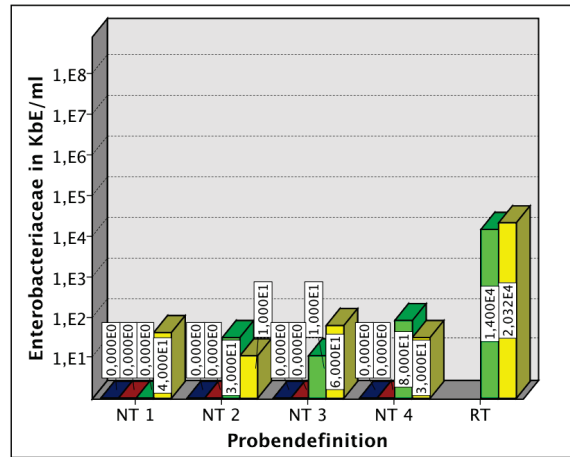
Abb. 21: Fortsetzung: Betrieb 1: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KBE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich jeweils aus vier Einzelproben zusammen; die Auszählungen im 1. (teilweise), 2. und 3. Durchgang (teilweise) wurden aufgrund eines falschen Auswertungsschemas nicht in die Auswertung mit einbezogen; im 5. Durchgang, Versuch, 2. ZF konnte aufgrund verfrühter Ausstallung kein Besuch und somit keine Probenerhebung erfolgen)

Besuchsart

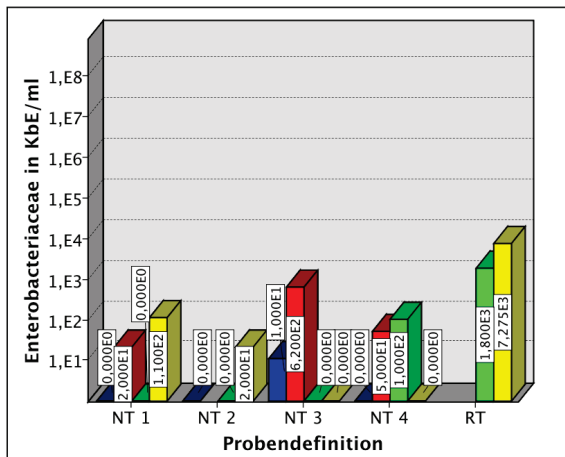
■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



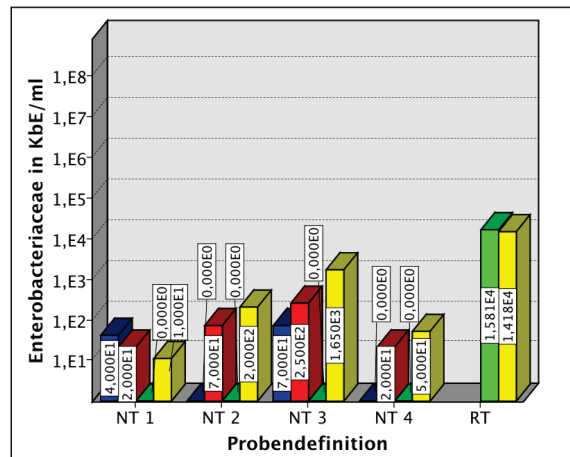
1. Durchgang



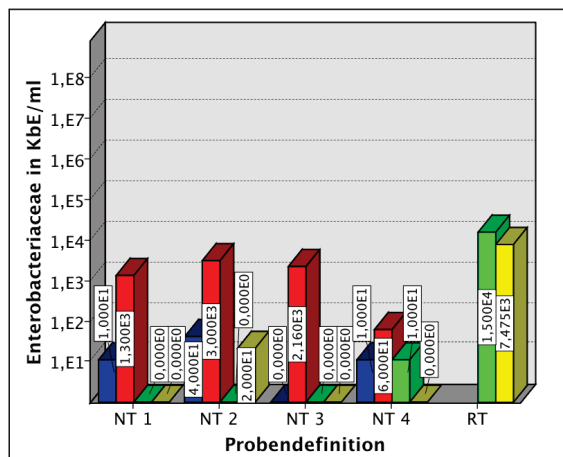
2. Durchgang



3. Durchgang



4. Durchgang

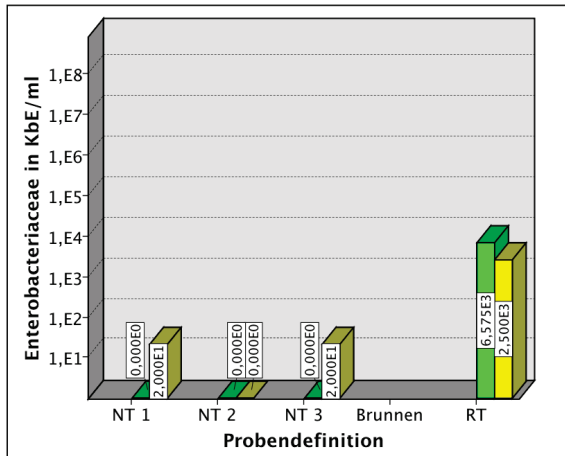


5. Durchgang

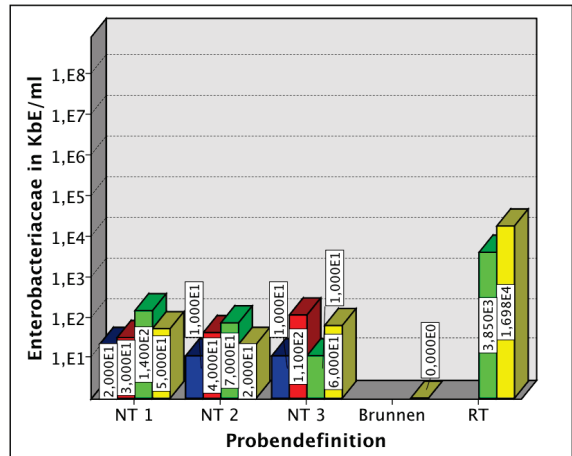
Abb. 22: Betrieb 2: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen; im 3. Durchgang, Kontrolle, 2. ZF war Nippelstrang 2 defekt)

Besuchsart

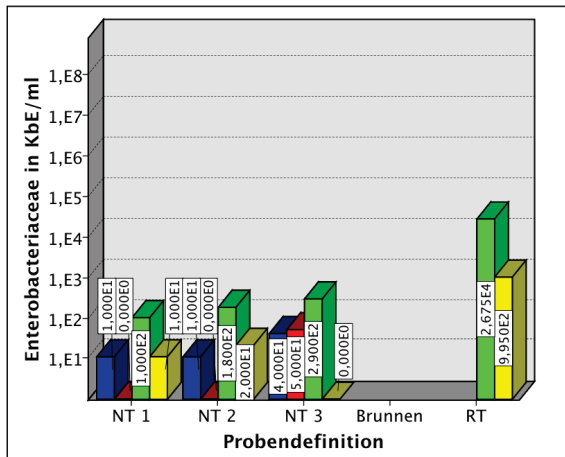
■ Kontrolle, 1. ZF ■ Kontrolle, 2. ZF ■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



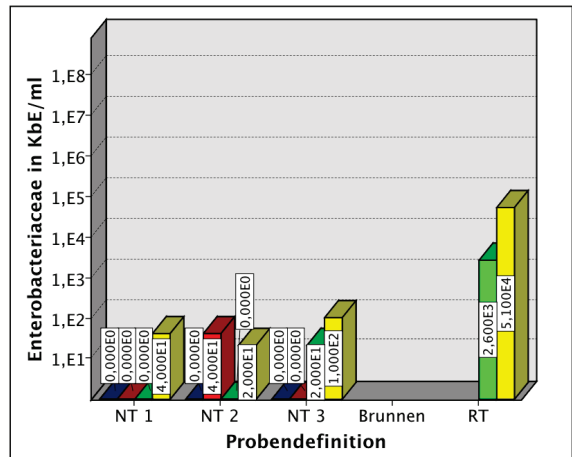
3. Durchgang



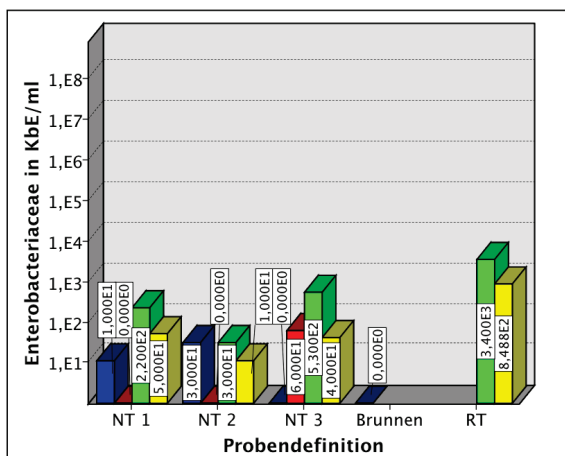
4. Durchgang



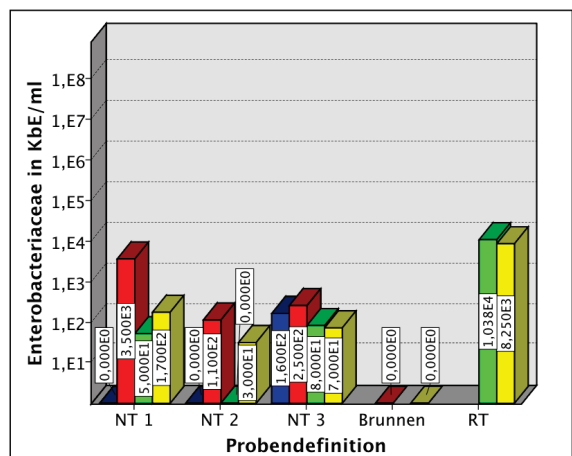
5. Durchgang



6. Durchgang



7. Durchgang



8. Durchgang

Abb. 23: Betrieb 3: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KBE/ml (ZF = Zeitfenster; NT = Nippeltränke; RT = Rundtränke; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen; die Auszählungen im 1. (teilweise), 2. und 3. Durchgang (teilweise) wurden aufgrund eines falschen Auswertungsschemas nicht in die Auswertung mit einbezogen)

4.1.3.3 Zusammenfassende betriebsabhängige Darstellung der ermittelten Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml

Die nachfolgenden Diagramme geben einen zusammenfassenden Überblick hinsichtlich der ermittelten Enterobacteriaceae in KbE/ml. Als n wurde die Anzahl an Durchgängen gewählt.

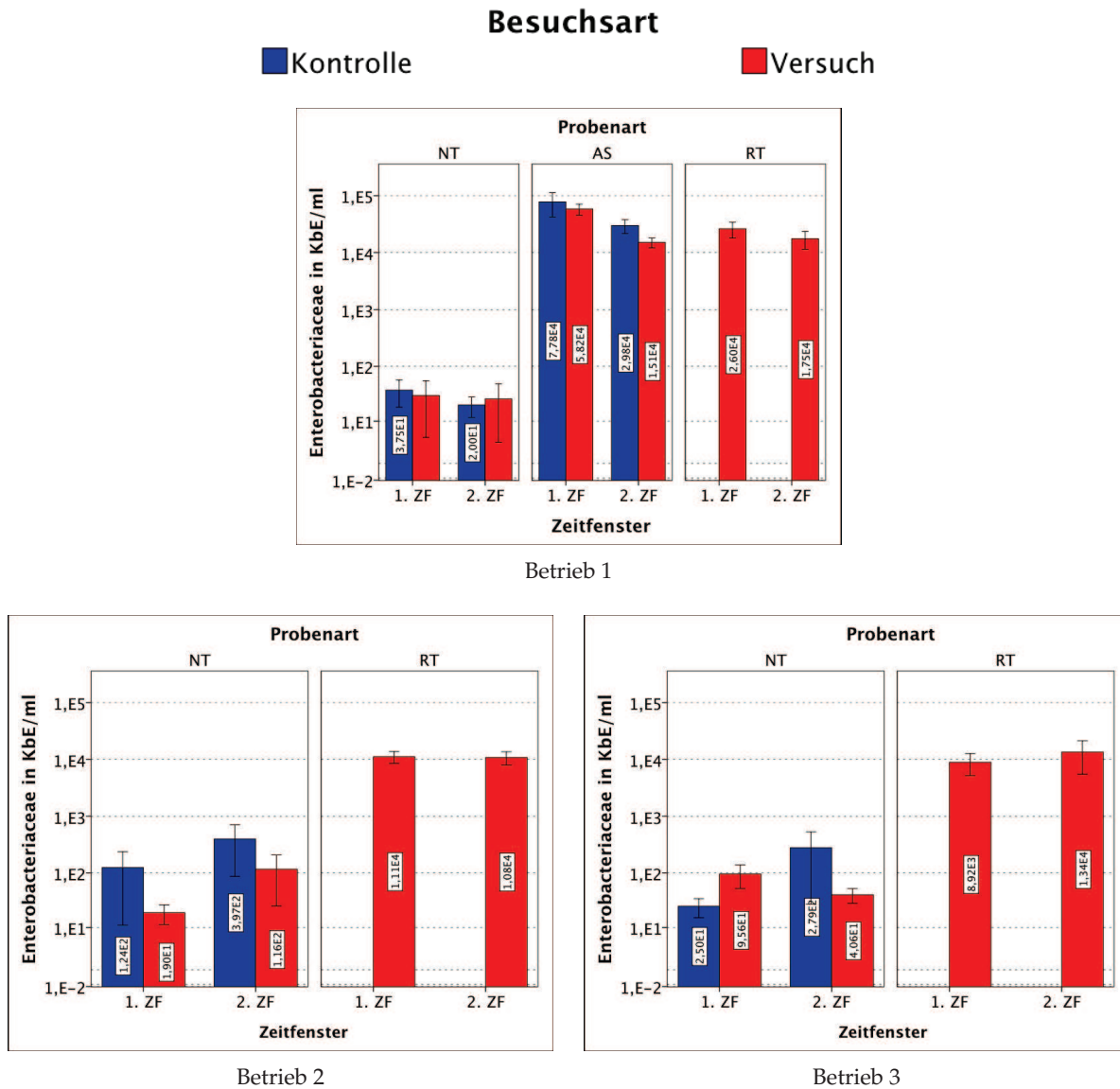


Abb. 24: Untersuchung der Enterobacteriaceae in KbE/ml: Zusammenfassende Darstellung (Mittelwert \pm SEM; n = 5 Durchgänge (Betrieb 2) bzw. n = 8 Durchgänge (Betrieb 1 und 3); NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränken; Details zu den Diagrammen können im Anhang der Tabelle 90 entnommen werden)

4.1.4 Tränkwasseruntersuchung auf Salmonellen

Wie in der nachfolgenden Tabelle 41 dargestellt, konnten in Betrieb 1 ein Mal Salmonellen im Tränkwasser der Nippeltränke, neun Mal im Tränkwasser der Auffangschalen und ein Mal im Tränkwasser der Rundtränke nachgewiesen werden. In Betrieb 2 konnten ebenfalls ein Mal Salmonellen im Tränkwasser der Rundtränke festgestellt werden, in Betrieb 3 hingegen drei Mal. In den Betrieben 2 und 3 wurden Salmonellen in den 10:00 Uhr Rundtränkenproben gefunden. Bis auf die Auffangschalen-Tränkwasserprobe vom 13.05.2008 in Betrieb 1 konnten die Salmonellen nur nach vorheriger Anreicherung in Rappaport-Bouillon nachgewiesen werden.

Tab. 41: Aus dem Tränkwasser isolierte Salmonellen; (Die Rundtränkenproben sind als Einzelproben aufgeführt; * es wurden quantitativ 337.000 KbE/ml *S. choleraesuis* in der AS 2-Probe vom 13.05.2008 festgestellt)

Betrieb	Durchgang	Besuchsart	ZF	Datum	Probenart	Doppelprobe	Uhrzeit	Salmonellenart	Qualitativer Nachweis
1	I	Kontrolle	1.	13.05.08	AS 2	Nein	K. g. A.	<i>S. choleraesuis</i>	Nein*
	I	Versuch	1.	03.06.08	AS 1	Nein	K. g. A.	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
	I	Versuch	1.	03.06.08	RT 2	Nein	12:00 Uhr	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
	I	Versuch	2.	10.06.08	NT 2	Nein	K. g. A.	<i>S. arizonae</i>	Ja
	I	Versuch	2.	10.06.08	AS 1	Nein	K. g. A.	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
	I	Versuch	2.	10.06.08	AS 2	Nein	K. g. A.	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
	II	Kontrolle	1.	01.07.08	AS 2	Nein	K. g. A.	<i>S. kottbus</i>	Ja
	II	Versuch	1.	22.07.08	AS 2	Nein	K. g. A.	<i>S. kottbus</i>	Ja
	III	Versuch	1.	11.09.08	AS 2	Nein	K. g. A.	<i>S. arizonae</i>	Ja
	VIII	Kontrolle	2.	17.04.09	AS 1	Nein	K. g. A.	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
VIII	Versuch	2.	14.05.09	AS 2	Nein	K. g. A.	<i>S. choleraesuis</i>	Ja	
2	V	Versuch	1.	02.07.09	RT 4	Ja	10:00 Uhr	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
3	IV	Versuch	1.	17.11.08	RT 4	Ja	10:00 Uhr	<i>S. choleraesuis</i>	Ja
	IV	Versuch	2.	24.11.08	RT 4	Ja	10:00 Uhr	<i>S. arizonae</i>	Ja
	VII	Versuch	1.	19.05.09	RT 4	Nein	12:00 Uhr	<i>S. choleraesuis</i>	Ja

Tab. 42: Anteil Salmonella-positiver Proben in % (Die Rundtränkenproben sind als Einzelproben aufgeführt)

Betrieb	Tränkenart	n _{insgesamt}	n _{Salmonellen}	Anteil Salmonella-positiver Proben in%
Betrieb 1	Nippeltränke	62	1	1,6 %
	Auffangschalen	62	9	14,5 %
	Rundtränke	68	1	1,5 %
Betrieb 2	Rundtränke	48	1	2,1 %
Betrieb 3	Rundtränke	68	3	4,4 %
Betrieb 1 – 3	Nippeltränke	226	1	0,44 %
	Auffangschalen	62	9	14,5 %
	Rundtränken	184	5	2,71 %

4.1.5 Doppelproben

Wie Abbildung 25 zeigt, ist bis auf die Ausnahmen in

- der zweiten Rundtränkenprobe im 1. Zeitfenster und der dritten Rundtränkenprobe im 2. Zeitfenster in Betrieb 1 und
- der ersten Rundtränkenprobe im 1. Zeitfenster in Betrieb 2

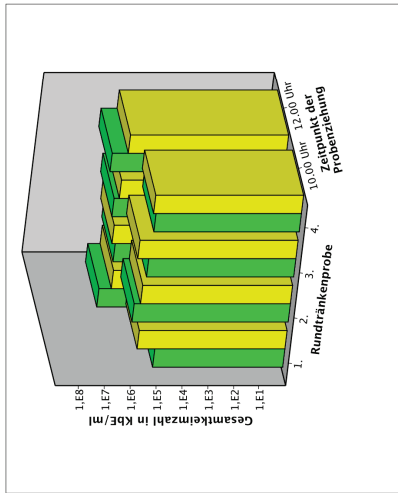
stets ein Anstieg der Gesamtkeimzahl von der 10:00 Uhr zur 12:00 Uhr Probe festzustellen. In Betrieb 1 konnte mit 103.500 KbE/ml in der ersten 10:00 Uhr Rundtränkenprobe im 1. Zeitfenster der insgesamt niedrigste Keimgehalt ermittelt werden. Insgesamt verfügte Betrieb 2 über die höchsten Keimzahlen. Fünf der Rundtränkenproben wiesen einen Keimgehalt von über 10.000.000 KbE/ml auf. In der ersten 10:00 Uhr Rundtränkenprobe im 1. Zeitfenster wurde mit 21.100.000 KbE/ml der insgesamt höchste Maximalwert erreicht. Der maximal erreichte Gesamtkeimzahlwert im ersten Betrieb betrug 5.200.000 KbE/ml, im dritten Betrieb 6.900.000 KbE/ml. Ein ähnliches Muster ist auch bei der Anzahl an Enterobacteriaceae in den Wasserproben zu erkennen. Hier ist ebenfalls ein Anstieg der Keimzahl von der 10:00 Uhr zur 12:00 Uhr Probe feststellbar. Ausnahmen hierzu stellen dar:

- in Betrieb 1 die zweite Rundtränkenprobe im 1. Zeitfenster
- in Betrieb 2 die zweite Rundtränkenprobe im 2. Zeitfenster
- in Betrieb 3 sowohl die erste Rundtränkenprobe im 1. Zeitfenster als auch die dritte Rundtränkenprobe im 2. Zeitfenster

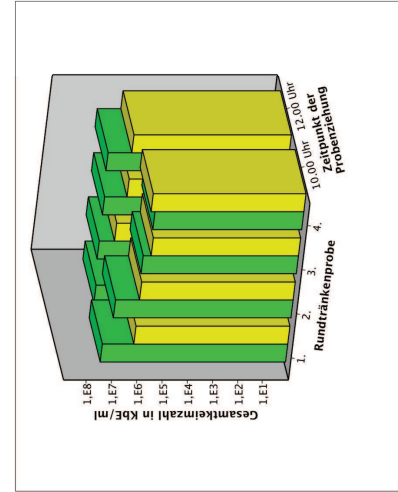
Die geringste Anzahl an Enterobacteriaceae konnte im 2. Zeitfenster in Betrieb 3 mit 390 KbE/ml gefunden werden. Die höchsten Enterobacteriaceae-Werte wurden in Betrieb 1 festgestellt, der höchste Wert betrug 83.000 KbE/ml.

Besuchsart

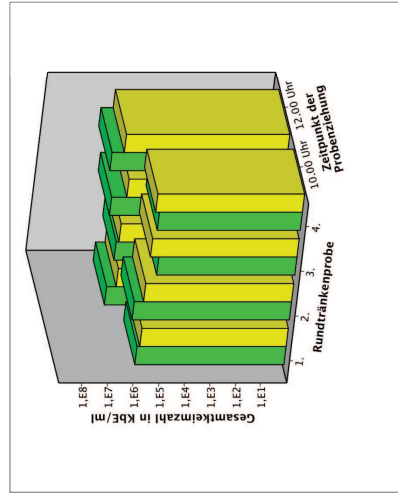
■ Versuch, 1. ZF ■ Versuch, 2. ZF



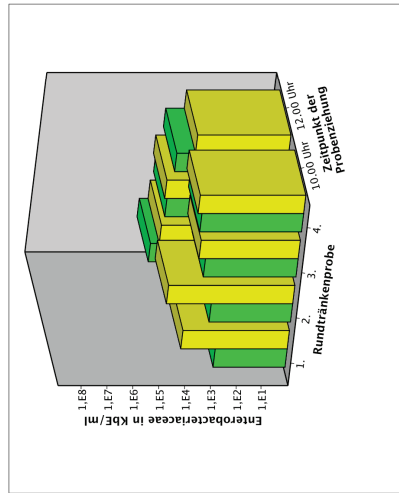
Betrieb 1: Gesamtkeimzahl



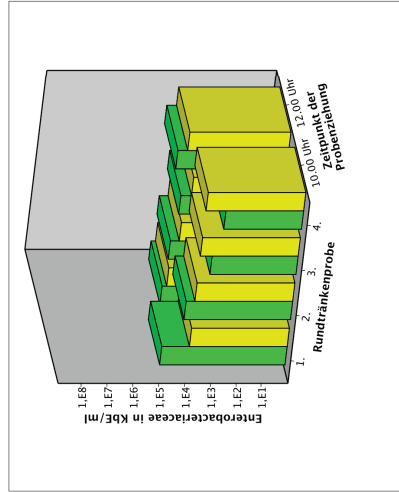
Betrieb 2: Gesamtkeimzahl



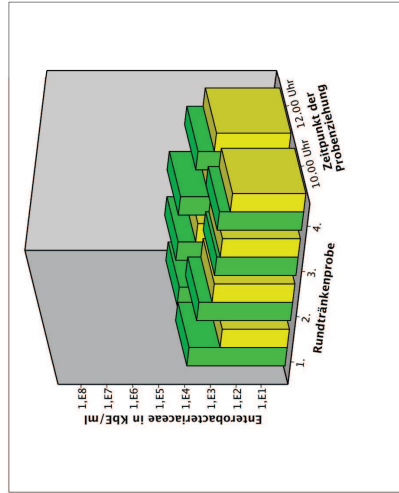
Betrieb 3: Gesamtkeimzahl



Betrieb 1: Enterobacteriaceae



Betrieb 2: Enterobacteriaceae



Betrieb 3: Enterobacteriaceae

Abb. 25: Doppelproben (Die Rundtränken wurden sowohl beim Befüllen um 10:00 Uhr als auch regulär um 12:00 Uhr beprobt und untersucht; Einheit: Kbe/ml)

4.2 Staub

4.2.1 Betrieb 1

4.2.1.1 Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkestallseite

Der Intercept in diesem multiplen linearen Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, welches in Tabelle 43 dargestellt wird, liegt bei $2,07 \text{ mg/m}^3$. Hierfür nehmen die kategorialen Prädiktoren ihre Referenzkategorie (Kontrolle, 1. Zeitfenster, NT-Stallseite, Einstreu: Weizen) und die metrischen Einflussgrößen (MW Tagestemperatur: $16,63 \text{ }^\circ\text{C}$; MW Tagesfeuchtigkeit: 89 %) ihren Mittelwert an. Auch wenn es nachfolgend nicht jedes Mal explizit erwähnt wird, so nehmen alle kategorialen Parameter ihre Referenzkategorie und alle metrischen Parameter ihren Mittelwert an, sofern ein einzelner Parameter betrachtet wird. Der Staubgehalt der Luft in Betrieb 1 wird signifikant ($p < 0,001$) beeinflusst durch die Besuchsart, die Einstreuart und die Temperatur. Die Staubwerte sinken im Verlauf der Besuchsarten auf der Nippeltränkestallseite ab. Von der Kontrolle, 1. ZF zur Kontrolle, 2. ZF um $\beta = -0,05$, zum Versuch, 1. ZF um $\beta = -0,25$ und zum Versuch, 2. ZF um $\beta = -0,10$. Signifikant reduziert sich jedoch der Staubgehalt nur vom Kontrollbesuch, 1. ZF zum Versuchsbesuch, 1. ZF ($p < 0,001$). Auch beim Wechsel der Stallseite von der NT-Seite zur RT-Seite während der Besuchsart Kontrollbesuch im 1. ZF nimmt der Staubgehalt ab ($\beta = -0,03$). Dieser Zusammenhang gilt jedoch als nicht gesichert ($p = 0,069$). Es besteht ebenfalls kein gesicherter Zusammenhang zwischen den Staubwerten und der Wechselwirkung Besuchsart * Stallseite ($p = 0,502$). Wie auf der Nippeltränkestallseite kann auch auf der Rundtränkestallseite eine Abnahme des Staubgehalts in der Stallluft beobachtet werden. Die Regressionskoeffizienten der Wechselwirkung müssen jedoch über die Regressionsgleichung neu bestimmt werden. Hierfür ergibt sich $\beta = -0,04$ für Kontrolle, 1. ZF * RT-Seite, $\beta = -0,32$ für Versuch 1. ZF * RT-Seite und $\beta = -0,02$ für Versuch, 2. ZF * RT-Seite. Insgesamt gesehen, ist somit ein ähnlicher Trend wie auf der Nippeltränkestallseite zu beobachten. Eine Wechselwirkung Besuchsart * Einstreu wurde bewusst nicht mit in das Modell aufgenommen. Sie konnte nicht errechnet werden, da mit Gerste und Einstreu unbekannter Art lediglich während der Besuchsart Kontrolle, 1. ZF eingestreut wurde. Von den beiden metrischen Parametern beeinflusst die Tagestemperatur, zentriert ($p < 0,001$) den Staubgehalt in der Stallluft. Steigt die Temperatur vom Mittelwert der Tagestemperatur $16,63 \text{ }^\circ\text{C}$ um eine Einheit ($1 \text{ }^\circ\text{C}$), so fällt die Staubkonzentration um $\beta = -0,02$ ab. Auch wenn es nicht jedes Mal explizit erwähnt wurde, so nehmen alle kategorialen Parameter ihre Referenzkategorie und alle metrischen Parameter ihren Mittelwert an, sofern ein einzelner Parameter betrachtet wurde.

Tab. 43: Multiples lineares Regressionsmodell ln(1 + Staub), Betrieb 1 (Anzahl n = 1085; Anzahl n in der Analyse = 290 (limitierender Parameter: Stallseite); $R^2 = 0,310$ (korrigiertes $R^2 = 0,282$); Einheit: mg/m^3 ; MW Tagestemperatur: $16,63\text{ }^\circ\text{C}$; MW Tagesfeuchtigkeit: 89% ; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten auf der Messpunktlinie B im Stall, RT-Stallseite den Werten der Messpunktlinie G)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p	
Intercept	0,73	2,07	0,04		
Besuchsart				< 0,001	
	Kontrolle, 1. Zeitfenster	0a	.	.	
	Kontrolle, 2. Zeitfenster	-0,05	0,95	0,05	0,332
	Versuch, 1. Zeitfenster	-0,25	0,78	0,06	< 0,001
	Versuch, 2. Zeitfenster	-0,10	0,90	0,06	0,076
Stallseite, längs				0,069	
	NT-Seite	0a	.	.	
	RT-Seite	-0,03	0,97	0,05	.
Einstreu				< 0,001	
	Weizen	0a	.	.	
	k. g. A.	-0,38	0,68	0,07	< 0,001
	Gerste	-0,14	0,87	0,09	0,105
Besuchsart * Stallseite, längs				0,502	
	Kontrolle, 1. ZF * NT-Seite	0a	.	.	
	Kontrolle, 2. ZF * RT-Seite	0,04	1,04	0,07	0,577
	Versuch, 1. ZF * RT-Seite	-0,04	0,96	0,07	0,586
	Versuch, 2. ZF * RT-Seite	-0,07	0,93	0,08	0,368
Tagestemperatur, zentriert	-0,02	0,98	0,00	< 0,001	
Tagesfeuchte, zentriert	0,00	1,00	0,00	0,579	

4.2.1.2 Deskriptive Darstellung sämtlicher Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Bei Betrachtung der Abbildung 26 fällt auf, dass die Mediane der Staubwerte bei Temperaturen unter $15\text{ }^\circ\text{C}$ am höchsten sind. Mit Ausnahme des Versuchsbesuchs, 2. Zeitfenster liegen bei diesem Temperaturintervall die Mediane bei ca. $1\text{ mg}/\text{m}^3$. Bei den Messpunkten A und B im Kontrollbesuch, 2. Zeitfenster bei Temperaturen unter $15\text{ }^\circ\text{C}$ nimmt der jeweilige Median mit $1,07\text{ mg}/\text{m}^3$ seinen Höchstwert an. Des Weiteren ist dem Diagramm zu entnehmen, dass der Staubgehalt der Luft im 1. und 2. Kontrollbesuch, im Gegensatz zu dem 1. und 2. Versuchsbesuch generell einer höheren Streuung unterworfen ist. Die stärkste Streuung findet am Messpunkt E bei einer Temperatur von unter $15\text{ }^\circ\text{C}$ statt (Min.: $0,71\text{ mg}/\text{m}^3$, Max.: $6,70\text{ mg}/\text{m}^3$). Außerdem ist ersichtlich, dass die Mediane des 2. Zeitfensters innerhalb eines Kontroll- oder Versuchsbesuchs höher liegen als im 1. Zeitfenster. Auffallend ist auch, dass die Staubwerte die Tendenz besitzen, zur rundtränkenzugewandten Stallseite leicht abzufallen.

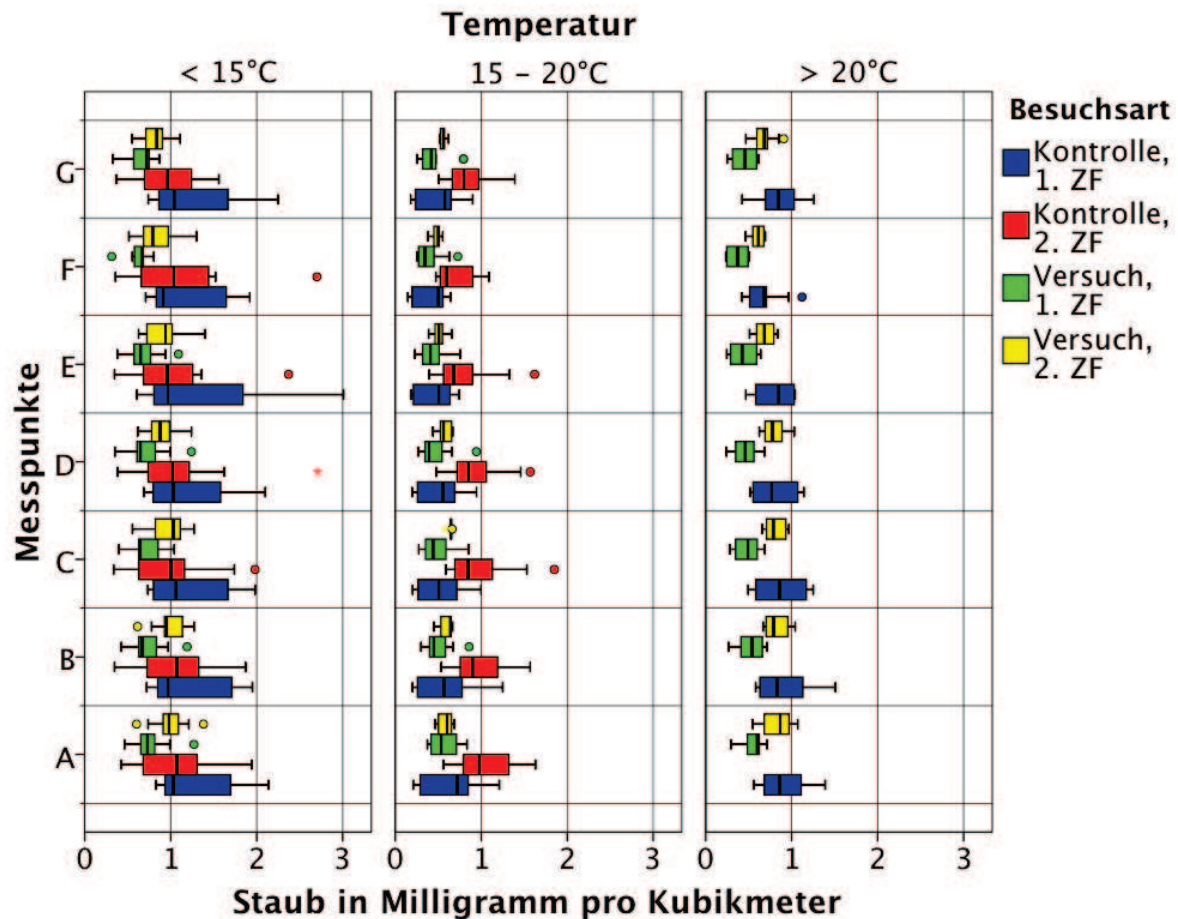


Abb. 26: Übersicht Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1 (Anzahl $n = 1015$; Einheit: mg/m^3 ; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 91 zu entnehmen)

4.2.2 Betrieb 2

4.2.2.1 Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite

In dem multiplen linearen Regressionsmodell für die Staubwerte (Tabelle 44) setzt sich wie in Betrieb 1 der Intercept ($1,51 \text{ mg}/\text{m}^3$) aus den gleichen kategorialen Prädiktoren und metrischen Einflussgrößen wie Betrieb 1 zusammen. Letztere variieren jedoch und betragen $19,79^\circ\text{C}$ für die Tagestemperatur und $90,78\%$ für die Tagesfeuchtigkeit.

Nur die Wechselwirkung Besuchsart * Einstreu und der Parameter Tagestemperatur, zentriert können den Staubgehalt der Stallluft signifikant ($p < 0,001$) beeinflussen. Steigt die Temperatur, ausgehend von der durchschnittlichen Gesamttemperatur $19,79^\circ\text{C}$ um eine Einheit (1°C), so sinkt die Staubkonzentration ($\beta = -0,04$). Hierbei nehmen alle Prädiktoren den Wert des Intercepts und die Luftfeuchte ihren Mittelwert von $90,78\%$ an.

Die Wechselwirkung betrachtet man am besten gesondert über die geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle 94). Dabei fällt auf, dass innerhalb der Kontrollbesuche, 1. Zeitfenster der Staubgehalt bei Verwendung von Weizeneinstreu signifikant niedriger ist als bei Verwendung von Dinkelspelz. Innerhalb der Versuchsbesuche, 1. Zeitfenster verhält es sich genau umgekehrt. Die Verwendung von Dinkelspelz führt zu signifikant niedrigeren Staubergebnissen. Die ermittelten Signifikanzen wurden aus den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmitteln abgeleitet.

Tab. 44: Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, Betrieb 2 (Anzahl $n = 900$; Anzahl n in der Analyse = 200 (limitierender Parameter: Stallseite); $R^2 = 0,583$ (korrigiertes $R^2 = 0,559$); Einheit: mg/m^3 ; MW Tagestemperatur: $19,79^\circ\text{C}$; MW Tagesfeuchtigkeit: $90,78\%$; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten auf der Messpunktlinie B im Stall, RT-Stallseite den Werten der Messpunktlinie I)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p
Intercept	0,42	1,51	0,03	
Besuchsart				0,001
Kontrolle, 1. Zeitfenster	0a	.	.	.
Kontrolle, 2. Zeitfenster	0,07	1,07	0,04	0,098
Versuch, 1. Zeitfenster	0,06	1,06	0,04	0,103
Versuch, 2. Zeitfenster	-0,12	0,89	0,05	0,013
Stallseite, längs				0,491
NT-Seite	0a	.	.	.
RT-Seite	-0,01	0,99	0,03	.
Einstreu				0,059
Weizen	0a	.	.	.
Gerste	0,14	1,15	0,06	0,015
Dinkelspelz	0,18	1,20	0,04	< 0,001
Besuchsart * Stallseite, längs				0,983
Kontrolle, 1. ZF * NT-Seite	0a	.	.	.
Kontrolle, 2. ZF * RT-Seite	0,01	1,01	0,05	0,827
Versuch, 1. ZF * RT-Seite	0,01	1,01	0,05	0,880
Versuch, 2. ZF * RT-Seite	-0,01	0,99	0,05	0,879
Besuchsart * Einstreu				< 0,001
Kontrolle, 1. ZF * Weizen	0a	.	.	.
Kontrolle, 2. ZF * Dinkelspelz	-0,12	0,89	0,06	0,031
Versuch, 1. ZF * Dinkelspelz	-0,32	0,72	0,06	< 0,001
Tagestemperatur, zentriert	-0,04	0,96	0,00	< 0,001
Tagesfeuchte, zentriert	0,00	1,00	0,00	0,363

4.2.2.2 Deskriptive Darstellung sämtlicher Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Bei Betrachtung der Mediane in der Abbildung 27 fällt auf, dass die Mediane temperaturabhängig absinken. Während bei Temperaturen unter 15 °C der Median zwischen 1,10 und 1,45 mg/m³ schwankt, liegt er bei Temperaturen zwischen 15 und 20 °C bei 0,61 und 1,0 mg/m³. Bei Temperaturen über 20 °C ist er am niedrigsten und den geringsten Schwankungen unterworfen (0,35 – 0,55 mg/m³). Des Weiteren erkennt man in dem Diagramm, dass die Mediane des 1. und 2. Kontrollbesuchs bei Temperaturen zwischen 15 und 20 °C stärker voneinander abweichen (0,61 – 1,0 mg/m³) als dies bei den Versuchsbesuchen der Fall ist (0,68 – 0,78 mg/m³). Bei Temperaturen unter 15 °C und über 20 °C ist dieses Muster nicht zu erkennen.

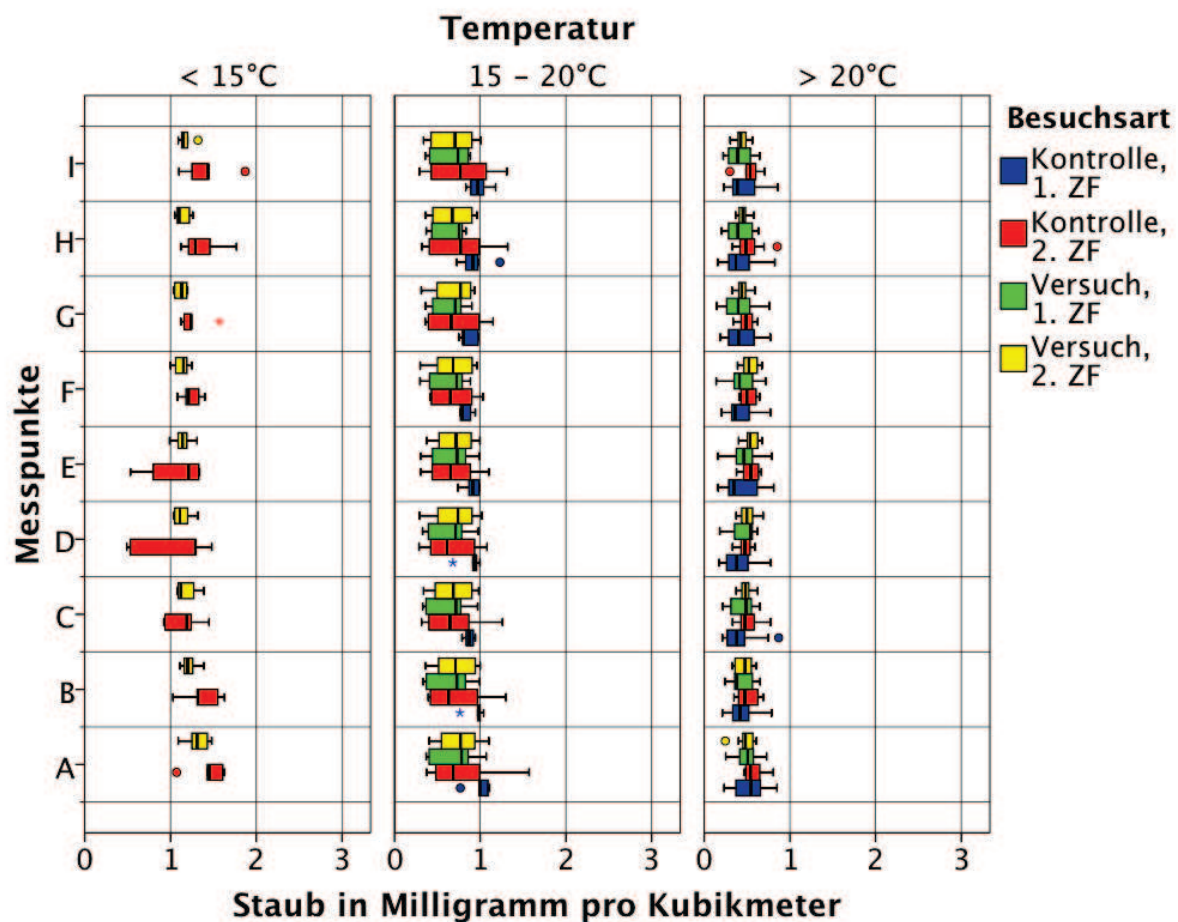


Abb. 27: Übersicht Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur, Betrieb 2 (Anzahl n = 900; Einheit: mg/m³; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 92 zu entnehmen)

4.2.3 Betrieb 3

4.2.3.1 Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite

Der konstante Staubwert in diesem multiplen linearen Regressionsmodell (Tabelle 45) liegt bei $1,78 \text{ mg/m}^3$. Auch in diesem Modell gleichen die Referenzkategorien denen von Betrieb 1 und Betrieb 2. Bei den nachfolgenden einzelnen Betrachtungen der Prädiktoren nehmen die restlichen Prädiktoren stets den Wert des Intercepts und die metrischen Daten ihren Mittelwert an.

Tab. 45: Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, Betrieb 3 (Anzahl $n = 1085$; Anzahl n in der Analyse = 280 (limitierender Parameter: Stallseite); $R^2 = 0,461$ (korrigiertes $R^2 = 0,461$); Einheit: mg/m^3 ; MW Tagestemperatur: $17,05 \text{ }^\circ\text{C}$ MW Tagesfeuchtigkeit: $82,85 \%$; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten auf der Messpunktlinie A im Stall, RT-Stallseite den Werten der Messpunktlinie I)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p	
Intercept	0,58	1,78	0,03		
Besuchsart				< 0,001	
	Kontrolle, 1. Zeitfenster	0a	.	.	
	Kontrolle, 2. Zeitfenster	0,17	1,19	0,04	< 0,001
	Versuch, 1. Zeitfenster	-0,04	0,96	0,04	0,411
	Versuch, 2. Zeitfenster	0,05	1,06	0,05	0,256
Stallseite, längs				0,046	
	NT-Seite	0a	.	.	
	RT-Seite	-0,02	0,98	0,04	.
Einstreu				< 0,001	
	Weizen	0a	.	.	
	Gerste	0,30	1,34	0,07	< 0,001
Besuchsart * Stallseite, längs				0,707	
	Kontrolle, 1. ZF * NT-Seite	0a	.	.	
	Kontrolle, 2. ZF * RT-Seite	0,00	1,00	0,06	0,964
	Versuch, 1. ZF * RT-Seite	-0,05	0,95	0,06	0,441
	Versuch, 2. ZF * RT-Seite	-0,05	0,95	0,06	0,411
Tagestemperatur, zentriert	-0,03	0,97	0,00	< 0,001	
Tagesfeuchte, zentriert	0,01	1,01	0,00	< 0,001	

In Betrieb 3 wird der Staubgehalt in der Stallluft durch die Parameter Besuchsart, Stallseite, Einstreuart, Tagestemperatur und zusätzlich die Tagesfeuchte signifikant ($p < 0,001 - p = 0,046$) beeinflusst. Innerhalb des Parameters Besuchsart ist der Anstieg der Staubwerte von der Kontrolle, 1. Zeitfenster zur Kontrolle, 2. Zeitfenster auf der Nippeltränkenstallseite als signifikant anzusehen ($\beta = 0,17, p < 0,001$). Für das Absinken des Staubgehalts zum Versuch, 1. ZF ($\beta = -0,04$) und den Anstieg im zweiten Zeitfenster ($\beta = 0,05$) kann kein gesicherter Zusammenhang festgestellt werden. Der Wechsel der Stallseite im ersten Zeitfenster des

Kontrollbesuchs wirkt sich hingegen wieder signifikant ($p = 0,046$) aus. Der Staubgehalt sinkt ($\beta = -0,02$). Betrachtet man die Wechselwirkung Besuchsart * Stallseite, so fällt auch auf, dass auf der Rundtränken- und in der Kontrolle, 2. ZF ebenfalls ein Anstieg der Staubwerte erfolgt ($\beta = 0,15$), ebenso im ersten Zeitfenster der Versuchsbesuche ($\beta = 0,11$). Im Versuch, 2. ZF ist ein Absinken der Staubwerte zu beobachten ($\beta = -0,02$). Die Wechselwirkung ist jedoch nicht signifikant. Die β -Regressionskoeffizienten der Wechselwirkung stimmen nicht mit denen des Regressionsmodells überein, sie wurden über die Addition der einzelnen Parameter, welche an der Wechselwirkung beteiligt sind, neu berechnet. Eine Wechselwirkung Besuchsart * Einstreu wurde bewusst nicht in das Modell mit aufgenommen. Sie konnte nicht gebildet werden, da Gerste nur in Kontrollbesuch, 1. ZF eingestreut worden ist. Beeinflusst wird der Staubgehalt der Stallluft zusätzlich durch die Tagestemperatur, zentriert (MW: 17,05 °C) und die Tagesluftfeuchte, zentriert (MW: 82,85 %). Die Signifikanz liegt jeweils bei $p < 0,001$.

4.2.3.2 Deskriptive Darstellung sämtlicher Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Die Abbildung 28 zeigt, dass bei Temperaturen unter 15 °C die Mediane innerhalb des 2. Zeitfensters (1,3 – 1,71 mg/m³) über denen des 1. Zeitfensters (0,40 – 0,75 mg/m³) liegen. Bei Temperaturen über 20 °C sind die Mediane der Staubwerte während des zweiten Zeitfensters (0,57 – 0,71 mg/m³) höher als die des ersten Versuchsbesuchs (0,25 – 0,32 mg/m³). Bei Temperaturen zwischen 15 und 20 °C kann dies nicht beobachtet werden. Hier fällt lediglich auf, dass die Mediane des zweiten Versuchsbesuchs (0,42 – 0,60 mg/m³) unter denen der Kontrollbesuche (0,71 – 1,05 mg/m³) und denen des ersten Versuchsbesuchs (0,87 – 1,00 mg/m³) liegen. Des Weiteren verfügen die Staubwerte im 2. Versuchsbesuch bei diesen Temperaturen über die geringste Streubreite (0,33 – 0,82 mg/m³). Die stärkste Streuung tritt bei den Kontrollbesuchen im 1. Zeitfenster auf (0,22 – 2,10 mg/m³).

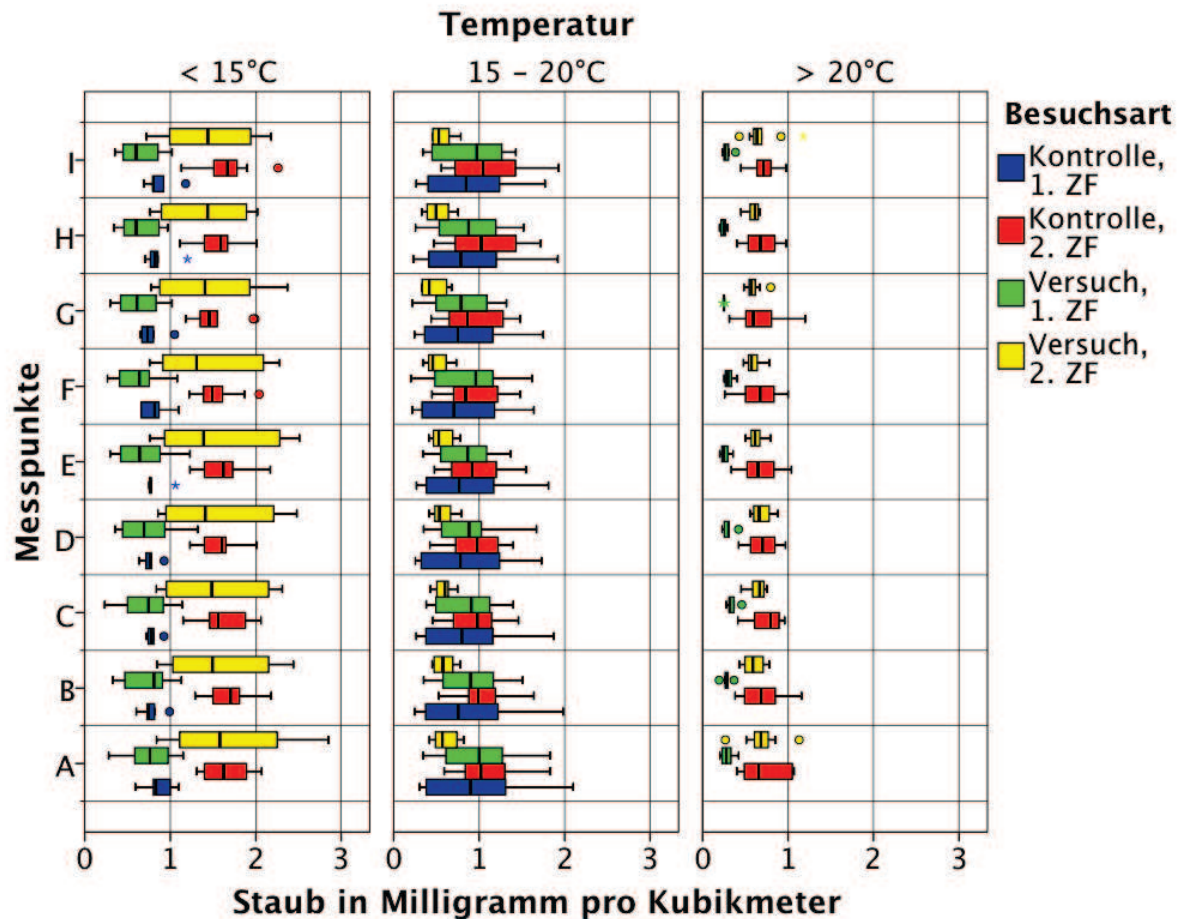


Abb. 28: Übersicht Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3 (Anzahl n = 1440; Einheit: mg/m³; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 93 zu entnehmen)

4.2.4 Betriebe im Vergleich

In dem nachfolgenden Diagramm werden alle erhobenen Staubwerte (n = 5 (Betrieb 2) Durchgänge bzw. n = 8 (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; Anzahl an Messpunkten pro Besuch: Betrieb 1: 35 Messpunkte; Betrieb 2 und 3: 45 Messpunkte) zusammenfassend dargestellt. Insgesamt gesehen, wurde eine durchschnittliche Staubkonzentration in der Stallluft zwischen $0,53 \pm 0,09$ (Betrieb 2, Versuch, 1. ZF) und $1,08 \pm 0,2$ mg/m³ (Betrieb 1, Kontrolle, 2. ZF) festgestellt. In Betrieb 1 und 3 konnte eine tendenzielle Reduzierung des Staubgehalts der Stallluft während der Besuchsart Versuch ermittelt werden. Die Staubwerte in Betrieb 2 blieben annähernd konstant.

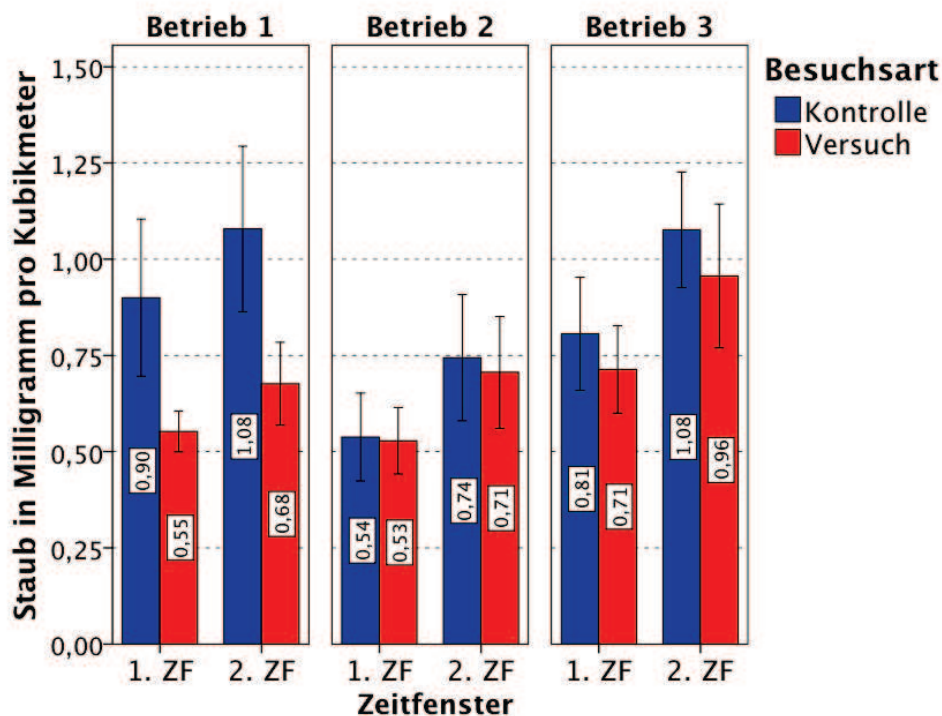


Abb. 29: Übersicht Staub, Betriebe im Vergleich (Mittelwerte \pm SEM; $n = 5$ (Betrieb 2) Durchgänge bzw. $n = 8$ Durchgänge (Betrieb 1 und 3); pro Besuch wurden an 35 (Betrieb 1) bzw. 45 (Betrieb 2 und 3) Messpunkten Staubwerte ermittelt; Einheit: mg/m^3 ; Details zu dem Diagramm können dem Anhang (Tabelle 98) entnommen werden)

Nach t-Test Berechnungen übten weder die Besuchsart (Kontrolle oder Versuch) noch das Zeitfenster einen signifikanten Effekt auf den Staubgehalt der Stallluft in allen Versuchsbetrieben aus (siehe Tabelle 46).

Tab. 46: Ergänzender t-Test zu Abbildung 29: Übersicht Staub, Betriebe im Vergleich (Um eine bessere Approximation an die Normalverteilung (= Voraussetzung für den t-Test) zu erhalten wurden die Ammoniakwerte um den Wert 1 addiert und anschließend logarithmiert, Details siehe Tabelle 99 im Anhang)

	Signifikanz		
	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,495	0,353	0,201
Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,467	0,329	0,286
Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,118	0,981	0,668
Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,112	0,881	0,546

4.3 Ammoniak

4.3.1 Betrieb 1

4.3.1.1 Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite

Der Intercept in diesem multiplen linearen Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, welcher in der Tabelle 47 dargestellt wird, liegt bei 6,83 ppm. Hierfür nehmen die kategorialen Prädiktoren ihre Referenzkategorie (Kontrolle, 1. Zeitfenster; NT-Stallseite; Weizen) und die metrischen Einflussgrößen ihren Mittelwert (MW Tagestemperatur: 16,63 °C ; MW Tagesfeuchtigkeit: 89,00 %) an.

Tab. 47: Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betrieb 1 (Anzahl $n = 1015$; Anzahl n in der Analyse = 270 (limitierender Parameter: Stallseite); $R^2 = 0,168$ (korrigiertes $R^2 = 0,133$; Einheit: ppm; MW Tagestemperatur: 16,63 °C ; MW Tagesfeuchtigkeit: 89,00 %; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten auf der Messpunktlinie A im Stall, RT-Stallseite den Werten der Messpunktlinie I)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p
Intercept	1,92	6,83	0,08	
Besuchsart				0,305
	Kontrolle, 1. Zeitfenster	0a	.	.
	Kontrolle, 2. Zeitfenster	0,01	1,01	0,11
	Versuch, 1. Zeitfenster	-0,01	0,99	0,11
	Versuch, 2. Zeitfenster	-0,01	0,99	0,11
Stallseite, längs				< 0,001
	NT-Seite	0a	.	.
	RT-Seite	-0,28	0,76	0,10
Einstreu				0,001
	Weizen	0a	.	.
	k. g. A.	0,57	1,77	0,16
	Gerste	0,25	1,28	0,17
Besuchsart * Stallseite, längs				0,360
	Kontrolle, 1. ZF * NT-Seite	0a	.	.
	Kontrolle, 2. ZF * RT-Seite	0,14	1,14	0,14
	Versuch, 1. ZF * RT-Seite	0,08	1,09	0,15
	Versuch, 2. ZF * RT-Seite	-0,12	0,89	0,15
Tagestemperatur, zentriert	0,00	1,00	0,01	0,939
Tagesfeuchte, zentriert	0,01	1,01	0,00	0,007

Wie das Modell zeigt, wird der Ammoniakgehalt der Stallluft durch die Stallseite ($p < 0,001$), die Einstreuart ($p = 0,001$) und die durchschnittliche Tagesfeuchte ($p = 0,007$) signifikant beeinflusst. Die Prädiktoren nehmen hierbei jedoch den Wert des Intercepts und die metrischen Einflussgrößen ihren Mittelwert an. Der Einfluss der Stallseite ($\beta = -0,28$, $p < 0,001$) hält sich nicht bei Betrachtung der Wechselwirkung Besuchsart * Stallseite ($p = 0,360$). Tendenziell sinkt jedoch der Ammoniakgehalt von Besuch zu Besuch auf der Rundtränkenseite weiter ab. Der β -Wert auf der RT-Seite während der Kontrolle im 2. Zeitfenster beträgt $-0,13$. Er steigt über $-0,21$ während des ersten Versuchsbesuchs auf $-0,41$ im zweiten Versuchsbesuch an. Die β -Regressionskoeffizienten der Wechselwirkung stimmen nicht mit denen des Regressionsmodells überein, da sie über die Addition der einzelnen Prädiktoren, welche an der Wechselwirkung beteiligt sind, neu berechnet wurden. Eine Wechselwirkung Besuchsart * Einstreu wurde bewusst nicht in das Modell aufgenommen. Sie konnte nicht errechnet werden, da mit Gerste und Einstreu unbekannter Art lediglich in der Besuchsart Kontrolle, 1. Zeitfenster eingestreut worden ist. Die Tagesfeuchte wirkt sich hingegen signifikant auf den Staubgehalt der Luft aus. Steigt die Feuchte um 1 %, ändert sich der Staubgehalt um den Wert $\beta = 0,01$, ausgehend von dem Mittelwert der Tagesluftfeuchtigkeit 89,00 %.

4.3.1.2 Deskriptive Darstellung sämtlicher Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

In Abbildung 30 ist bei Temperaturen unter 15 °C zu beobachten, dass die Mediane in den Kontrollbesuchen und dem 2. Versuchsbesuch stets zwischen 4,00 und 6,00 ppm liegen. Im 1. Versuchsbesuch liegt der Ammoniakgehalt der Mediane mit 7,00 – 7,50 ppm leicht höher. Bei Temperaturen zwischen 15 °C und 20 °C sowie über 20 °C verhält es sich genau entgegengesetzt. Die Mediane sind hier im 1. Versuchsbesuch am niedrigsten (3,25 – 4,50 ppm). Des Weiteren fällt ein temperaturunabhängiges Absinken der Mediane zu der rundtränkenzugewandten Stallseite hin auf. Die Streubreite verringert sich hingegen temperaturabhängig. Je wärmer die Umgebungstemperatur ist, desto geringer fallen die Minimal- und Maximalwerte aus.

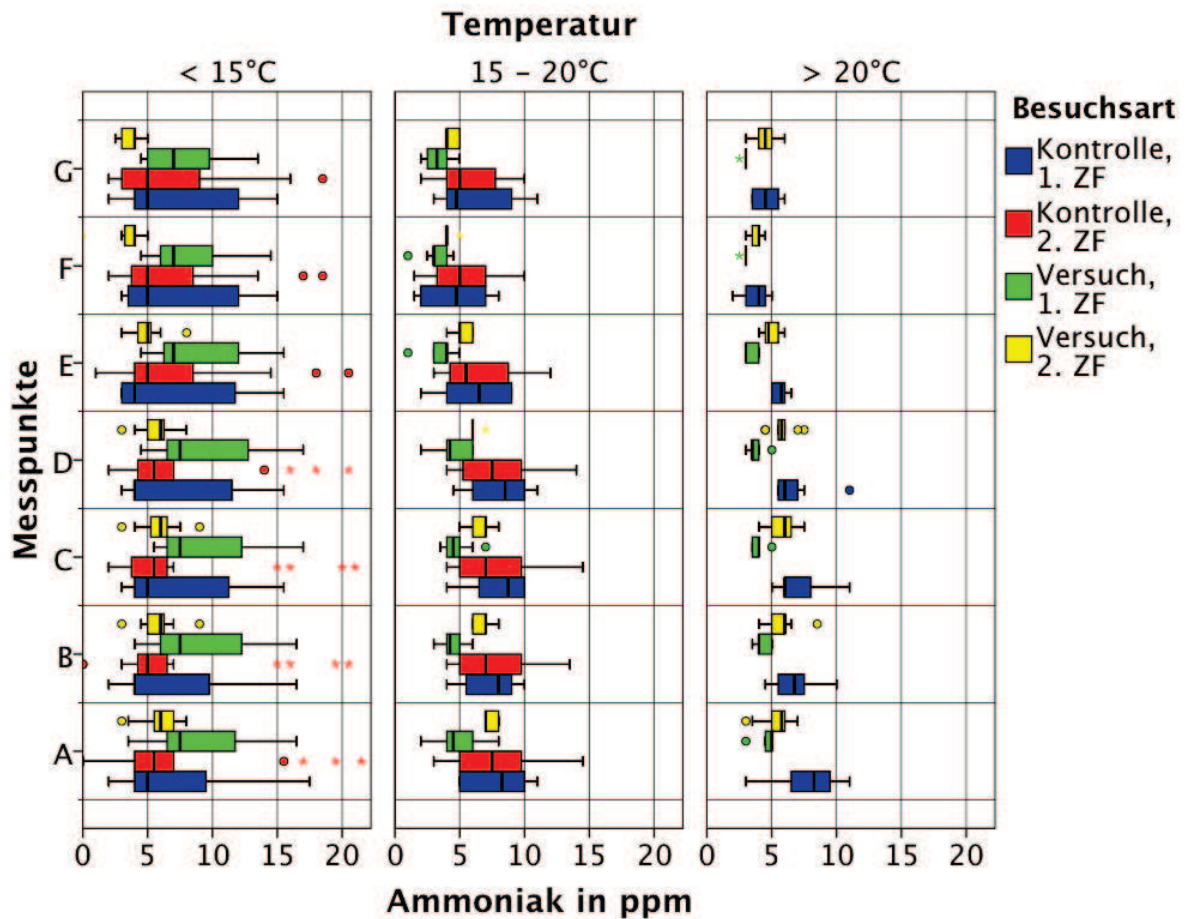


Abb. 30: Übersicht Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur, Betrieb 1 (Anzahl n = 945; Einheit: ppm; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 101 zu entnehmen)

4.3.2 Betrieb 2

4.3.2.1 Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite

Das multiple lineare Regressionsmodell für die Ammoniakgehalte in Betrieb 2 (Tabelle 48) ist genauso aufgebaut wie das von Betrieb 1. Der Intercept liegt bei 6,03 ppm und erfährt signifikante Beeinflussung durch die Parameter Besuchsart ($p < 0,001$), Einstreu ($p = 0,001$) Tagestemperatur ($p < 0,001$) und Tagesfeuchte ($p < 0,001$). Bei näherer Betrachtung der Besuchsart fällt auf, dass sich lediglich die Besuchsart Versuch, 1. Zeitfenster signifikant von der Referenzkategorie unterscheidet. Während der Ammoniakgehalt auf der Nippeltränkenstallseite im zweiten Kontrollbesuch absinkt ($\beta = -0,18$, $p = 0,289$), steigt er im ersten ($\beta = 0,54$, $p < 0,001$) und zweiten Versuchsbesuch an ($\beta = 0,23$, $p = 0,174$). Auf der Rundtränkenstallseite sind grundsätzlich keine signifikanten Änderungen zu den Staubwerten der Kontrollversuche

im 1. Zeitfenster auf der NT-Stallseite aufgetreten (siehe Stallseite längs und Wechselwirkung Besuchsart * Stallseite). Auffallend ist auch der Einfluss der Einstreu auf den Ammoniakgehalt. So steigt dieser tendenziell bei Verwendung von Gerste ($\beta = 0,04$, $p = 0,856$) oder Dinkelspelz ($\beta = 0,11$, $p = 0,604$) an. Betrachtet man die 95 %igen-Konfidenzintervalle der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle 104), so fällt auf, dass der Ammoniakgehalt lediglich signifikant innerhalb der Besuchsart Versuch, 1. Zeitfenster durch die Einstreu beeinflusst werden kann. Bei der Verwendung von Weizen liegt der Ammoniakgehalt der Stallluft höher.

Tab. 48: Multiples lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betrieb 2 (Anzahl $n = 765$; Anzahl n in der Analyse = 170 (limitierender Parameter: Stallseite); $R^2 = 0,502$ (korrigiertes $R^2 = 0,467$); Einheit: ppm; MW Tagestemperatur: 19,79 °C; MW Tagesfeuchtigkeit: 90,78 %; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten auf der Messpunktlinie A im Stall, RT-Stallseite den Werten der Messpunktlinie I)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p
Intercept	1,80	6,03	0,10	
Besuchsart				< 0,001
Kontrolle, 1. Zeitfenster	0a	.	.	.
Kontrolle, 2. Zeitfenster	-0,18	0,83	0,17	0,289
Versuch, 1. Zeitfenster	0,54	1,72	0,13	< 0,001
Versuch, 2. Zeitfenster	0,23	1,26	0,17	0,174
Stallseite, längs				0,102
NT-Seite	0a	.	.	.
RT-Seite	-0,14	0,87	0,12	.
Einstreu				0,001
Weizen	0a	.	.	.
Gerste	0,04	1,04	0,23	0,856
Dinkelspelz	0,11	1,12	0,15	0,460
Besuchsart * Stallseite, längs				0,490
Kontrolle, 1. ZF * NT-Seite	0a	.	.	.
Kontrolle, 2. ZF * RT-Seite	0,20	1,22	0,16	0,231
Versuch, 1. ZF * RT-Seite	0,03	1,03	0,16	0,864
Versuch, 2. ZF * RT-Seite	-0,05	0,95	0,18	0,801
Besuchsart * Einstreu				< 0,001
Kontrolle, 1. ZF, Weizen	0a	.	.	.
Kontrolle, 2. ZF * Dinkelspelz	-0,25	0,78	0,19	0,205
Versuch, 1. ZF * Dinkelspelz	-1,02	0,36	0,22	< 0,001
Tagestemperatur, zentriert	-0,11	0,90	0,02	< 0,001
Tagesfeuchte, zentriert	-0,03	0,97	0,01	< 0,001

Sowohl bei einem Anstieg der Tagestemperatur als auch bei einem Anstieg der Luftfeuchtigkeit konnte ein reduzierender Effekt auf die Ammoniakbelastung im Stall beobachtet werden. Bei Anstieg der Temperatur um eine Einheit (1 °C) sinkt der Ammoniakgehalt, ausgehend

von dem Mittelwert $19,79\text{ }^{\circ}\text{C}$, um $\beta = -0,11$ ($p < 0,001$). Bei Anstieg der Luftfeuchte um 1% , ausgehend vom Mittelwert $90,78\%$, steigt er um $\beta = -0,03$ ($p < 0,001$). Auch wenn es nicht jedes Mal betont wurde, so gelten die obigen Interpretationen eines einzelnen Prädiktors nur dann, wenn die anderen Prädiktoren und die metrischen Einflussgrößen die gleichen Werte annehmen wie bei der Interpretation des Intercepts. Die Regressionskoeffizienten der Wechselwirkungen dürfen nur unter Vorbehalt direkt miteinander verglichen werden, da sie, um Größenunterschiede ableiten zu können, zunächst in die Regressionsmodellgleichung eingefügt werden müssen.

4.3.2.2 Deskriptive Darstellung sämtlicher Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Bei Betrachtung der Abbildung 31 fällt auf, dass die Mediane des zweiten Versuchsbesuchs bei einer Temperatur von unter $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, verglichen mit allen anderen Besuchen, am höchsten liegen ($14,50 - 19,00\text{ ppm}$), gefolgt von denen des ersten Versuchsbesuchs bei Temperaturen zwischen $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Mediane der Kontrollbesuche sind tendenziell niedriger als die der Versuchsbesuche. So liegen bei Temperaturen unter $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ die Mediane des 2. Kontrollbesuchs ($7,00 - 8,50\text{ ppm}$) unter denen des zweiten Versuchsbesuchs ($14,50 - 19,00\text{ ppm}$). Bei Temperaturen zwischen $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sind die Mediane des 1. und 2. Kontrollbesuchs ($2,50 - 5\text{ ppm}$) niedriger als während des 1. Versuchsbesuchs ($9,25 - 11,00\text{ ppm}$). Bei Temperaturen über $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ist ein kontinuierlicher Anstieg der Staubwerte von Besuch zu Besuch feststellbar. Während bei den ersten Kontrollbesuchen die Ammoniakwerte noch zwischen $2,00$ und $4,00\text{ ppm}$ schwankten, lagen sie beim zweiten Kontrollbesuch zwischen $5,00$ und $6,00\text{ ppm}$. Im ersten Versuchsbesuch stieg der Ammoniakgehalt der Luft auf bis zu $8,00\text{ ppm}$ an. Die Streubreite der Ammoniakwerte lag während der Versuchsbesuche meist höher als während der Kontrollbesuche.

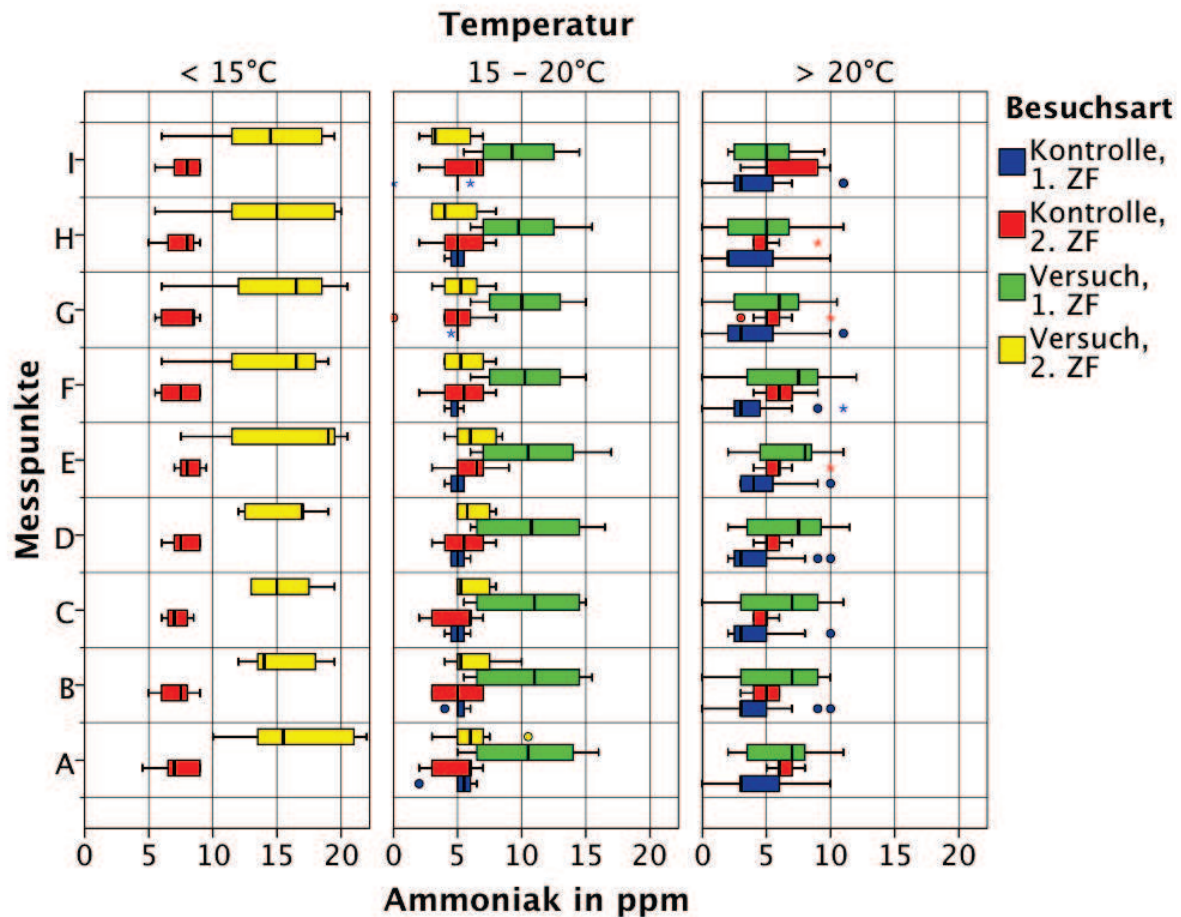


Abb. 31: Übersicht Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur, Betrieb 2 (Anzahl $n = 765$; Einheit: ppm; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 102 zu entnehmen)

4.3.3 Betrieb 3

4.3.3.1 Modellbildung zum Vergleich der Nippel- und Rundtränkenstallseite

Das multiple lineare Regressionsmodell für die Ammoniakwerte von Betrieb 3 (Tabelle 49) ist ebenso wie das von Betrieb 1 aufgebaut. Der Intercept beträgt 7,70 ppm. Allgemein besteht in diesem Betrieb ein gesicherter Zusammenhang zwischen den Parametern Besuchsart ($p = 0,002$), Tagestemperatur, zentriert ($p = 0,008$) und Tagesfeuchte, zentriert ($p < 0,001$) mit dem Ammoniakgehalt der Stallluft. Er nimmt stetig von Besuch zu Besuch auf der Nippeltränkenstallseite ab. Signifikant ist jedoch nur die Abnahme der Staubbelastung von Besuchsart Kontrolle, 1. Zeitfenster zu Besuchsart Versuch, 2. Zeitfenster ($\beta = -0,35, p = 0,014$). Dieser Trend ist auf die Rundtränkenstallseite übertragbar. Die Regressionskoeffizienten fallen vom zweiten Kontrollbesuch mit $-0,1$ über $-0,11$ zu $-0,45$ im zweiten Versuchsbesuch ab. Diese

Wechselwirkung ist jedoch nicht gesichert. Keine Stallseite in Abhängigkeit von der Besuchsart verhält sich signifikant zu der Referenzkategorie ($p = 0,776$). Mit in das Modell aufgenommene Ammoniakwerte sind grundsätzlich mit der Einstreuart Weizen verknüpft, deshalb kann kein Effekt der Einstreu innerhalb der Modells ermittelt werden. Der Ammoniakgehalt ist von der Tagestemperatur, zentriert und der Tagesfeuchte, zentriert abhängig. Steigt die Temperatur um eine Einheit an ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$) an, so sinken die Ammoniakwerte ab ($\beta = -0,03, p = 0,008$). Steigt jedoch die Luftfeuchte an, so steigt auch der Ammoniakgehalt der Stallluft an ($\beta = 0,03, p = 0,014$). Es gilt grundsätzlich zu beachten, dass bei Interpretation eines Prädiktors und des Intercepts sich die anderen Prädiktoren in ihrer Referenzkategorie befinden und die metrischen Einflussgrößen ihren Mittelwert annehmen.

Tab. 49: Multiples lineares Regressionsmodell ln(1 + Ammoniak), Betrieb 3 (Anzahl $n = 1125$; Anzahl n in der Analyse = 220 (limitierender Parameter: Stallseite); $R^2 = 0,319$ (korrigiertes $R^2 = 0,299$); Einheit: ppm; MW Tagestemperatur: $17,05\text{ }^{\circ}\text{C}$; MW Tagesfeuchtigkeit: $82,85\%$; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; NT-Stallseite entspricht allen Werten auf der Messpunktlinie A im Stall, RT-Stallseite den Werten der Messpunktlinie I; der Einfluss der Einstreu auf den Ammoniakwert konnte in diesem Betrieb nicht ermittelt werden, denn es wurde stets Weizen eingestreut)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p	
Intercept	2,04	7,70	0,10		
Besuchsart				0,002	
	Kontrolle, 1. Zeitfenster	0a	.	.	
	Kontrolle, 2. Zeitfenster	-0,10	0,91	0,15	0,500
	Versuch, 1. Zeitfenster	-0,18	0,83	0,14	0,190
	Versuch, 2. Zeitfenster	-0,35	0,71	0,14	0,014
Stallseite, längs				0,730	
	NT-Seite	0a	.	.	
	RT-Seite	-0,09	0,92	0,15	.
Einstreu					
	Weizen	0a	.	.	
Besuchsart * Stallseite, längs				0,776	
	Kontrolle, 1. ZF * NT-Seite	0a	.	.	
	Kontrolle, 2. ZF * RT-Seite	0,09	1,10	0,21	0,652
	Versuch, 1. ZF * RT-Seite	0,16	1,18	0,20	0,406
	Versuch, 2. ZF * RT-Seite	-0,01	0,99	0,20	0,961
Tagestemperatur, zentriert	-0,03	0,97	0,01	0,008	
Tagesfeuchte, zentriert	0,03	1,03	0,00	< 0,001	

4.3.3.2 Deskriptive Darstellung sämtlicher Ammoniakwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten

Bei der gesamten Betrachtung der Abbildung 32 fällt auf, dass die Mediane der Ammoniakwerte bei Temperaturen unter 15 °C beim zweiten Kontrollbesuch (10,00 – 11,00 ppm), gefolgt von denen des zweiten Versuchsbesuchs (8,25 – 10,00 ppm), am höchsten liegen.

Die Maximalwerte sind bei Temperaturen zwischen 15 °C und 20 °C am größten (14,00 – 16,00 ppm). Die Mediane der zweiten Versuchsbesuche (2,00 – 4,00 ppm) liegen in diesem Temperaturbereich deutlich sowohl unter denen der Kontrollbesuche (5,00 – 8,00 ppm) als auch unter denen des ersten Versuchsbesuchs (7,75 – 8,75 ppm). Bei Temperaturen über 20 °C verhält es sich anders. Hier sind die Mediane des Ammoniakgehalts der Stallluft während des 2. Versuchsbesuchs (4,75 – 7,50 ppm) am größten. Während des ersten Versuchsbesuchs schwanken sie zwischen 3,00 und 4,00 ppm. Ebenso sind beim zweiten Versuchsbesuch die größten Schwankungen innerhalb der Ammoniakwerte anzutreffen (0,00 – 11,00 ppm). Beim ersten Versuchsbesuch hingegen wurden häufig miteinander identische Ammoniakgehalte gemessen.

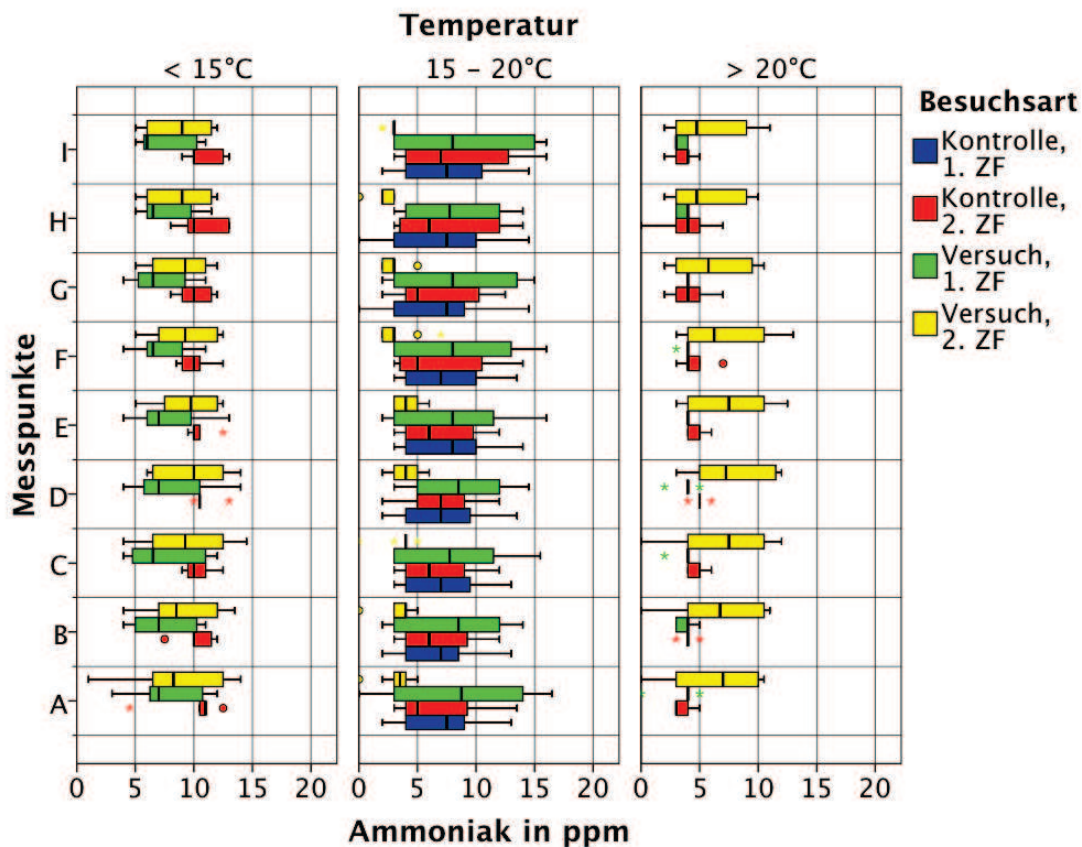


Abb. 32: Übersicht Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3 (Anzahl n = 990; Einheit: ppm; die exakten Werte zu dem Diagramm sind im Anhang der Tabelle 103 zu entnehmen)

4.3.4 Betriebe im Vergleich

In dem nachfolgenden Diagramm werden alle erhobenen Ammoniakwerte ($n = 5$ (Betrieb 2) Durchgänge bzw. $n = 8$ (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; Anzahl an Messpunkten pro Besuch: Betrieb 1: 35 Messpunkte; Betrieb 2 und 3: 45 Messpunkte) zusammenfassend dargestellt. Es wurde insgesamt eine durchschnittliche Ammoniakkonzentration zwischen $4,33 \pm 1,21$ ppm (Betrieb 2, Kontrolle, 1. Zeitfenster) und $8,76 \pm 0,24$ ppm (Betrieb 2, Versuch, 2. Zeitfenster) ermittelt. Die Betriebe verhalten sich uneinheitlich. Während in Betrieb 1 und 3 die Ammoniakkonzentrationen zu den Versuchsbesuchen hin annähernd konstant bleiben oder abnehmen, ist in Betrieb 2 ein Anstieg der Ammoniakwerte zu beobachten.

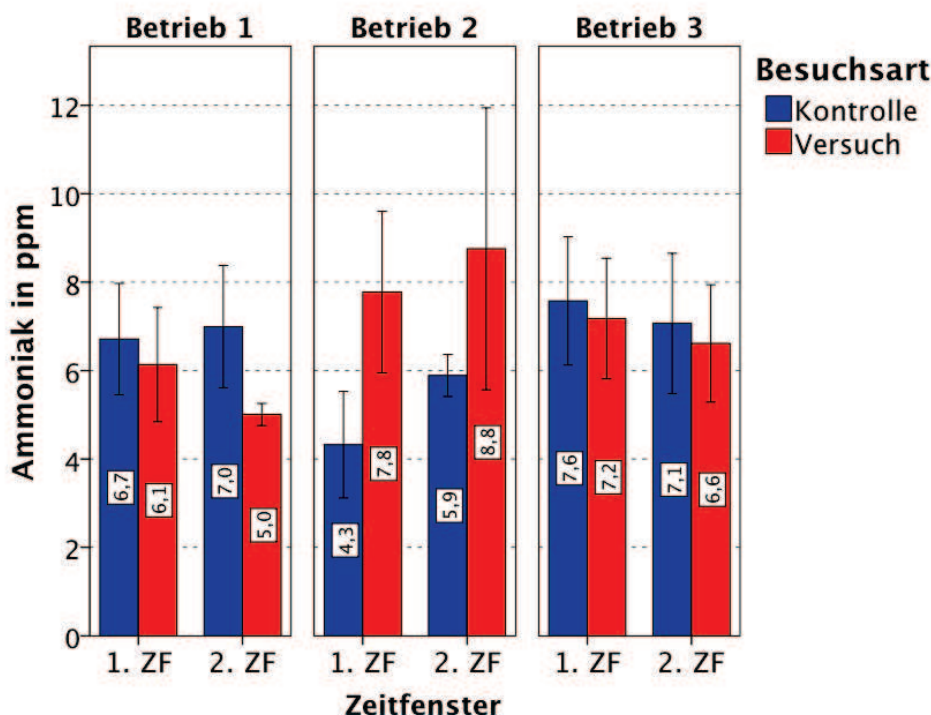


Abb. 33: Übersicht Ammoniak (MW \pm SEM), Betriebe im Vergleich ($n = 5$ (Betrieb 2) Durchgänge bzw. $n = 8$ Durchgänge (Betrieb 1 und 2); pro Besuch wurden an 35 (Betrieb 1) bzw. 45 (Betrieb 2 und 3) Messpunkten Ammoniakwerte ermittelt; Einheit: ppm; Details zu dem Diagramm können dem Anhang (Tabelle 108) entnommen werden)

Nach t-Test Berechnungen wurde der Ammoniakgehalt in der Stallluft weder über die Besuchsart (Kontrolle oder Versuch) noch über das Zeitfenster signifikant beeinflusst (siehe Tabelle 50).

Tab. 50: Ergänzender t-Test zu Diagramm 33: Übersicht Ammoniak, Betriebe im Vergleich
 (Um eine bessere Approximation an die Normalverteilung (= Voraussetzung für den t-Test) zu erhalten wurden die Ammoniakwerte um den Wert 1 addiert und anschließend logarithmiert, Details siehe Tabelle 109 im Anhang)

	Signifikanz		
	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,943	0,169	0,855
Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,525	0,787	0,731
Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,689	0,203	0,864
Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,253	0,324	0,776

4.4 Probeschachtungen

Die Ergebnisse der Probeschachtungen wurden alle mittels eines multiplen linearen Regressionsmodells analysiert. Um jedoch den multivariaten Zusammenhang der univariaten Zielgrößen zu berücksichtigen, wurden diese zeitgleich analysiert. Eine Ausnahme hierzu stellt das IgY-Regressionsmodell dar. Als Referenzkategorie wurde in jedem Modell der Parameter Betrieb 3, Besuchsart Kontrolle und Geschlecht weiblich festgelegt. Interessant im Rahmen dieser Arbeit ist vor allem der Vergleich der ermittelten Kontroll- mit den Versuchswerten innerhalb eines Betriebs, geschlechtsabhängig sowie geschlechtsunabhängig. Um diese Werte miteinander in Relation setzen zu können, ohne eine Anpassung der Regressionskoeffizienten in Form von Berechnungen innerhalb der Regressionsgleichung vornehmen zu müssen, wurde für jeden Parameter zusätzlich ein Diagramm erstellt. Die genauen Zahlen zu den jeweiligen Diagrammen können dem Anhang entnommen werden. Zur Abschätzung von Signifikanzen wurden diese aus den 95 %igen Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel, welche im Anhang aufgeführt sind, abgeleitet. Voraussetzung für die Ableitung war jedoch eine signifikante Wechselwirkung. Alle Tiere hatten die gleichen Altersvoraussetzungen, da sie am 39. Lebenstag geschlachtet worden sind.

Tab. 51: Übersicht Schlachtungsdurchgänge

Betrieb	Durchgang	Besuchsart	Lebenstag	Datum der Schlachtung
Betrieb 1	VII	Kontrolle	39. LT	03.03.2009
	VIII	Versuch	39. LT	18.05.2009
Betrieb 2	IV	Kontrolle	39. LT	13.07.2009
	V	Versuch	39. LT	22.06.2009
Betrieb 3	III	Versuch	39. LT	14.10.2008
	IV	Kontrolle	39. LT	04.11.2008

4.4.1 Schlachtwerte

Das durchschnittliche Lebendgewicht (\pm SEM) der Pekingtonen schwankte zwischen $2804,50 \pm 40,79$ g (Betrieb 3, Kontrolle) und $3113,50 \pm 37,77$ g (Betrieb 1, Versuch). Ein Einfluss des Betriebs und der Besuchsart auf das Lebendgewicht ist erkennbar (Betrieb * Besuchsart: $p = 0,010$). Die Enten der Betriebe 1 und 3, welche einen Zugang zu Rundtränken hatten, waren signifikant schwerer als die Kontrolltiere. Betrachtet man die Dreifach-Wechselwirkung, so stellt man beim Lebendgewicht fest, dass in den Betrieben 1 und 3 die weiblichen Kontrolltiere, ausgehend vom Mittelwert, grundsätzlich signifikant leichter waren als die weiblichen Versuchstiere. In Betrieb 3 kann diese Signifikanz zusätzlich bei den männlichen Enten festgestellt werden. Gleichzeitig kann in Betrieb 3 gesichert beobachtet werden, dass die weiblichen Kontrolltiere (MW \pm SEM: $2671,00 \pm 37,85$ g) leichter als die männlichen (MW \pm SEM: $2938,00 \pm 59,35$ g) waren. In Betrieb 2 waren die männlichen Enten während den Versuchsschlachtungen (MW \pm SEM: $3134,00 \pm 59,26$ g) signifikant schwerer als die weiblichen Tiere (MW \pm SEM: $2882,50 \pm 51,41$ g). Das durchschnittliche Schlachtkörpergewicht der Enten schwankte insgesamt zwischen $1969,90 \pm 31,55$ g (Betrieb 3, Kontrolle) und $2163,28 \pm 29,49$ g (Betrieb 3, Versuch). Dieser Unterschied in Betrieb 3 ist nach Betrachtung der 95%igen Konfidenzintervalle als signifikant einzustufen (Betrieb * Besuchsart: $p = 0,004$). Auch hier ist ein Geschlechtereinfluss zu beobachten (Betrieb * Besuchsart * Geschlecht: $p = 0,014$). Die weiblichen Kontrolltiere waren, ausgehend von den Mittelwerten, in den Betrieben 1 und 3 signifikant leichter als die weiblichen Versuchstiere. Gleichzeitig kann auch ein auffälliger Unterschied in Betrieb 3 zwischen den männlichen (MW \pm SEM: $2050,20 \pm 49,03$ g) und weiblichen Kontrolltieren (MW \pm SEM: $1889,60 \pm 31,67$ g) festgestellt werden. Erstere sind signifikant schwerer. Das durchschnittliche Gewicht der Brust lag zwischen $237,60 \pm 5,86$ g (Betrieb 2, Kontrolle) und $282,90 \pm 5,51$ g (Betrieb 2, Versuch). Prozentual gesehen, schwankte der Anteil der Brust am Schlachtkörper zwischen 12,34 % (Betrieb 1, Kontrolle) und 13,87 % (Betrieb 2, Versuch). Bei Betrachtung des Gewichts Schenkelpaar fällt auf, dass die Schenkel der Versuchstiere in Betrieb 3 (MW \pm SEM: $533,40 \pm 5,91$ g) signifikant schwerer waren als die der Kontrolltiere (MW \pm SEM: $482,50 \pm 6,91$). Der allgemeine p -Wert dieser Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart beträgt $< 0,001$. Insgesamt gesehen, schwankte der Mittelwert des Schenkelpaars zwischen $468,10 \pm 7,20$ g (Betrieb 2, Versuch) und $533,40 \pm 5,91$ g (Betrieb 3, Versuch). Der prozentuale Anteil des Gewichts Schenkelpaar am Schlachtkörper lag zwischen 23,75 % (Betrieb 1, Versuch) und 24,84 % (Betrieb 1, Kontrolle). Der Rest, welcher sich aus der Karkasse mit Hals, dem Abdominalfett, der Brusthaut, dem Flügelpaar, der Leber, dem Herz und dem Muskelmagen zusammensetzt, erreichte ein mittleres Gewicht (\pm SEM) zwischen $1212,19 \pm 21,34$ g (Kontrolle, Betrieb 3) und $1344,72 \pm 17,61$ g (Betrieb 3, Versuch). Prozentual gesehen, betrug sein Anteil am Schlachtkörper zwischen 60,55 % (Betrieb 1, Kontrolle) und 62,17 % (Betrieb 1, Versuch). Sowohl bei Betrieb 1 als auch bei Betrieb 3 konnte ein signifikanter Unterschied zwischen dem Restgewicht der Kontroll- und der Versuchsenten festgestellt werden. Diese und auch die nachfolgenden Signifikanzen beziehen sich stets auf die Mittelwerte. Das Gewicht der Versuchstiere war höher (Betrieb * Besuchsart: $p < 0,001$). Auch hier ist bei Betrachtung der Wechselwirkung

Betrieb * Besuchsart * Geschlecht ein zusätzlicher geschlechtlicher Zusammenhang zu erkennen ($p < 0,001$). Sowohl in Betrieb 1 als auch in Betrieb 3 war das Restgewicht der weiblichen Tiere signifikant geringer als das der männlichen Enten. Ebenso konnte in beiden Betrieben beobachtet werden, dass das Gewicht "Rest in Gramm" der weiblichen Versuchstiere höher war als das der weiblichen Kontrolltiere. Sämtliche obigen durchschnittlichen Zahlenangaben wurden, sofern nicht anders erwähnt, geschlechtsunabhängig gemittelt.

Tab. 52: Regressionsmodell Schlachtwerte (Anzahl $n = 240$; Anzahl n in der Analyse = 234; LT 39; Einheit: Gramm, Lebendgewicht: $R^2 = 0,287$ (korrigiertes $R^2 = 0,252$); Schlachtkörpergewicht: $R^2 = 0,199$ (korrigiertes $R^2 = 0,159$); Gewicht Brust: $R^2 = 0,138$ (korrigiertes $R^2 = 0,095$); Gewicht Schenkelpaar: $R^2 = 0,237$ (korrigiertes $R^2 = 0,199$); Rest: $R^2 = 0,315$ (korrigiertes $R^2 = 0,281$); der Rest setzt sich zusammen aus: Karkasse mit Hals, Abdominalfett, Brusthaut, Brusthaupaar, Leber, Herz und Muskelmagen; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	Lebendgewicht			Schlachtgewicht			Gewicht Brust			Gewicht Schenkelpaar			Rest		
	β	SE	p	β	SE	p	β	SE	p	β	SE	p	β	SE	p
Intercept	2678,95	51,25		1894,32	39,24		261,47	9,22		469,05	10,15		1132,12	23,45	
Betrieb			0,204			0,107			0,034			0,004			0,068
Betrieb 1	192,16	73,48	0,010	127,02	56,26	0,025	6,53	13,22	0,622	31,95	14,55	0,029	57,95	33,62	0,086
Betrieb 2	251,58	72,48	0,001	100,21	55,49	0,072	12,42	13,04	0,342	-3,89	14,35	0,786	97,73	33,16	0,004
Betrieb 3	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Besuchsart			<0,001			<0,001			0,002			0,015			<0,001
Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Versuch	362,05	71,57	.	229,18	54,80	.	27,83	12,87	.	53,15	14,17	.	179,42	32,75	.
Geschlecht			<0,001			0,003			0,003			<0,001			<0,001
♀	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
♂	282,16	73,48	.	172,57	56,26	.	-12,58	13,22	.	31,95	14,55	.	164,60	33,62	.
Betrieb * Besuchsart			<0,001			0,004			0,434			<0,001			<0,001
Betrieb 1 * Versuch	-84,16	101,93	0,410	-55,32	78,04	0,479	-6,83	18,33	0,710	-64,85	20,19	0,002	-5,25	46,64	0,911
Betrieb 2 * Versuch	-410,08	101,21	<0,001	-231,41	77,49	0,003	-18,82	18,20	0,302	-46,01	20,04	0,023	-202,29	46,31	<0,001
Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht			0,010			0,014			0,214			0,614			<0,001
Betrieb 1 * Versuch * ♂	-353,16	101,93	0,001	-280,87	78,04	<0,001	-25,02	18,33	0,174	6,65	20,19	0,742	-231,00	46,64	<0,001
Betrieb 1 * Kontrolle * ♂	-159,27	103,28	0,124	-103,51	79,08	0,192	-16,02	18,58	0,390	-14,15	20,45	0,490	-71,12	47,26	0,134
Betrieb 2 * Versuch * ♂	-30,66	101,93	0,764	-77,37	78,04	0,323	12,58	18,33	0,493	-4,35	20,19	0,830	-98,67	46,64	0,035
Betrieb 2 * Kontrolle * ♂	-99,69	102,57	0,332	-79,30	78,53	0,314	13,19	18,45	0,475	19,09	20,31	0,348	-108,05	46,93	0,022
Betrieb 3 * Versuch * ♂	-149,16	101,93	0,145	-93,02	78,04	0,235	-4,92	18,33	0,789	-9,55	20,19	0,637	-98,25	46,64	0,036
Betrieb 3 * Kontrolle * ♀	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.

Tab. 53: Ausgewählte Signifikanzen zu den Schlachtparametern (Sie wurden aus den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabellen 113 und 114) abgeleitet; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant)

Parameter	Lebend- gewicht	Schlachtkörper- gewicht	Gewicht		Gewicht Schenkelpaar	Gewicht Rest
			Brust	0,434		
Betrieb * Besuchsart	< 0,001	0,004	0,434	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Betrieb 1: Kontrolle vs. Versuch	s.	n. s.	-	n. s.	s.	s.
Betrieb 2: Kontrolle vs. Versuch	n. s.	n. s.	-	n. s.	n. s.	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle vs. Versuch	s.	s.	-	s.	s.	s.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht	0,010	0,014	0,214	0,614	< 0,001	< 0,001
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	n. s.	n. s.	-	-	-	s.
Betrieb 1: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	n. s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	s.	s.	-	-	-	s.
Betrieb 1: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	n. s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	n. s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	n. s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	n. s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	s.	s.	-	-	-	s.
Betrieb 3: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	n. s.	n. s.	-	-	-	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	s	s.	-	-	-	s.
Betrieb 3: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	s.	n. s.	-	-	-	n. s.

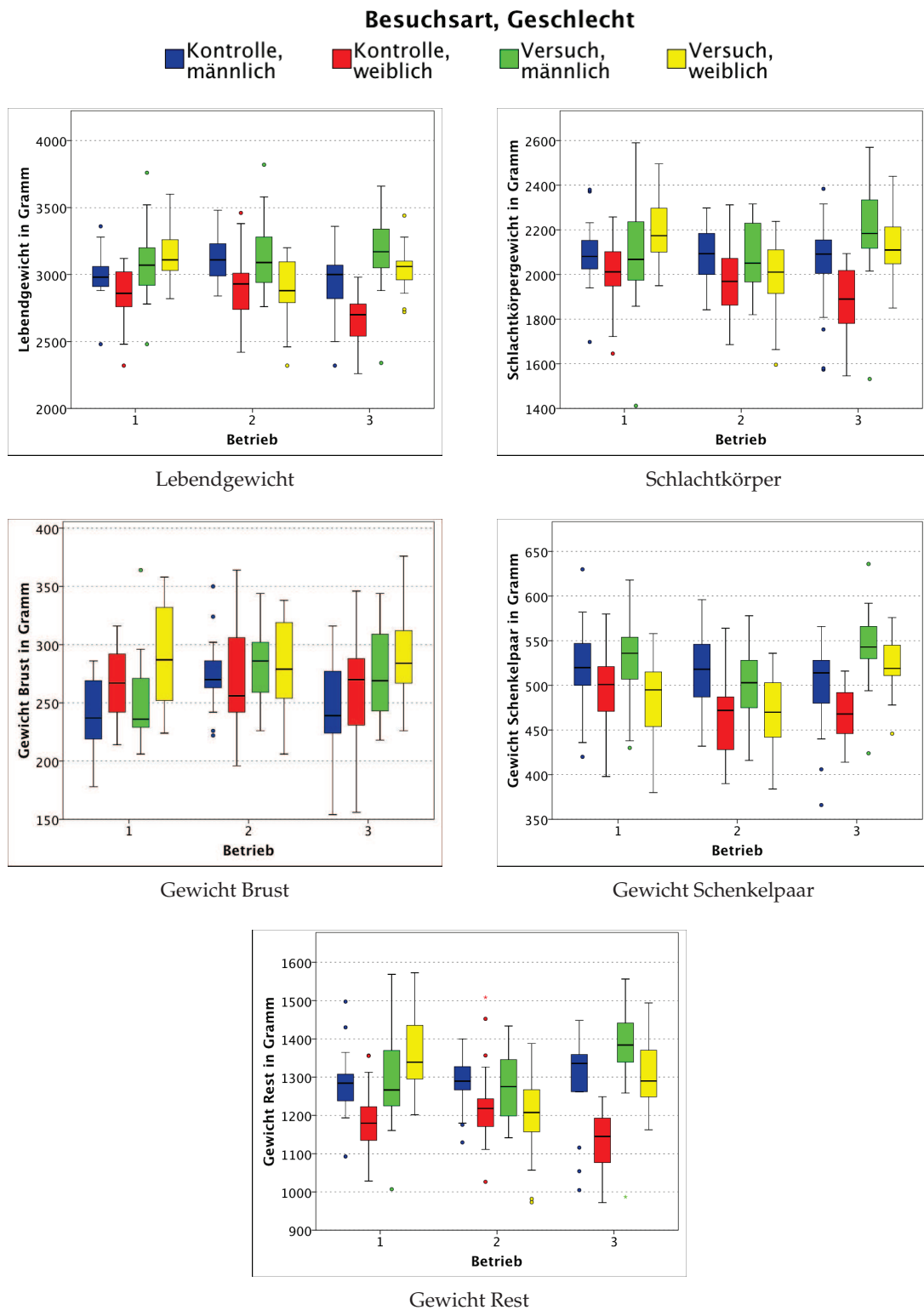


Abb. 34: Schlachtparameter (Darstellung der Schlachtparameter in Abhängigkeit von Betrieb, Besuchsart und Geschlecht; LT 39; Einheit: Gramm; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabellen 110, 111 und 112) entnommen werden; der Rest setzt sich zusammen aus der Karkasse mit Hals, dem Abdominalfett, der Brusthaut, dem Flügelpaar, der Leber, dem Herz und dem Muskelmagen)

4.4.2 Blutparameter

4.4.2.1 Hämatokrit und Hämoglobin

Die Hämatokritwerte innerhalb der drei Betriebe bewegten sich zwischen $32,75 \pm 0,40$ % (Betrieb 3, Kontrolle) und $38,75 \pm 0,48$ % (Betrieb 2, Kontrolle). Bei Betrachtung der Wechselwirkungen Betrieb * Besuchsart ($p = 0,005$) und Betrieb * Besuchsart * Geschlecht ($p = 0,010$) im Regressionsmodell (Tabelle 54) ist erkennbar, dass diese signifikant sind. In Betrieb 1 und Betrieb 2 kann bei Betrachtung der 95 % Konfidenzintervalle der geschätzten Randmittel beobachtet werden, dass die festgestellten Hämatokritmittelwerte der Kontrollschlachtungen stets höher waren als die der Versuchsschlachtungen. Auch bei Miteinbezug des Parameters Geschlecht gleichen sich die beiden Betriebe. Sowohl die männlichen Kontrolltiere in Betrieb 1 als auch in Betrieb 2 hatten einen signifikant höheren Hämatokritgehalt als die jeweiligen männlichen Versuchstiere. Innerhalb des Parameters Besuchsart Versuch besitzen in den Betrieben 1 und 2 die weiblichen Versuchstiere stets einen höheren Hämatokritwert als die männlichen Tiere. Lässt man die Wechselwirkung außer acht und betrachtet die Haupteffekte, so stellt man fest, dass in Betrieb 3 innerhalb der Kontrolle die männlichen Tiere einen niedrigeren Hämatokritwert aufweisen als die weiblichen Tiere ($\beta = -0,30$, $p < 0,001$). Innerhalb des weiblichen Geschlechts haben die Versuchstiere einen höheren Hämatokritwert ($\beta = 0,45$, $p < 0,001$).

Der durchschnittliche Hämoglobingehalt schwankte zwischen $6,44 \pm 0,09$ mmol/l (Betrieb 2, Versuch) und $7,15 \pm 0,07$ mmol/l (Betrieb 1, Kontrolle). Wie im Regressionsmodell zu erkennen ist, wird er sowohl durch die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart ($p = 0,039$) als auch durch die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht ($p = 0,029$) beeinflusst. Sowohl in Betrieb 1 als auch in Betrieb 2 war der Blutwert während der Kontrollschlachtungen signifikant höher als während der Versuchsschlachtungen. In beiden Betrieben ist auch eine Beeinflussung des Geschlechts erkennbar, denn die männlichen Versuchstiere hatten einen signifikant niedrigeren Hämoglobingehalt als die männlichen Kontrolltiere. In Betrieb 1 ist zusätzlich der weibliche Hämoglobinmittelwert der Kontrolltiere (MW: $7,21 \pm 0,09$ mmol/l) signifikant höher als der der weiblichen Versuchstiere (MW: $6,70 \pm 0,10$ mmol/l). Gleiches gilt in Betrieb 2. Der Hämoglobinmittelwert der weiblichen Versuchstiere (MW: $37,50 \pm 0,53$ mmol/l) verhält sich signifikant höher zu dem der männlichen Versuchstiere (MW: $33,70 \pm 0,87$ mmol/l). In Betrieb 3 sind innerhalb der Wechselwirkungen keine Signifikanzen zu beobachten. Bei Betrachtung des eigentlichen Regressionsmodells fällt jedoch auf, dass die weiblichen Versuchstiere einen signifikant niedrigeren Hämoglobingehalt besitzen als die Versuchstiere ($\beta = -0,25$, $p < 0,001$). Sämtliche obigen durchschnittlichen Zahlenangaben wurden, sofern nicht anders erwähnt, geschlechtsunabhängig gemittelt. Die Signifikanzangaben beziehen sich stets auf die Mittelwerte.

Tab. 54: Regressionsmodell Hämatokrit und Hämoglobin Anzahl n = 240; Anzahl n in der Analyse = 228; LT 39; Einheit: Hämatokrit in %, Hämoglobin in mmol/l; Hämatokrit: $R^2 = 0,314$ (korrigiertes $R^2 = 0,279$); Hämoglobin: $R^2 = 0,249$ (korrigiertes $R^2 = 0,211$); a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	Hämatokrit			Hämoglobin		
	β	SE	p	β	SE	p
Intercept	37,40	0,62		6,98	0,10	
Betrieb			0,010			< 0,001
Betrieb 1	0,04	0,92	0,968	0,23	0,15	0,128
Betrieb 2	2,15	0,87	0,014	-0,28	0,14	0,054
Betrieb 3	0a	.	.	0a	.	.
Besuchsart			< 0,001			< 0,001
Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.
Versuch	0,45	0,87	.	-0,25	0,14	.
Geschlecht			< 0,001			0,193
♀	0a	.	.	0a	.	.
♂	-40,30	0,87	.	-0,02	0,14	.
Betrieb * Besuchsart			0,005			0,039
Betrieb 1 * Versuch	-1,24	1,30	0,339	-0,36	0,22	0,095
Betrieb 2 * Versuch	-2,50	1,23	0,044	0,25	0,20	0,215
Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht			0,010			0,029
Betrieb 1 * Versuch * ♂	-3,74	1,27	0,004	-0,02	0,21	0,929
Betrieb 1 * Kontrolle * ♂	-0,19	1,29	0,881	-0,10	0,21	0,629
Betrieb 2 * Versuch * ♂	-3,50	1,23	0,005	-0,50	0,20	0,016
Betrieb 2 * Kontrolle * ♂	-1,30	1,23	0,292	0,13	0,20	0,527
Betrieb 3 * Versuch * ♂	-1,66	1,24	0,183	0,13	0,21	0,538
Betrieb 3 * Kontrolle * ♀	0a	.	.	0a	.	.

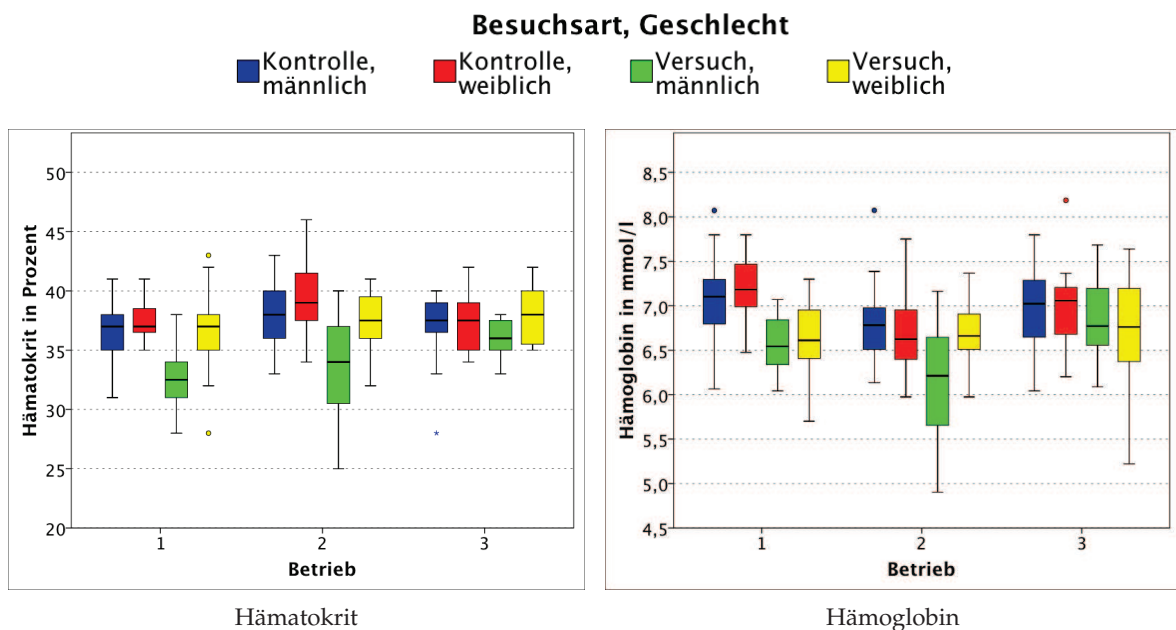


Abb. 35: Hämatokrit und Hämoglobin (Darstellung der Hämatokrit- und Hämoglobinwerte in Abhängigkeit von Betrieb, Besuchsart und Geschlecht; LT 39; Einheit Hämatokrit: %; Einheit Hämoglobin: mmol/l; Details zu den Diagrammen können dem Anhang (Tabellen 115, 116 und 117) entnommen werden)

Tab. 55: Ausgewählte Signifikanzen zu Hämatokrit und Hämoglobin (Sie wurden aus den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabellen 118 und 119) abgeleitet; ; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant)

Parameter	Hämatokrit	Hämoglobin
Betrieb * Besuchsart	0,005	0,039
Betrieb 1: Kontrolle vs. Versuch	s.	s.
Betrieb 2: Kontrolle vs. Versuch	s.	s.
Betrieb 3: Kontrolle vs. Versuch	n. s.	n. s.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht	0,010	0,029
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	n. s.	n. s.
Betrieb 1: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	s.	n. s.
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	n. s.	s.
Betrieb 1: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	s.	s.
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs Kontrolle ♂	n. s.	n. s.
Betrieb 2: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	s.	s.
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	n. s.	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	s.	s.
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs Kontrolle ♂	n. s.	n. s.
Betrieb 3: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	n. s.	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	n. s.	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	n. s.	n. s.

4.4.2.2 Immunglobulin Y

Die ermittelten IgY-Mittelwerte liegen zwischen $7,77 \pm 0,74$ mg/ml (Betrieb 3, Kontrolle) und $12,63 \pm 0,76$ mg/ml (Betrieb 1, Kontrolle). In Betrieb 1 konnte der IgY-Gehalt des Bluts der Kontrollschlachtungen aus organisatorischen Gründen (Institutsumzug) nicht untersucht werden. Betrachtet man die Parameter des IgY-Regressionsmodells (Tabelle 56), so fällt auf, dass lediglich der Haupteffekt Betrieb ($p < 0,001$) und die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart ($p = 0,005$) eine beeinflussende Wirkung auf das Modell ausüben. Bei Auseinandersetzung mit der für diese Arbeit interessanten Wechselwirkung fällt jedoch auf, dass sich die Mittelwerte des IgY-Gehalts von den Kontrolltieren zu den Versuchstieren sowohl in Betrieb 2 als auch in Betrieb 3 nicht signifikant voneinander unterscheiden. Auch ein Einfluss des Geschlechts auf den IgY-Gehalt im Blut, der bei den Hämatokrit- und Hämoglobinwerten anzutreffen ist, kann nicht beobachtet werden.

Tab. 56: Regressionsmodell Immunglobulin Y (Anzahl n = 240; Anzahl n in der Analyse = 199; LT: 39; Einheit: mg/ml; $R^2 = 0,193$ (korrigiertes $R^2 = 0,1549$); ein männliches Versuchstier von Betrieb 3 (82 mg/ml) musste aus dem Regressionsmodell ausgeschlossen werden, um eine bessere Approximation der Normalverteilung zu erreichen; in Betrieb 1 konnte der IgY-Gehalt des Bluts der Kontrollschlachtungen aus organisatorischen Gründen (Institutsumzug) nicht untersucht werden; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	β	SE	p
Intercept	6,93	0,93	
Betrieb			< 0,001
Betrieb 1	0,47	1,31	0,718
Betrieb 2	6,73	1,31	< 0,001
Betrieb 3	0a	.	.
Besuchsart			0,741
Kontrolle	0a	.	.
Versuch	2,25	1,31	.
Geschlecht			0,182
♀	0a	.	.
♂	1,68	1,31	.
Betrieb * Besuchsart			0,005
Betrieb 2 * Versuch	-4,62	1,85	0,014
Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht			0,109
Betrieb 1 * Versuch * ♂	-4,36	1,85	0,020
Betrieb 1 * Kontrolle * ♂	-	-	-
Betrieb 2 * Versuch * ♂	-3,14	1,85	0,092
Betrieb 2 * Kontrolle * ♂	-3,66	1,85	0,050
Betrieb 3 * Versuch * ♂	-1,17	1,87	0,531
Betrieb 3 * Kontrolle * ♀	0a	.	.

Tab. 57: Ausgewählte Signifikanzen zu Immunglobulin Y (Sie wurden aus den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabelle 120) abgeleitet; in Betrieb 1 konnte der IgY-Gehalt des Bluts der Kontrollschlachtungen aus organisatorischen Gründen (Institutsumzug) nicht untersucht werden; n. s. = nicht signifikant)

Parameter	IgY
Betrieb * Besuchsart	0,005
Betrieb 1: Kontrolle vs. Versuch	-
Betrieb 2: Kontrolle vs. Versuch	n.s.
Betrieb 3: Kontrolle vs. Versuch	n.s.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht	0,109

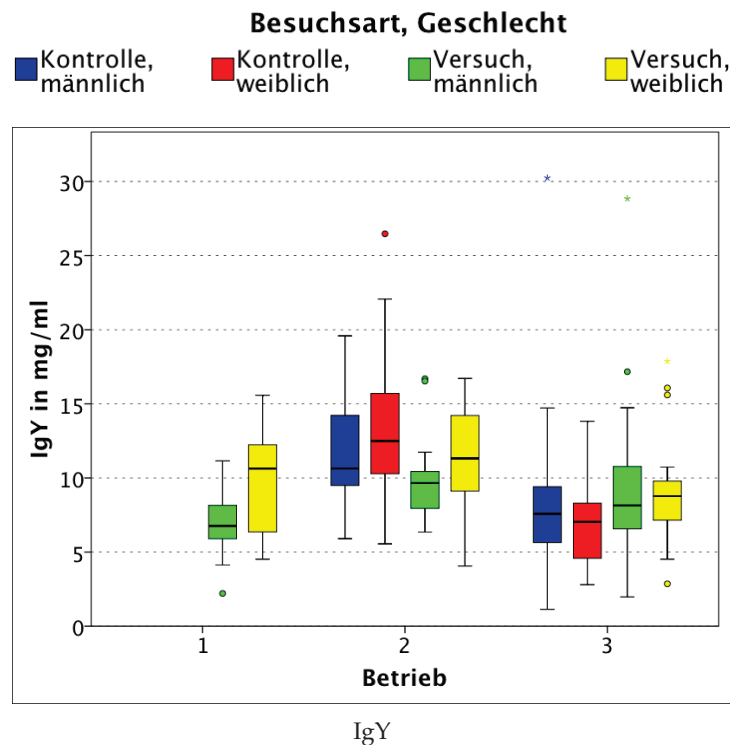


Abb. 36: IgY (Darstellung der Immunglobulin Y-Werte in Abhängigkeit von Betrieb, Besuchsart und Geschlecht; LT 39; Einheit: mg/ml; Details zu dem Diagramm können dem Anhang (Tabellen 115, 116 und 117) entnommen werden; in Betrieb 1 konnte der IgY-Gehalt des Bluts der Kontrollschlachtungen aus organisatorischen Gründen (Institutsumzug) nicht untersucht werden)

4.4.3 Knochenparameter

4.4.3.1 Femura

Der durchschnittliche Femurknochen (MW \pm SEM) wies

- eine Länge zwischen $67,48 \pm 0,43$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und $69,38 \pm 0,46$ mm (Betrieb 3, Versuch),
- eine Breite zwischen $6,63 \pm 0,06$ mm (Betrieb 1, Versuch) und $6,99 \pm 0,07$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und
- eine Höhe zwischen $7,98 \pm 0,06$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und $8,48 \pm 0,06$ mm (Betrieb 3, Versuch) auf.

Bei Betrachtung des Regressionsmodells (Tabelle 58) fällt auf, dass die Femurmaße häufig durch die Haupteffekte Betrieb, Besuchsart und Geschlecht signifikant beeinflusst werden. Die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart ist jedoch nur für die Breite ($p < 0,001$) und die Länge ($p < 0,001$) signifikant.

Die Dreifachwechselwirkung hat stets keinen signifikanten Einfluss auf die Größenparameter. Daraus kann gefolgert werden, dass das Geschlecht auf die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart keinen signifikanten Effekt ausübt. Bei Betrachtung des Haupteffekts Geschlecht innerhalb der Knochenmaße ist erkennbar, dass der p -Wert stets $< 0,001$ liegt. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die anderen Prädiktoren den Wert annehmen, welchen sie auch bei der Interpretation des Intercepts aufweisen.

Aus den geschätzten Randmitteln der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart kann aus den 95%igen-Konfidenzintervallen abgeleitet werden, dass in Betrieb 1 die Kontrollschlachttiere signifikant breitere Femura besitzen als die Versuchsschlachttiere. In Bezug auf die Höhe zeigten sich in den Betrieben 2 und 3 signifikante Unterschiede. In beiden Betrieben waren die Femura der Versuchsschlachttiere höher als die der Kontrollschlachttiere.

Bei der Auseinandersetzung mit der Knochenbruchfestigkeit ist festzustellen, dass zwar die Haupteffekte innerhalb des Regressionsmodells signifikante Effekte besitzen, die Wechselwirkungen Betrieb * Besuchsart und Betrieb * Besuchsart * Geschlecht jedoch keinen signifikanten Effekt haben. Dem Diagramm 37 und den Tabellen 121, 122 und 123 im Anhang ist zu entnehmen, dass sich in Betrieb 1 die ermittelte Knochenbruchfestigkeit der Kontroll- und Versuchstiere ähnelt (Kontrolle: MW: $231,00 \pm 4,00$ N, Versuch: MW: $230,07 \pm 4,18$ N). Die Knochenbruchfestigkeit der Versuchstiere (MW: $252,59 \pm 4,63$ N) in Betrieb 2 ist höher als die der Kontrolltiere (MW: $235,66 \pm 3,71$ N). Auch in Betrieb 3 verfügen die Femura der Versuchstiere (MW: $254,17 \pm 4,64$ N) über eine höhere Bruchfestigkeit als die der Kontrolltiere (MW: $240,11 \pm 4,45$ N). Bei der maximalen Dehnung der Femura verhält es sich anders. Hier verfügt kein Haupteffekt über eine signifikante Auswirkung. Die Wechselwirkungen Betrieb * Besuchsart ($p = 0,003$) und Betrieb * Besuchsart * Geschlecht ($p = 0,016$) wirken sich hingegen signifikant aus. Innerhalb von Betrieb 3 wiesen die Kontrolltiere einen signifikant höheren Dehnungswert als die Versuchstiere auf. Über das Hauptmodell konnte diese Signifikanz nicht ermittelt werden, da es geschlechterabhängig ist. Innerhalb der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht besitzen die Femura der männlichen Versuchstiere von Betrieb 1 einen höheren Dehnungswert als die der männlichen Kontrolltiere. Des Weiteren ist die maximale Dehnung der Femura der männlichen Versuchstiere signifikant höher als die der weiblichen Tiere. Sämtliche obigen durchschnittlichen Zahlenangaben wurden, sofern nicht anders erwähnt, geschlechtsunabhängig gemittelt.

Tab. 58: Regressionsmodell Femura (Anzahl $n = 240$; Anzahl n in der Analyse = 230; LT 39; Einheit: Länge, Breite und Höhe in mm, Bruchfestigkeit in Newton und Dehnung in mm; Länge: $R^2 = 0,496$ (korrigiertes $R^2 = 0,470$); Breite: $R^2 = 0,227$ (korrigiertes $R^2 = 0,188$); Höhe: $R^2 = 0,227$ (korrigiertes $R^2 = 0,188$); Bruchfestigkeit: $R^2 = 0,135$ (korrigiertes $R^2 = 0,091$); Dehnung: $R^2 = 0,119$ (korrigiertes $R^2 = 0,075$); $a =$ Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	Länge			Breite			Höhe			Bruchfestigkeit			Dehnung		
	β	SE	P	β	SE	P	β	SE	P	β	SE	P	β	SE	P
Intercept	66,35	0,46		6,81	0,07	0,001	7,79	0,10	0,475	232,77	6,00	< 0,001	2,21	0,06	0,223
Betrieb															
Betrieb 1	-0,10	0,65	0,874	0,12	0,10	0,234	0,36	0,14	0,012	-4,93	8,48	0,562	-0,18	0,08	0,021
Betrieb 2	-0,31	0,65	0,631	-0,16	0,10	0,117	0,03	0,14	0,821	-3,56	8,48	0,675	-0,06	0,08	0,450
Betrieb 3	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Besuchsart															
Kontrolle	0a	.	0,019	0a	.	0,066	0a	.	0,001	0a	.	0,021	0a	.	0,625
Versuch	1,18	0,65	.	-0,01	0,10	.	0,50	0,14	.	18,14	8,48	.	-0,15	0,08	.
Geschlecht															
♀	0a	.	< 0,001	0a	.	< 0,001	0a	.	< 0,001	0a	.	0,025	0a	.	0,819
♂	4,56	0,66	.	0,38	0,10	.	0,56	0,15	.	15,95	8,59	.	-0,04	0,08	.
Betrieb * Besuchsart															
Betrieb 1 * Versuch	-0,69	0,92	0,860	-0,41	0,14	0,004	-0,60	0,20	0,004	-19,12	12,00	0,150	0,10	0,11	0,377
Betrieb 2 * Versuch	-1,23	0,92	0,181	0,23	0,14	0,104	-0,01	0,20	0,944	0,48	12,00	0,968	0,13	0,11	0,254
Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht															
Betrieb 1 * Versuch * ♂	-1,10	0,93	0,572	-0,16	0,14	0,066	-0,48	0,21	0,021	-12,08	12,15	0,840	0,32	0,11	0,016
Betrieb 1 * Kontrolle * ♂	-1,18	0,93	0,238	-0,43	0,14	0,263	-0,31	0,21	0,135	-11,13	12,24	0,321	-0,02	0,11	0,004
Betrieb 2 * Versuch * ♂	-0,43	0,94	0,648	-0,30	0,14	0,037	-0,37	0,21	0,081	-10,80	12,34	0,364	0,02	0,11	0,846
Betrieb 2 * Kontrolle * ♂	-1,61	0,93	0,085	-0,17	0,14	0,227	-0,23	0,21	0,267	-1,72	12,15	0,888	-0,01	0,11	0,937
Betrieb 3 * Versuch * ♂	-0,66	0,93	0,478	-0,20	0,14	0,166	-0,20	0,21	0,335	-11,92	12,24	0,331	-0,02	0,11	0,885
Betrieb 3 * Kontrolle * ♀	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.

Tab. 59: Ausgewählte Signifikanzen zu Femurparametern (Sie wurden aus den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel (siehe Anhang Tabellen 124 und 125) abgeleitet; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant)

Parameter	Länge	Breite	Höhe	Bruchfestigkeit	Dehnung
Betrieb * Besuchsart	0,860	< 0,001	< 0,001	0,150	0,003
Betrieb 1: Kontrolle vs. Versuch	-	s.	n. s.	-	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle vs. Versuch	-	n. s.	s.	-	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle vs. Versuch	-	n. s.	s.	-	s.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht	0,572	0,066	0,282	0,840	0,016
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 1: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	-	-	-	-	s.
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 1: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	-	-	-	-	s.
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 2: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 3: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	-	-	-	-	n. s.
Betrieb 3: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	-	-	-	-	n. s.

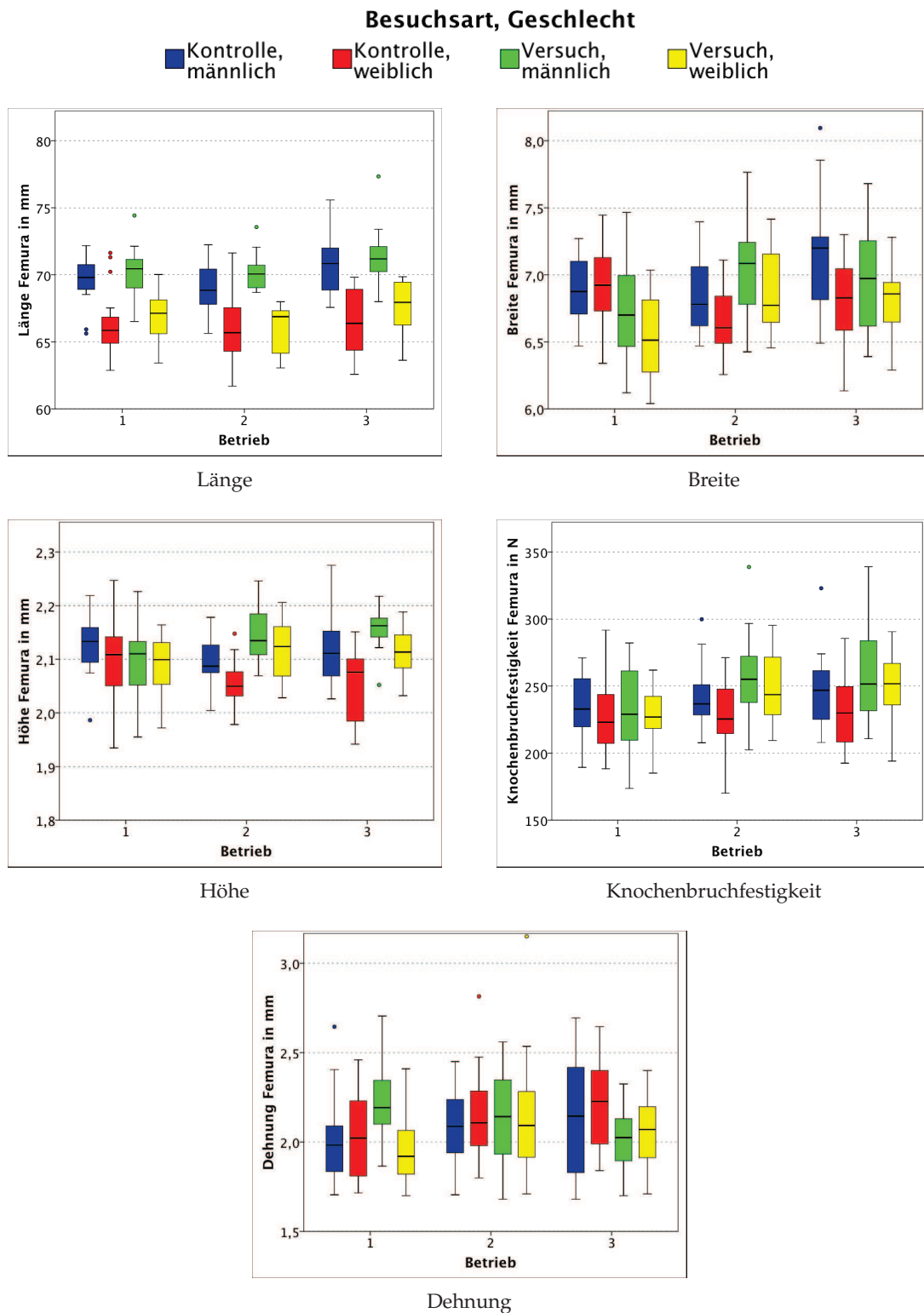


Abb. 37: Femurparameter (Darstellung der Femurparameter in Abhängigkeit von Betrieb, Besuchsart und Geschlecht; LT 39; Einheit: Länge, Breite und Höhe in mm, Bruchfestigkeit in Newton und Dehnung in mm; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabellen 121, 122 und 123 entnommen werden)

4.4.3.2 Tibiotarsi

Der durchschnittliche Tibiotarsus wies, unabhängig vom Geschlecht der Enten,

- eine Länge zwischen $110,56 \pm 0,55$ mm (Betrieb 1, Kontrolle) und $112,30 \pm 0,63$ mm (Betrieb 1, Versuch),
- eine Breite zwischen $7,04 \pm 0,06$ mm (Betrieb 1, Kontrolle) und $7,62 \pm 0,08$ mm (Betrieb 2, Versuch) und
- eine Höhe zwischen $6,32 \pm 0,05$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und $6,73 \pm 0,10$ mm (Betrieb 3, Kontrolle) auf.

Bei Betrachtung der Tibiotarsimaße innerhalb des Regressionsmodells (Tabelle 60) fällt auf, dass die Länge nur über den Haupteffekt Geschlecht beeinflussbar ist. Hierzu müssen jedoch die anderen Parameter den Wert annehmen, welchen sie auch bei der Interpretation des Intercepts haben. Breite und Höhe der Tibiotarsi werden durch alle Effekte beeinflusst. Eine Ausnahme stellt der Haupteffekt Besuchsart für die Höhe der Tibiotarsi dar. Bei der Auseinandersetzung mit den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart ($p = 0,028$) macht sich bemerkbar, dass sich die Breite der Tibiotarsi der Versuchstiere lediglich in Betrieb 1 signifikant von denen der Kontrolltiere unterscheidet. Sie ist bei den Versuchsschlachttieren stärker ausgeprägt. Innerhalb der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht ($p = 0,001$) sind die Knochen der männlichen Versuchstiere breiter als die der Kontrolltiere. In Betrieb 3 sind die Tibiotarsi der männlichen Kontrolltiere breiter als die der weiblichen. Hinsichtlich der Höhe ist aus den 95 %igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmittel der Wechselwirkung Betrieb * Besuch ($p < 0,001$) ein auffallender Unterschied zwischen den Kontroll- und den Versuchstieren in Betrieb 3 abzuleiten. Die Knochen der Kontrolltiere sind höher als die der Versuchstiere. Bei Betrachtung der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht ($p < 0,001$) fällt auf, dass in Betrieb 1 die weiblichen Kontrolltiere über signifikant höhere Knochen verfügen als die männlichen. Gleichzeitig ist die Höhe der Tibiotarsi der weiblichen Kontrolltiere signifikant stärker ausgeprägt als die der weiblichen Versuchstiere. Bei den männlichen Enten verhält sich die Signifikanz genau umgekehrt. In Betrieb 3 fallen innerhalb der Kontrollschlachtung die Tibiotarsi bei den männlichen Enten höher aus als bei den weiblichen. Die Tibiotarsi der männlichen Kontrolltiere sind gleichzeitig signifikant höher als die der männlichen Versuchstiere. Bei der Bruchfestigkeit wirkt sich lediglich der Haupteffekt Geschlecht signifikant aus. Innerhalb der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart ($p = 0,050$) ist keine für diese Arbeit interessante Wechselwirkung signifikant. Ähnlich verhält es sich bei der maximalen Dehnung der Tibiotarsi. Nur der Haupteffekt Betrieb wirkt sich hier auffallend aus. Insgesamt gesehen, schwankt die Bruchfestigkeit der Knochen zwischen $172,23 \pm 4,64$ N (Betrieb 1, Versuch) und $195,15 \pm 4,64$ N (Betrieb 2, Versuch). Die ermittelten maximalen Dehnungswerte liegen zwischen $3,80 \pm 0,10$ mm (Betrieb 2, Versuch) und $4,37 \pm 0,10$ mm (Betrieb 3, Kontrolle).

Tab. 60: Regressionsmodell Tibiotarsi (Anzahl $n = 240$; Anzahl n in der Analyse = 235; LT 39; Einheit: Länge, Breite und Höhe in mm, Bruchfestigkeit in Newton und Dehnung in mm; Länge: $R^2 = 0,393$ (korrigiertes $R^2 = 0,364$); Breite: $R^2 = 0,268$ (korrigiertes $R^2 = 0,232$); Höhe: $R^2 = 0,294$ (korrigiertes $R^2 = 0,259$); Bruchfestigkeit: $R^2 = 0,336$ (korrigiertes $R^2 = 0,303$); Dehnung: $R^2 = 0,106$ (korrigiertes $R^2 = 0,062$); $a =$ Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	Länge			Breite			Höhe			Bruchfestigkeit			Dehnung		
	β	SE	P	β	SE	P	β	SE	P	β	SE	P	β	SE	P
Intercept	108,32	0,74		7,11	0,10	<0,001	6,38	0,09	0,030	163,15	5,85	0,001	4,20	0,16	<0,001
Betrieb			0,543												
Betrieb 1	0,40	1,03	0,701	0,06	0,13	0,656	0,31	0,13	0,015	1,27	8,17	0,877	-0,11	0,22	0,623
Betrieb 2	0,68	1,07	0,529	0,10	0,14	0,455	-0,20	0,13	0,125	10,49	8,51	0,219	-0,02	0,23	0,948
Betrieb 3	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Besuchsart			0,057			<0,001			0,726			0,326			0,360
Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Versuch	1,22	1,03	.	0,33	0,13	.	-0,05	0,13	.	10,77	8,17	.	0,14	0,22	.
Geschlecht			<0,001			<0,001			0,007			<0,001			0,547
♀	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
♂	6,36	1,03	.	0,61	0,13	.	0,64	0,13	.	48,15	8,17	.	0,35	0,22	.
Betrieb * Besuchsart			0,278			0,028			<0,001			0,050			0,338
Betrieb 1 * Versuch	-0,01	1,45	0,996	-0,14	0,19	0,457	-0,36	0,18	0,045	-14,51	11,48	0,208	-0,18	0,31	0,553
Betrieb 2 * Versuch	-1,63	1,48	0,272	-0,27	0,19	0,165	0,39	0,18	0,033	-6,79	11,73	0,563	-0,44	0,32	0,170
Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht			0,514			0,001			<0,001			0,110			0,416
Betrieb 1 * Versuch * ♂	-1,61	1,45	0,267	-0,42	0,19	0,026	-0,33	0,18	0,066	-25,04	11,48	0,030	-0,40	0,31	0,204
Betrieb 1 * Kontrolle * ♂	-2,68	1,45	0,065	-0,87	0,19	<0,001	-1,31	0,18	<0,001	-20,01	11,48	0,083	-0,57	0,31	0,069
Betrieb 2 * Versuch * ♂	-1,00	1,45	0,489	-0,33	0,19	0,081	-0,55	0,18	0,002	-13,09	11,48	0,255	-0,53	0,31	0,089
Betrieb 2 * Kontrolle * ♂	-2,28	1,48	0,124	-0,32	0,19	0,094	-0,36	0,18	0,046	-32,68	11,73	0,006	-0,59	0,32	0,065
Betrieb 3 * Versuch * ♂	-1,55	1,46	0,289	-0,27	0,19	0,155	-0,47	0,18	0,010	-16,89	11,55	0,145	-0,32	0,31	0,301
Betrieb 3 * Kontrolle * ♀	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.	0a	.	.

Tab. 61: Ausgewählte Signifikanzen zu Tibiotarsiparametern (Sie wurden aus den 95 %-igen-Konfidenzintervallen der geschätzten Randmitteln(siehe Anhang Tabellen 129 und 130) abgeleitet; s. = signifikant; n. s. = nicht signifikant)

Parameter	Länge	Breite	Höhe	Bruchfestigkeit	Dehnung
Betrieb * Besuchsart	0,278	0,028	< 0,001	0,050	0,338
Betrieb 1: Kontrolle vs. Versuch	-	s.	n. s.	n. s.	-
Betrieb 2: Kontrolle vs. Versuch	-	n. s.	n. s.	n. s.	-
Betrieb 3: Kontrolle vs. Versuch	-	n. s.	s.	n. s.	-
Betrieb * Besuchsart * Geschlecht	0,514	0,001	< 0,001	0,110	0,416
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	-	n. s.	s.	-	-
Betrieb 1: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 1: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	-	n. s.	s.	-	-
Betrieb 1: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	-	s.	s.	-	-
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 2: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 2: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 2: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Kontrolle ♂	-	s.	s.	-	-
Betrieb 3: Versuch ♀ vs. Versuch ♂	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 3: Kontrolle ♀ vs. Versuch ♀	-	n. s.	n. s.	-	-
Betrieb 3: Kontrolle ♂ vs. Versuch ♂	-	n. s.	s.	-	-

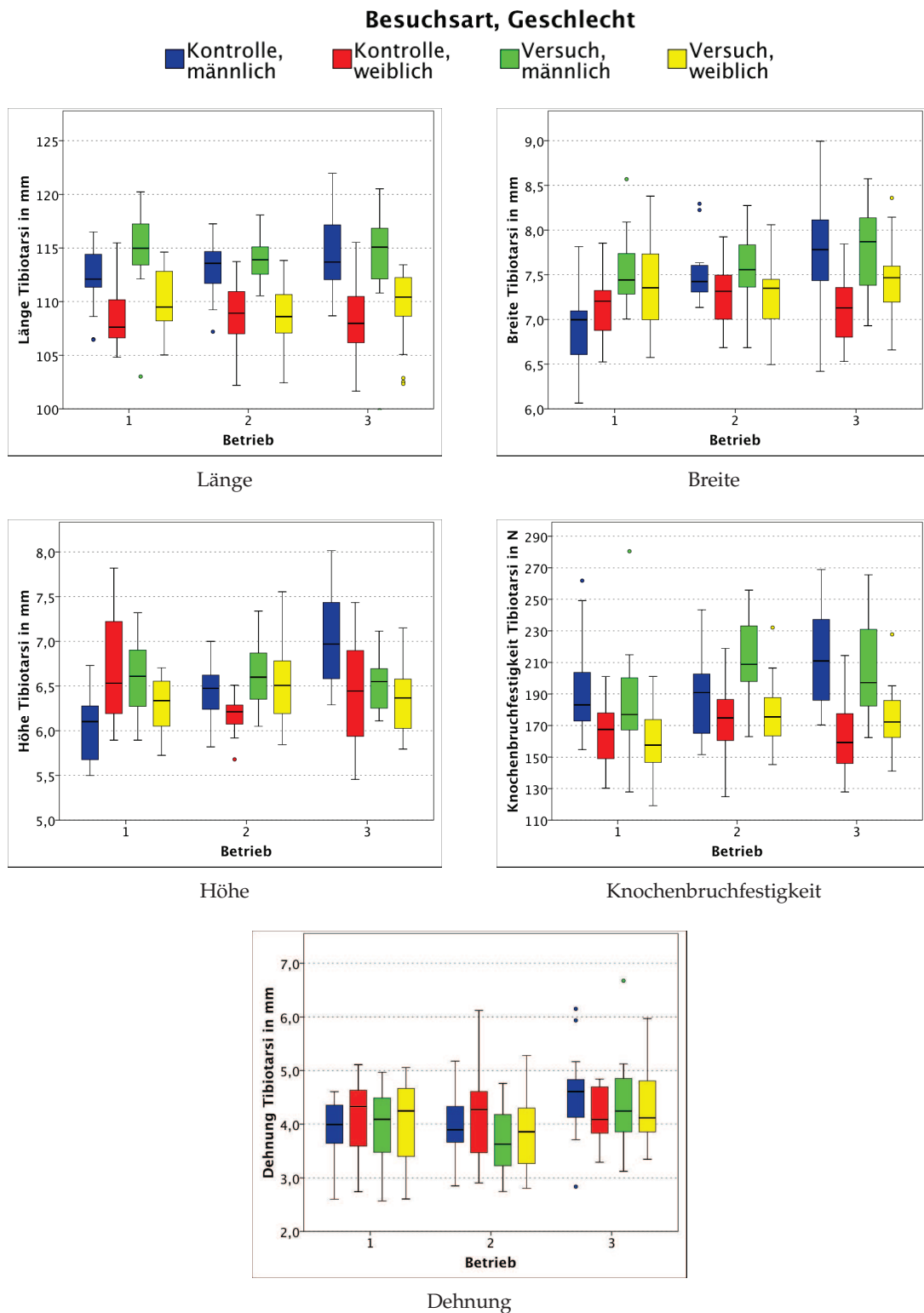


Abb. 38: Tibiotarsiparameter (Darstellung der Tibiotarsiparameter in Abhängigkeit von Betrieb, Besuchsart und Geschlecht; LT 39; Einheit: Länge, Breite und Höhe in mm, Bruchfestigkeit in Newton und Dehnung in mm; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabellen 126, 122 und 128 entnommen werden)

4.5 Bonitur

Wie in Kapitel 3.4 erwähnt, wurden die nachfolgenden Berechnungen mit dem Programmpaket R in der Version 2.8.1. erstellt. Daher sind die nachfolgenden Regressionsmodelle auch formal anders aufgebaut als die bisherigen. Häufig erfolgte eine Reduzierung der Regressionsmodelle, um für sie eine höhere Präzision, die sich in Form von geringeren Standardfehlern bemerkbar macht, zu erzielen. Innerhalb der Regressionsmodelle wurde als n (Anzahl) stets die Gesamtanzahl der Enten gewählt. Dem Anhang können sowohl die detaillierten Zahlen der nachfolgenden Bonitur-Diagramme entnommen werden als auch Mittelwertdiagramme inklusive t-Test-Auswertung mit n (Anzahl) der Durchgänge als Bezugsgröße (Abbildung 46 und Tabellen 146 – 149).

4.5.1 Paddel

4.5.1.1 Hyperkeratose der Paddel

Die absoluten und relativen Häufigkeiten zu dem Boniturmerkmal Hyperkeratose werden zum einen durch die Abbildung 39 und zum anderen durch die Tabellen 131, 132 und 133 im Anhang wiedergegeben. Insgesamt überwiegt, besuchsunabhängig gesehen, die Hyperkeratose mit 80,0 % in Betrieb 1, mit 87,7 % in Betrieb 2 und 83,3 % in Betrieb 3.

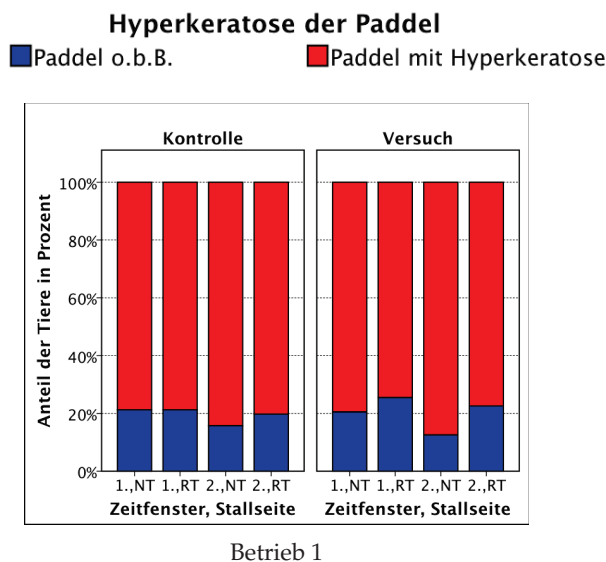


Abb. 39: Bonitur Hyperkeratose der Paddel (Betrieb 1: n = 3100; Betrieb 2: n = 2000; Betrieb 3: n = 3200; NT = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT = rundtränkenzugewandte Stallseite; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabelle 131, 132 und 133 entnommen werden)

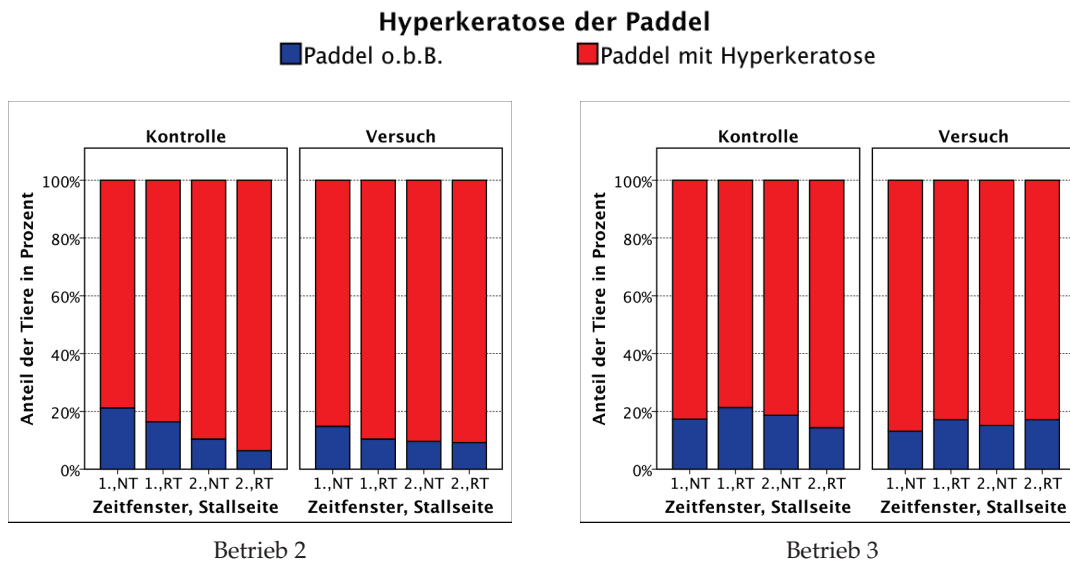


Abb. 39: Bonitur Hyperkeratose der Paddel (Betrieb 1: n = 3100; Betrieb 2: n = 2000; Betrieb 3: n = 3200; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabelle 131, 132 und 133 entnommen werden)

Die geschätzten Koeffizienten, Standardfehler, Signifikanzen und die 95%igen-Konfidenzintervalle für das Boniturmerkmal Hyperkeratose sind dem binären logistischen Regressionsmodell der Tabelle 62 zu entnehmen. Der Wert 0 innerhalb des Modells entspricht dem Vorliegen des Boniturmerkmals Paddel o. b. B., der Wert 1 dem Vorliegen einer Hyperkeratose. Der Intercept setzt sich aus den obigen kategorialen Prädiktoren, welche den Wert 0 (Betrieb 1; Kontrolle; 1. Zeitfenster; NT-Stallseite) annehmen, und dem Mittelwert der jeweiligen metrischen Größe (Ammoniakgehalt der Stallluft: 6,79 ppm; Staubgehalt der Stallluft: 0,82 mg/m³) zusammen. Beide metrischen Größen wurden für jeden Besuch stallseitenabhängig gemittelt. Daraus ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $\text{logit}^{-1}(1,34) = 0,79$ für eine Hyperkeratose. Es ist zu betonen, dass bei Betrachtung eines Parameters innerhalb des Modells die anderen Parameter auf den Wert ihrer Referenzkategorie bzw. die metrischen Größen auf ihren Mittelwert fixiert werden müssen. Des Weiteren gilt zu beachten, dass die β -Regressionskoeffizienten der linearen Wechselwirkungen eher als Fehlerkorrekturen zu verstehen sind. Die β -Regressionskoeffizienten müssen daher neu berechnet werden, indem die einzelnen β -Regressionskoeffizienten, welche Teil der Wechselwirkung sind, aufaddiert werden und zusätzlich der β -Regressionskoeffizient der Wechselwirkung (=Fehlerkorrektur) hinzuaddiert wird. Das Regressionsmodell der Hyperkeratose zeigt, dass der Parameter Betrieb keinen alleinigen signifikanten Einfluss besitzt. Dies ändert sich jedoch in Kombination des Prädiktors mit anderen kategorialen (Zeitfenster; Stallseite, längs) und metrischen (Ammoniak; Staub) Einflussgrößen. Der Parameter Besuchsart wirkt sich signifikant auf Betrieb 1 aus ($\beta = 0,26$, $p = 0,011$, KI: [1,06 ; 1,57]). Im ersten Betrieb auf der NT-Stallseite weist die Versuchsgruppe eine um mindestens 6% höhere Chance für eine Hyperkeratose auf als die Kontrollgruppe. Auf der RT-Stallseite liegt ein gegenteiliger

Effekt vor (Besuchsart * Stallseite, längs). Hier weisen die Enten der Versuchsgruppe ein um mindestens 10 % geringeres Risiko einer Hyperkeratose auf als die Enten der Kontrollgruppe ($\beta = -0,29$, $p = 0,005$, KI: [0,53 ; 0,90]).

Ein gesicherter Einfluss der Besuchsart konnte über die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart nicht ermittelt werden. Daher wurde sie aus dem Modell herausgenommen. Bei Einsetzen des Parameters 2. Zeitfenster in die Regressionsgleichung fällt auf, dass die Wahrscheinlichkeit für die Hyperkeratose $\text{logit}^{-1}(1,34 + 0,19) = 0,82$ auf der NT-Stallseite innerhalb des 2. Zeitfensters in Betrieb 1 bei mittlerer Ammoniak- und Staubbelastung beträgt. Sie liegt damit etwas über der Wahrscheinlichkeit des 1. Zeitfensters. Allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant ($p = 0,073$). Betrachtet man anstelle des ersten Betriebs den zweiten Betrieb ($\beta = 0,07$, $p = 0,006$, KI: [1,18 ; 2,66]), so ergibt sich im 2. Zeitfenster eine um mindestens 18 % höhere Chance für die Beobachtung einer Hyperkeratose als im 1. Zeitfenster. Im dritten Betrieb kann kein signifikanter Effekt des Zeitfensters auf den Boniturparameter Hyperkeratose festgestellt werden ($p = 0,957$).

Bei einem Wechsel von der NT-Stallseite zu der RT-Stallseite führt dies nach obigem Modell zu einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit für eine Hyperkeratose, denn: $\text{logit}^{-1}(1,34 - 0,17) = 0,76$. Voraussetzung für diese Abnahme der nicht signifikanten Wahrscheinlichkeit ($p = 0,843$) ist, dass die anderen Prädiktoren die gleichen Werte annehmen wie bei der Interpretation des Intercepts. Bei Betrachtung von Betrieb 1 anstelle von Betrieb 2 weisen die Enten auf der RT-Stallseite eine um mindestens 43 % höhere Chance für eine Hyperkeratose auf als Enten auf der NT-Stallseite ($\beta = 0,49$, $p < 0,001$, KI: [1,43 ; 2,93]). In Betrieb 3 hat der Wechsel der Stallseiten keinen signifikanten Einfluss auf die Ausprägung der Hyperkeratose ($p = 0,200$). Hinsichtlich des Ammoniakgehalts der Stallluft in den Betrieben 1 und 2 gibt es keine Hinweise, dass sich dieser auf die Ausbildung einer Hyperkeratose auswirkt (Betrieb 1: $p = 0,073$; Betrieb 2: $p = 0,070$). In Betrieb 3 führt hingegen eine Erhöhung der Ammoniakbelastung zu einer um mindestens 3% erhöhten Chance für das Vorliegen einer Hyperkeratose ($\beta = 0,10$, $p = 0,005$, KI: [1,03 ; 1,17]). Eine Erhöhung des Staubparameters um eine Einheit führt je nach Betrieb zu unterschiedlichen Resultaten. Während in Betrieb 1 sich das Risiko für eine Hyperkeratose mit zunehmender Staubbelastung erhöht ($\beta = 0,25$, $p = 0,039$), wird die Wahrscheinlichkeit in Betrieb 2 ($\beta = -1,17$, $p = 0,002$) und Betrieb 3 ($\beta = -0,78$, $p = 0,001$) geringer.

Tab. 62: Binäres logistisches Regressionsmodell Hyperkeratose der Paddel (Anzahl $n = 8300$; Anzahl n in der Analyse = 6500; MW Ammoniak: 6,79 ppm; MW Staub: 0,82 mg/m³; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	β	exp(β)	SE	p	95 %-KI für exp(β)
Intercept	1,34	3,82	0,10	< 0,001	[3,15 ; 4,67]
Betrieb	0a	.	.	.	.
Betrieb 1	-0,06	0,94	0,17	0,716	[0,68 ; 1,31]
Betrieb 2	0,10	1,11	0,14	0,468	[0,84 ; 1,45]
Betrieb 3	0a	.	.	.	.
Besuchsart	0,26	1,30	0,10	0,011	[1,06 ; 1,57]
Versuch	0a	.	.	.	.
Zeitfenster	0,19	1,21	0,10	0,073	[0,98 ; 1,47]
1. Zeitfenster	0a	.	.	.	.
2. Zeitfenster	0a	.	.	.	.
NT-Seite	-0,17	0,84	0,12	0,145	[0,67 ; 1,06]
RT-Seite	-0,38	0,68	0,14	0,005	[0,53 ; 0,90]
Besuchsart * Stallseite, längs	0a	.	.	.	.
Kontrolle * NT-Seite	0,57	1,77	0,21	0,006	[1,18 ; 2,66]
Versuch * RT-Seite	-0,01	0,99	0,16	0,957	[0,72 ; 1,37]
Zeitfenster * Betrieb	0a	.	.	.	.
1. ZF * Betrieb 1	0,72	2,05	0,18	< 0,001	[1,43 ; 2,93]
2. ZF * Betrieb 2	0,19	1,21	0,15	0,200	[0,90 ; 1,63]
2. ZF * Betrieb 3	-0,04	0,96	0,02	0,073	[0,93 ; 1,00]
Stallseite, längs * Betrieb	0,25	1,28	0,12	0,039	[1,01 ; 1,63]
NT-Seite * Betrieb 1	0a	.	.	.	.
RT-Seite * Betrieb 2	0,06	1,06	0,03	0,070	[0,10 ; 1,14]
RT-Seite * Betrieb 3	0,09	1,09	0,03	0,005	[1,03 ; 1,17]
Ammoniak, zentriert	0a	.	.	.	.
Staub, zentriert	-1,17	0,31	0,37	0,002	[0,15 ; 0,65]
Ammoniak, zentriert * Betrieb	-0,78	0,46	0,23	0,001	[0,29 ; 0,72]
Ammoniak, zentriert * Betrieb 1	.	.	.	.	.
Ammoniak, zentriert * Betrieb 2	.	.	.	.	.
Ammoniak, zentriert * Betrieb 3	.	.	.	.	.
Staub, zentriert * Betrieb 1	.	.	.	.	.
Staub, zentriert * Betrieb 2	.	.	.	.	.
Staub, zentriert * Betrieb 3	.	.	.	.	.

4.5.1.2 Paddelnekrose

Die ordinalskalierte Zielgröße Nekrose kann die Werte "keine", "leicht", "mittelgradig" oder "hochgradig" annehmen. Die Häufigkeiten der einzelnen Kategorien können entweder besuchsunabhängig der Tabelle 63 oder der Abbildung 40 mit den dazugehörigen Zahlen dem Anhang (Tabellen 134, 135 und 136) entnommen werden. Laut Tabelle 63 sind die Unterschiede zwischen dem ersten und dritten Betrieb, insgesamt gesehen, eher gering.

Tab. 63: Besuchsunabhängige Häufigkeitsverteilung des Boniturmerkmals Nekrose der Paddel

	keine	leicht	mittelgradig	hochgradig
Betrieb 1	60,7 % (1881)	22,3 % (691)	13,4 % (415)	3,6 % (113)
Betrieb 2	65,1 % (1302)	18,4 % (368)	11,4 % (228)	5,1 % (102)
Betrieb 3	60,8 % (1946)	21,5 % (689)	12,7 % (405)	5,0 % (160)
Insgesamt	61,8 % (5129)	21,1 % (1748)	13,6 % (1048)	4,5 % (375)

Tab. 64: kumulatives logistisches Regressionsmodell Nekrose der Paddel (Anzahl n = 8300; Anzahl n in der Analyse = 8300; MW Ammoniak: 6,74 ppm; $\theta_1 = 0,50$; $\theta_2 = 1,59$; $\theta_3 = 3,07$; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; ZF = Zeitfenster; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	β	SE	p	
Betrieb	Betrieb 1	0a	.	
	Betrieb 2	-0,77	0,12	< 0,001
	Betrieb 3	-0,07	0,10	0,230
Besuchsart	Kontrolle	0a	.	
	Versuch	0,20	0,09	0,012
Stallseite, längs	NT-Seite	0a	.	
	RT-Seite	-0,02	0,09	0,411
Besuchsart * Betrieb	Kontrolle * Betrieb 1	0a	.	
	Versuch * Betrieb 2	0,83	0,14	< 0,001
	Versuch * Betrieb 3	0,10	0,11	0,169
Besuchsart * Stallseite, längs	Kontrolle * NT-Seite	0a	.	
	Versuch * RT-Seite	-0,22	0,10	0,012
Stallseite, längs * Betrieb	NT-Seite * Betrieb 1	0a	.	
	RT-Seite * Betrieb 2	0,39	0,13	0,001
	RT-Seite * Betrieb 3	0,19	0,11	0,040
Ammoniak, zentriert	-0,04	0,01	0,001	
Ammoniak * Betrieb	Ammoniak, zentriert * Betrieb 1	0a	.	
	Ammoniak, zentriert * Betrieb 2	0,07	0,02	< 0,001
	Ammoniak, zentriert * Betrieb 3	0,07	0,02	< 0,001

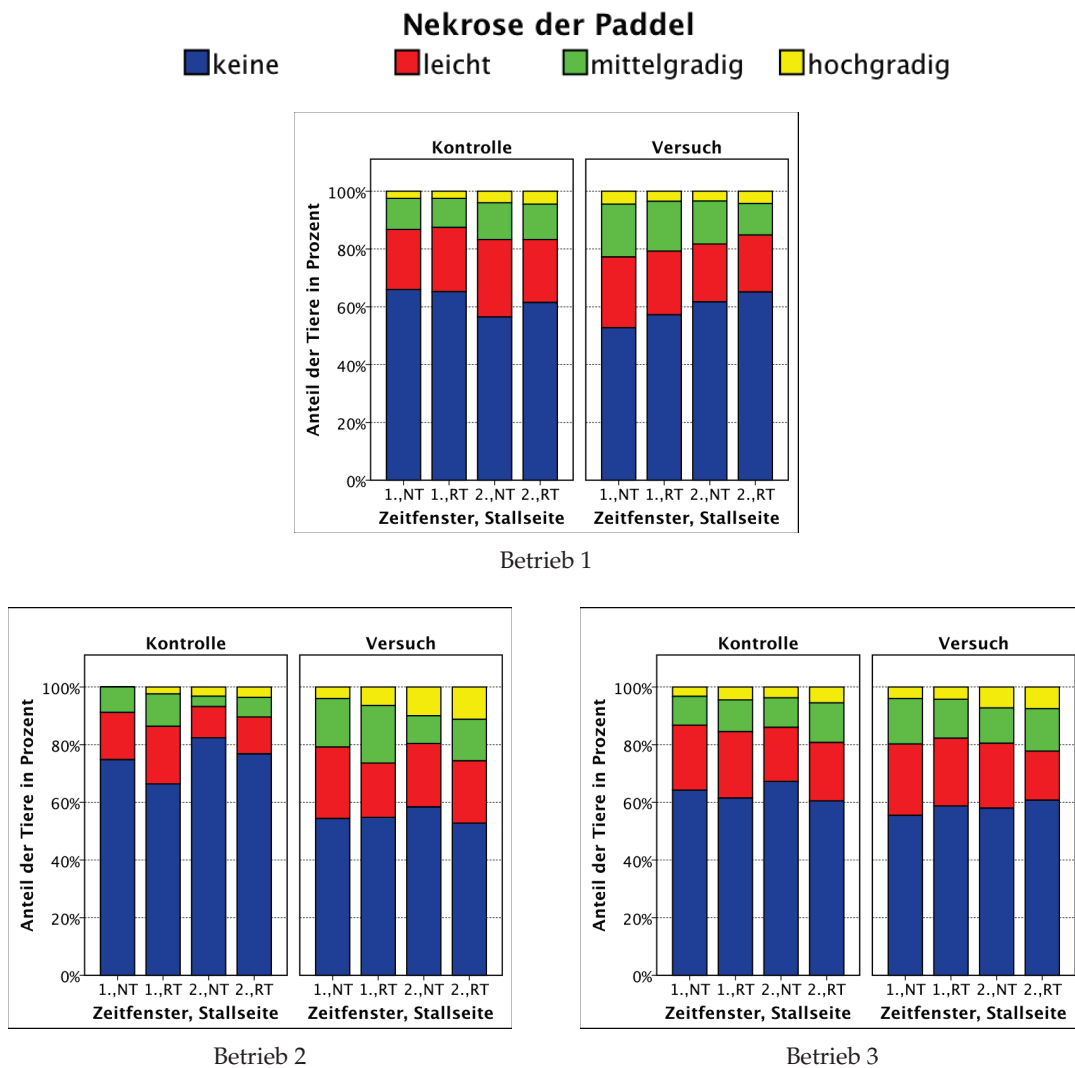


Abb. 40: Bonitur Nekrose der Paddel (Betrieb 1: n = 3100; Betrieb 2: n = 2000; Betrieb 3: n = 3200; NT = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT = rundtränkenzugewandte Stallseite; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabellen 134, 135 und 136 entnommen werden)

Innerhalb des kumulativen logistischen Regressionsmodells wurden neben den Schwellenwerten:

- $\theta_1 = 0,50$
- $\theta_2 = 1,59$
- $\theta_3 = 3,07$

auch die Regressionskoeffizienten, Standardfehler und Signifikanzen berechnet, welche der Tabelle 64 zu entnehmen sind. Als Referenzkategorie gelten in diesem Modell die Parameter Betrieb 1, Kontrolle und NT-Stallseite. Der Mittelwert des Ammoniakgehalts der Stallluft liegt bei 6,74 ppm. Er wurde stallseitenabhängig ermittelt. Die Parameter Zeitfenster und Staub wurden nicht mit in das Modell aufgenommen, da sie und ihre Wechselwirkungen

keine signifikanten Effekte aufwiesen. So konnte eine höhere Genauigkeit des Modells erreicht werden.

Zunächst wird mit der Interpretation Schwellenwerte begonnen. Diese Werte spiegeln die unterschiedlichen Häufigkeiten der beobachteten Nekrose-Kategorien wider. Der Wert θ_1 sagt aus, dass – sofern alle Prädiktoren ihre Referenzkategorie bzw. ihren Mittelwert annehmen – die Chance, eine Ente ohne Nekrose zu beobachten, um 65 % ($\exp(0,50) = 1,65$) höher liegt als eine Ente mit einer beliebigen Form der Nekrose. Die Interpretation der anderen Schwellenwerte erfolgt analog. Der zweite Schwellenwert mit $\exp(1,59) = 4,9$ sagt daher aus, dass das Risiko, eine Ente mit einer mittelgradigen oder hochgradigen Nekrose zu beobachten, im Vergleich zu dem Risiko, eine Ente ohne Paddelnekrose bzw. nur mit einer leichten Paddelnekrose zu begegnen, fünffach geringer ist. Der letzte Schwellenwert ergibt $\exp(3,07) = 21,54$, das heißt, die Chance, eine hochgradige Nekrose bei einer Ente zu beobachten, ist um das Einundzwanzigfache geringer als andere mögliche Ausprägungen der Nekrose.

Nun werden die Haupteffekte und ihre Wechselwirkungen analysiert. Sie gelten aufgrund der proportional-odds-Angabe in jeder der vier Nekrosekategorien. Auch in diesem Modell ist zu beachten, dass bei Betrachtung eines Parameters innerhalb des Modells die anderen Parameter auf den Wert ihrer Referenzkategorie bzw. die metrischen Größen auf ihren Mittelwert fixiert werden müssen. Weiter muss berücksichtigt werden, dass die β -Regressionskoeffizienten der linearen Wechselwirkungen eher als Fehlerkorrekturen zu verstehen sind. Die β -Regressionskoeffizienten müssen daher neu berechnet werden. Die einzelnen β -Regressionskoeffizienten, welche Teil der Wechselwirkung sind, werden aufaddiert und zusätzlich wird der β -Regressionskoeffizient der Wechselwirkung (= Fehlerkorrektur) hinzuaddiert.

Innerhalb des Modells führt ein Wechsel des Betriebs zu einem positiven Effekt der Einflussgrößen auf die kumulierten Chancen. Die Chance für die Ausprägung einer Nekrose sinkt. Bei einem Wechsel von Betrieb 1 zu Betrieb 2 verringert sich die Chance signifikant ($\beta = -0,77$, $p < 0,001$). Bei einem Wechsel zu Betrieb 3 lässt sich eine Tendenz erkennen ($\beta = -0,07$, $p = 0,230$). Der Wechsel von einer Kontroll- in eine Versuchsgruppe ist mit einem negativen, linearen Effekt verbunden ($\beta = 0,20$, $p = 0,012$). Die Chance, keine Nekroseerkrankung zu beobachten, sinkt innerhalb der Referenzkategorien. Dieser negative Effekt ist auch bei der Wechselwirkung Besuchsart * Betrieb zu beobachten. Am stärksten ist er in Betrieb 2 ($\beta = 0,26$, $p < 0,001$) ausgeprägt, gefolgt von Betrieb 3 ($\beta = 0,23$, $p = 0,169$) und Betrieb 1. Diese Feststellung deckt sich mit dem Diagramm 40.

Der Wechsel der Stallseite führt innerhalb der Referenzkategorien zu keiner gesicherten Veränderung hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer Nekrose ($\beta = -0,02$, $p = 0,411$). In Betrieb 2 ($\beta = -0,04$, $p = 0,001$) und Betrieb 3 ($\beta = 0,10$, $p = 0,040$) wirkt sich die Stallseite aber signifikant innerhalb der Besuchsart Kontrolle aus.

Eine Erhöhung der Ammoniakkonzentration um eine Einheit führt lediglich in Betrieb 1 zu einem positiven signifikanten Effekt auf die kumulierten Chancen, das Risiko einer Nekrose nimmt ab (Betrieb 1: $\beta = -0,04$, $p = 0,001$. In den Betrieben 2 und 3 ist das Gegenteil der Fall (Betrieb 2: $\beta = 0,07$, $p < 0,001$; Betrieb 3: $\beta = 0,07$, $p < 0,001$).

4.5.2 Augen

4.5.2.1 Augenumgebung

Die relativen und absoluten Häufigkeiten des Boniturmerkmals Augenumgebung sind der Abbildung 41 und den hierzu ergänzenden Tabellen 137, 138 und 139 aus dem Anhang zu entnehmen. Das nachfolgende Regressionsmodell umfasst nur die Parameter Betrieb, Besuchsart und Staub, zentriert bzw. Ammoniak, zentriert im Rahmen einer Wechselwirkung. Die Untersuchung der Beeinflussung der Augenumgebung durch die Besuchsart, das Zeitfenster, die Stallseite und die Reduzierung der Rundtränkenanzahl erfolgt in der Dissertation HARNISCH (2012). Wie auch bei der Nekrose, so wird das ordinalskalierte Merkmal Gefiederver Verschmutzung-Augenumgebung über kumulierte logistische Regressionsmodelle gerechnet.

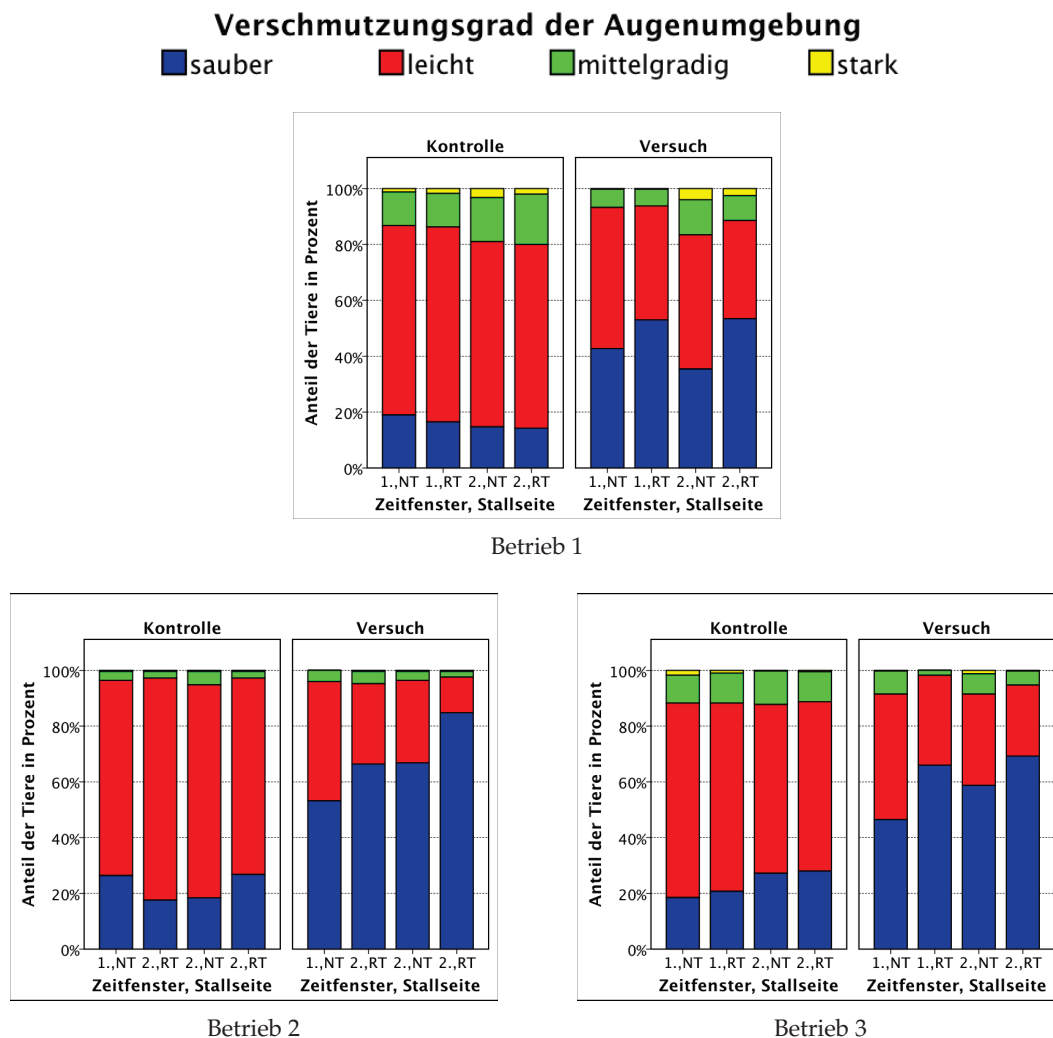


Abb. 41: Bonitur Augenumgebung (Betrieb 1: n = 3100; Betrieb 2: n = 2000; Betrieb 3: n = 3200; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; Details der Diagramme können im Anhang den Tabellen 137, 138 und 139 entnommen werden)

Die Schwellenwerte für die Augenumgebung in Bezug auf die Modelle Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert und Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert lauten:

- $\theta_1 = -0,48$ bzw. $-0,21$
- $\theta_2 = 2,32$ bzw. $2,88$
- $\theta_3 = 4,59$ bzw. $5,04$

Aus den Schwellenwerten kann abgeleitet werden, dass die Chance, eine Ente mit sauberer Augenumgebung zu finden, um das ca. 1,6 (bzw. 1,2)-Fache geringer ist ($1/\exp(-0,48)$ bzw. $1/\exp(-0,21)$) als auf eine Ente mit verschmutzter Augenumgebung. Die Chance hingegen, eine Ente mit sauberer oder leicht verschmutzter Augenumgebung zu beobachten, ist um das 10,2 (bzw. 17,8)-Fache höher als Enten mit einer mittelgradigen oder stark verschmutzten Augenumgebung ($\exp(2,32)$ bzw. $\exp(2,88)$). Der letzte Schwellenwert besagt, dass die Chance, eine Ente mit starkem Verschmutzungsgrad anzutreffen, um das ca. 98,5 (bzw. 154,5)-Fache geringer ist als Enten mit einem geringeren Verschmutzungsgrad ($\exp(4,59)$ bzw. $\exp(5,04)$). Diese Interpretationen gelten jedoch nur bei Annahme der jeweiligen Mittelwerte der metrischen Prädiktoren (MW Ammoniak: 6,74 ppm; MW Staub: 0,82 mg/m³). In dem kumulativen logistischen Regressionsmodell Augenumgebung Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert der Tabelle 65 fällt auf, dass sich fast alle Schwellenwerte negativ verschieben. Somit erhöht sich das Risiko mit zunehmender Staubbelastung für eine Gefiederverschmutzung der Augenumgebung. Ein signifikant negativer linearer Effekt auf die Schwellenwerte kommt nur in Betrieb 1 ($\beta = 0,48, p < 0,001$) und Betrieb 3 ($\beta = 0,59, p < 0,001$) während der Besuchsart Kontrolle und in Betrieb 2 während der Besuchsart Versuch ($\beta = 1,85, p < 0,001$) vor. Eine Ausnahme stellt die Besuchsart Kontrolle innerhalb von Betrieb 2 dar. Hier verhält es sich entgegengesetzt. Das Risiko für eine zunehmende Gefiederverschmutzung nimmt mit zunehmender Staubkonzentration signifikant ab ($\beta = -0,70, p < 0,001$).

Tab. 65: Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenumgebung für die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert (Anzahl n = 8300; Anzahl n in der Analyse = 8300; MW Staub: 0,82 mg/m³; $\theta_1 = -0,48$; $\theta_2 = 2,31$; $\theta_3 = 4,59$)

Parameter	β	SE	p
Betrieb 1 * Kontrolle * Staub, zentriert	0,48	0,08	< 0,001
Betrieb 1 * Versuch * Staub, zentriert	0,14	0,12	0,129
Betrieb 2 * Kontrolle * Staub, zentriert	-0,70	0,17	< 0,001
Betrieb 2 * Versuch * Staub, zentriert	1,85	0,20	< 0,001
Betrieb 3 * Kontrolle * Staub, zentriert	0,59	0,11	< 0,001
Betrieb 3 * Versuch * Staub, zentriert	0,09	0,12	0,225

Häufig führt auch der Anstieg der Ammoniakkonzentration zu einem signifikant negativen linearen Effekt auf die Schwellenwerte (siehe Regressionsmodell Augenumgebung Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert (Tabelle 66)). Das Risiko für eine zunehmende Gefiederverschmutzung steigt. Abweichungen bietet allerdings die Besuchsart Versuch von Betrieb 2 ($\beta = -0,09, p < 0,001$) und Betrieb 3 ($\beta = -0,06, p < 0,001$). Hier sinkt bei zunehmender Ammoniakkonzentration das Risiko für eine verschmutzte Augenumgebung signifikant.

Tab. 66: Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenumgebung für die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert (Anzahl n = 8300; Anzahl n in der Analyse = 8300; MW Ammoniak: 6,74 ppm; $\theta_1 = -0,21$; $\theta_2 = 2,88$; $\theta_3 = 5,04$)

Parameter	β	SE	p
Betrieb 1 * Kontrolle * Ammoniak, zentriert	0,16	0,01	< 0,001
Betrieb 1 * Versuch * Ammoniak, zentriert	0,02	0,01	0,043
Betrieb 2 * Kontrolle * Ammoniak, zentriert	0,13	0,02	< 0,001
Betrieb 2 * Versuch * Ammoniak, zentriert	-0,09	0,01	< 0,001
Betrieb 3 * Kontrolle * Ammoniak, zentriert	0,09	0,01	< 0,001
Betrieb 3 * Versuch * Ammoniak, zentriert	-0,06	0,01	< 0,001

4.5.2.2 Augentzündung

Die relativen Häufigkeiten der Augentzündungen sind in Abbildung 42 ablesbar. Die ergänzenden relativen und absoluten Häufigkeiten werden im Anhang in den Tabellen 140, 141 und 142 aufgelistet. Ebenso wie im Modell der Augenumgebung, so wird die Untersuchung der Beeinflussung durch die Besuchsart, das Zeitfenster und der Stallseite in der Dissertation HARNISCH (2012) durchgeführt. Die nachfolgenden Regressionsmodelle umfassen daher ebenfalls nur die Parameter Betrieb, Besuchsart und Staub bzw. Ammoniak im Rahmen einer Wechselwirkung.

Im Falle der Analyse der Augentzündung ist wie bei der Nekrose und der Gefiederverschmutzung-Augenumgebung das kumulative logistische Regressionsmodell das Modell der Wahl. Die folgenden Regressionsmodelle sind identisch zu denen der Gefiederverschmutzung-Augenumgebung aufgebaut. Auch hier beträgt der Mittelwert der metrischen Prädiktoren für Staub $0,82 \text{ mg/m}^3$ und für Ammoniak 6,74 ppm. Sie wurden jeweils stallseitenabhängig ermittelt.

Die Schwellenwerte für die Augentzündung in Bezug auf die Modelle Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert und Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert lauten:

- $\theta_1 = 1,79$ bzw. 1,96
- $\theta_2 = 3,22$ bzw. 3,44

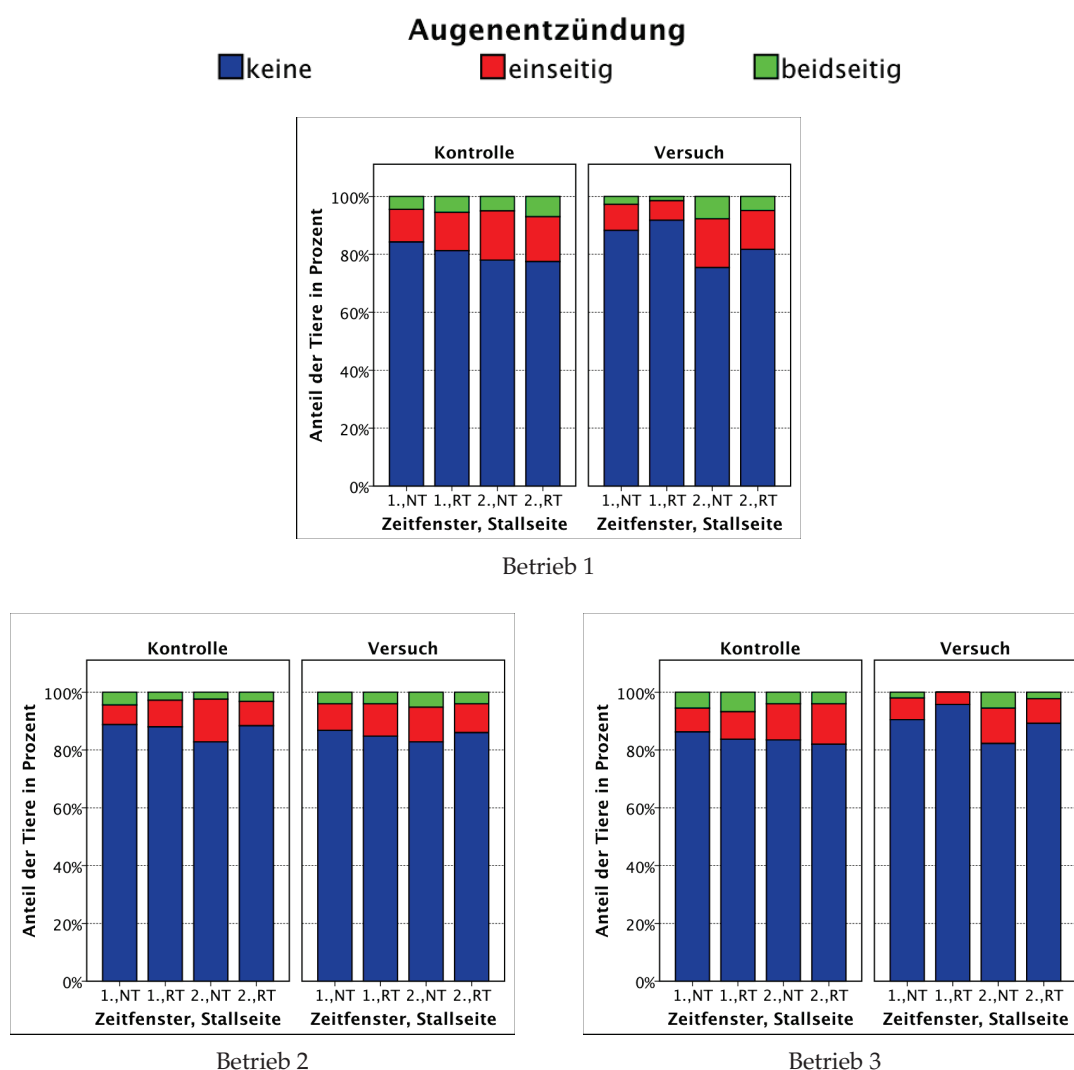


Abb. 42: Bonitur Augenentzündung (Betrieb 1: n = 3100; Betrieb 2: n = 2000; Betrieb 3: n = 3200; NT = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT = rundtränkenzugewandte Stallseite; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabellen 140, 141 und 142 entnommen werden)

Wie bereits aus den relativen Häufigkeiten in Abbildung 42 ersichtlich, sind die jeweiligen kumulierten Chancen sehr hoch. Die Chance, eine Ente ohne Augenentzündung zu beobachten, ist um das 6,0 (bzw. 7,1)-Fache höher als eine Ente mit Augenentzündung ($\exp(1,79)$ bzw. $\exp(1,96)$). Das Risiko, eine beidseitige Augenentzündung anzutreffen, ist um das ca. 25,0 (bzw. 31,2)-Fache geringer als keine oder eine einseitige Augenentzündung ($\exp(3,22)$ bzw. $\exp(3,44)$). Diese Interpretationen gelten auch hier nur bei Annahme der jeweiligen Mittelwerte der metrischen Prädiktoren.

Bei Betrachtung des eigentlichen Modells Augenentzündung Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert (Tabelle 67) fällt auf, dass mit zunehmender Staubkonzentration grundsätzlich die kumulierten Chancen für eine Augenentzündung geringer werden. Es erhöht sich daher die Anzahl an Augenentzündungen. Eine signifikante Verschiebung der Schwellenwerte ist jedoch

lediglich in Betrieb 1 und Betrieb 3, Besuchsart Kontrolle zu beobachten (Betrieb 1, Kontrolle: $\beta = 0,79, p < 0,001$; Betrieb 3, Kontrolle: $\beta = 0,92, p < 0,001$).

Tab. 67: Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenentzündung für die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Staub, zentriert (Anzahl n = 8300; Anzahl n in der Analyse = 8300; MW Staub: $0,82 \text{ mg/m}^3$; $\theta_1 = 1,79$; $\theta_2 = 3,22$)

Parameter	β	SE	p
Betrieb 1 * Kontrolle * Staub, zentriert	0,79	0,09	< 0,001
Betrieb 1 * Versuch * Staub, zentriert	0,09	0,17	0,293
Betrieb 2 * Kontrolle * Staub, zentriert	0,44	0,27	0,053
Betrieb 2 * Versuch * Staub, zentriert	0,08	0,29	0,397
Betrieb 3 * Kontrolle * Staub, zentriert	0,92	0,14	< 0,001
Betrieb 3 * Versuch * Staub, zentriert	0,13	0,16	0,208

Das Modell Augenentzündung Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert (Tabelle: 68) verhält sich nicht so einheitlich wie das Regressionsmodell Staub (Tabelle: 67). In Betrieb 1 und in Betrieb 2 hat ein Anstieg der Ammoniakkonzentration einen negativen linearen Einfluss auf die Zahl der Augenentzündungen. Sie nehmen folglich zu. Dieser Einfluss ist nur in Betrieb 1 während der Besuchsart Kontrolle ($\beta = 0,08, p < 0,001$) und in Betrieb 2, Besuchsart Versuch signifikant ($\beta = 0,03, p = 0,009$). In Betrieb 3 hingegen verhält es sich umgekehrt. Hier wird die Augenumgebung unabhängig von der Besuchsart positiv beeinflusst. Bei steigender Ammoniakkonzentration nimmt die Anzahl der Augenentzündungen ab (Kontrolle: $\beta = -0,01, p = 0,390$; Versuch: ($\beta = -0,03, p = 0,112$)). Dieser Zusammenhang gilt jedoch als nicht gesichert.

Tab. 68: Kumulatives logistisches Regressionsmodell Augenentzündung für die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Ammoniak, zentriert (Anzahl n = 8300; Anzahl n in der Analyse = 8300; MW Ammoniak: $6,74 \text{ ppm}$; $\theta_1 = 1,96$; $\theta_2 = 3,44$)

Parameter	β	SE	p
Betrieb 1 * Kontrolle * Ammoniak, zentriert	0,08	0,01	< 0,001
Betrieb 1 * Versuch * Ammoniak, zentriert	0,02	0,02	0,117
Betrieb 2 * Kontrolle * Ammoniak, zentriert	0,02	0,02	0,168
Betrieb 2 * Versuch * Ammoniak, zentriert	0,03	0,01	0,009
Betrieb 3 * Kontrolle * Ammoniak, zentriert	-0,01	-0,28	0,390
Betrieb 3 * Versuch * Ammoniak, zentriert	-0,02	0,01	0,112

4.5.2.3 Ulcus corneae

Der Abbildung 43 und den dazugehörigen Tabellen 143, 144 und 145 der absoluten und relativen Häufigkeiten im Anhang kann entnommen werden, dass bei einer großen Mehrzahl der Enten kein Ulcus corneae auftrat. Im ersten Betrieb weisen insgesamt 3,8 %, in zweiten Betrieb 5,5 % und in dritten Betrieb 3,1 % der Tiere einen Ulcus corneae auf.

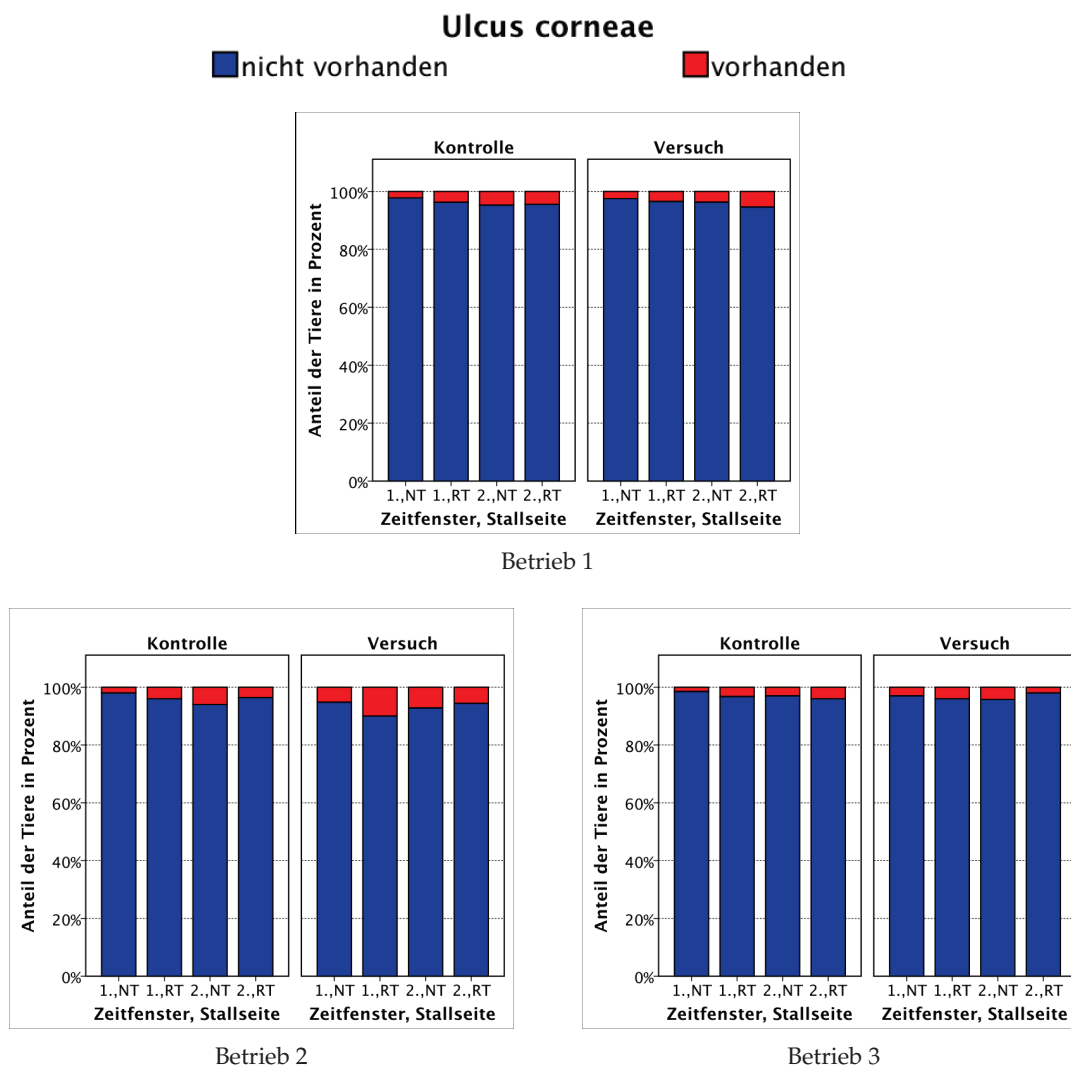


Abb. 43: Bonitur Ulcus corneae (Betrieb 1: n = 3100; Betrieb 2: n = 2000; Betrieb 3: n = 3200; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; Details zu den Diagrammen können im Anhang den Tabellen 143, 144 und 145 entnommen werden)

Die geschätzten Koeffizienten, Standardfehler, Signifikanzen und die 95 %igen-Konfidenzintervalle für das Boniturmerkmal Ulcus corneae sind dem binären logistischen Regressionsmodell der Tabelle 69 zu entnehmen. Innerhalb des Modells führt das Vorliegen eines Ulcus corneae zu der Annahme des Werts 1, anderenfalls wird der Wert 0 realisiert.

Der Intercept setzt sich aus den obigen kategorialen Prädiktoren, welche den Wert 0 (Betrieb 1; Kontrolle; NT-Stallseite) annehmen, und dem Mittelwert der jeweiligen metrischen Größe (Ammoniakgehalt der Stallluft: 6,79 ppm; Staubgehalt der Stallluft: 0,82 mg/m³) zusammen. Beide metrischen Größen wurden für jeden Besuch stallseitenabhängig gemittelt. Daraus ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $\text{logit}^{-1}(-3,4) = 0,03$ für das Vorliegen eines Ulcus corneae. Auch in diesem Modell gilt zu beachten, dass bei Betrachtung eines Parameters innerhalb des Modells die anderen Parameter auf den Wert ihrer Referenzkategorie bzw. die metrischen Größen auf ihren Mittelwert fixiert werden müssen. Des Weiteren ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass die β -Regressionskoeffizienten der linearen Wechselwirkungen eher als Fehlerkorrekturen zu verstehen sind. Die β -Regressionskoeffizienten müssen daher neu berechnet werden, indem die einzelnen β -Regressionskoeffizienten, welche Teil der Wechselwirkung sind, aufaddiert werden. Zusätzlich muss der β -Regressionskoeffizient (= Fehlerkorrektur) der Wechselwirkung hinzuaddiert werden.

In diesem Modell war der Einfluss des Zeitfensters, der Wechselwirkung Stallseite, längs * Besuchsart, Stallseite, längs * Betrieb sowie der Wechselwirkung Staub * Betrieb nicht signifikant. Um eine höhere Präzision des Modells, insbesondere der Standardfehler, zu erreichen, wurden diese aus dem Modell herausgenommen. Aus dem verbleibenden Modell lässt sich ableiten, dass der Wechsel des Betriebs keinen direkten Einfluss auf die Ausprägung eines Ulcus corneae hat (Betrieb 2: $\beta = 0,11, p = 0,679$; Betrieb 3: $\beta = 0,06, p = 0,824$). Ebenso verhält es sich bei der Besuchsart Versuch ($\beta = -0,06, p = 0,761$) in Betrieb 1. In Betrieb 2 hingegen erhöht sich die Chance für einen Ulcus corneae während der Besuchsart Versuch um 34 % ($\beta = 0,93, p = 0,003, \text{KI: [1,34 ; 4,34]}$). Der Wechsel von Betrieb 1 zu Betrieb 3 wirkt sich nicht signifikant aus ($\beta = 0,09, p = 0,748$). Genauso verhält es sich bei dem Haupteffekt Stallseite, längs ($\beta = 0,22, p = 0,248$) und seiner Wechselwirkung mit dem Effekt Betrieb (RT-Stallseite * Betrieb 2: $\beta = 0,26, p = 0,817$; RT-Stallseite * Betrieb 3: $\beta = 0,19, p = 0,750$).

Der Haupteffekt Ammoniak wirkt sich nur bei Berücksichtigung der Referenzkategorien signifikant aus. Mit zunehmender Ammoniakkonzentration verringert sich die Chance für einen Ulcus corneae im ersten Betrieb um mindestens 3 % ($\beta = -0,11, p = 0,006, \text{KI: [0,83 ; 0,97]}$). In Betrieb 2 beträgt die Chance 1 % ($\beta = -0,01, p = 0,919, \text{KI: [0,90 ; 1,10]}$). Dieser Zusammenhang gilt allerdings als nicht gesichert. Der Effekt der Ammoniakkonzentration auf die Ausprägung eines Ulcus corneae in Betrieb 3 gilt ebenfalls als nicht gesichert ($\beta = 0,10, p = 0,333$). Die Staubkonzentration in Betrieb 1 verfügt als zweite metrische Einflusskategorie ebenfalls über einen signifikanten Einfluss ($\beta = 0,53, p = 0,008, \text{KI: [1,15 ; 2,52]}$). Die Chance auf einen Ulcus ist um mindestens 15 % erhöht, wenn die Staubkonzentration um eine Einheit steigt. In den Betrieben 2 und 3 ergab sich kein Effekt des Staubwerts auf das Vorliegen eines Ulcus corneae. Die Wechselwirkung Staub, zentriert * Betrieb wurde daher aus Präzisionsgründen wieder aus dem Modell eliminiert (siehe obige Erklärung).

Tab. 69: Binäres logistisches Regressionsmodell *Ulcus corneae* (Anzahl $n = 8300$; Anzahl n in der Analyse = 8300; MW Ammoniak: 6,74 ppm; MW Staub: 0,82 mg/m³; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; a = Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p	95 %-KI für $\exp(\beta)$
Intercept	-3,40	0,03	0,18	< 0,001	[0,02 ; 0,05]
Betrieb:					
Betrieb 1	0a	.	.	.	.
Betrieb 2	0,11	1,12	0,28	0,679	[0,65 ; 1,92]
Betrieb 3	0,06	1,06	0,27	0,824	[0,63 ; 1,78]
Besuchsart:					
Kontrolle	0a	.	.	.	.
Versuch	-0,06	0,94	0,20	0,761	[0,64 ; 1,39]
NT-Seite	0a	.	.	.	.
RT-Seite	0,22	1,25	0,19	0,248	[0,86 ; 1,83]
Besuchsart * Betrieb:					
Kontrolle * Betrieb 1	0a	.	.	.	.
Versuch * Betrieb 2	0,88	2,41	0,30	0,003	[1,34 ; 4,32]
Versuch * Betrieb 3	0,09	1,09	0,29	0,748	[0,62 ; 1,94]
Stallseite, längs * Betrieb					
NT-Seite * Betrieb 1	0a	.	.	.	.
RT-Seite * Betrieb 2	-0,07	0,93	0,29	0,817	[0,53 ; 1,65]
RT-Seite * Betrieb 3	-0,09	0,91	0,29	0,750	[0,52 ; 1,60]
Ammoniak, zentriert	-0,11	0,90	0,04	0,006	[0,83 ; 0,97]
Staub, zentriert	0,53	1,70	0,20	0,008	[1,15 ; 2,52]
Ammoniak, zentriert * Betrieb					
Ammoniak, zentriert * Betrieb 1	0a	.	.	.	.
Ammoniak, zentriert * Betrieb 2	-0,01	0,99	0,05	0,919	[0,90 ; 1,10]
Ammoniak, zentriert * Betrieb 3	0,10	1,10	0,05	0,033	[1,01 ; 1,21]

5 Diskussion

5.1 Bewertung der mikrobiologischen Untersuchungen des Tränkwassers

5.1.1 Quantitative Tränkwasseruntersuchung auf Gesamtkeimzahl in KbE/ml

Die originäre hygienische Qualität des eingespeisten Wassers wies in allen drei Betrieben Trinkwasserqualität auf und erfüllte somit auch die Vorgaben des ORIENTIERUNGSRAHMENS HYGIENISCHE QUALITÄT VON TRÄNKWASSER ZUR FUTTERMITTELRECHTLICHEN BEURTEILUNG VON TRÄNKWASSER (2007). Diese Qualität konnte jedoch bei den Wasserangeboten in den Auffangschalen und Rundtränken grundsätzlich nicht mehr gehalten werden (siehe Tabelle 70).

Tab. 70: Betriebsunabhängige Gesamtübersicht über die Gesamtkeimzahl in KbE/ml (Die betriebsabhängige Darstellung der Gesamtkeimzahl kann der Tabelle 34 entnommen werden; n = Anzahl gezogener Proben; NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen (besitzt nur Betrieb 1); RT = Rundtränken; die verschiedenen Tränkeformen verhalten sich betriebsabhängig zueinander signifikant (siehe Tabelle 36))

	NT	AS	RT
n	226	62	40
MW ± SEM	10.950 ± 1.583	5.174.412 ± 564.137	3.955.864 ± 877.640
Median	6100	3.750.000	2.251.875
Min.	75	900.000	372.750
Max.	260.000	27.900.000	25.525.000

Innerhalb der 226 Nippeltränkenproben wiesen 19 Proben einen Keimgehalt von unter 1000 KbE/ml auf, so wie es in besagtem Orientierungsrahmen für eingespeistes Wasser gefordert wird. Die Gesamtkeimzahlergebnisse in KbE/ml im Rahmen dieses Feldversuchs übersteigen somit auch jene von NAGEL (1974) festgestellten Keimzahlen bei Legehennen. Ob aber die Ergebnisse dieses Feldversuchs mit den Keimgehalten von NAGEL (1974) verglichen werden können, ist fraglich, da es sich bei der Mastente nach wie vor um eine Wassergeflügelart handelt, die an das Leben am und auf dem Wasser angepasst ist (REITER, 1997). Ein so hoher

Maximalwert der Gesamtkeimzahl, wie in der Arbeit von MANZ (2005) zu Mastbeginn an der 24h Rundtränke in 72h altem Tränkwasser mit 98.000.000 KbE/ml ermittelt, konnte in keinem der drei Betriebe festgestellt werden.

Die Spannweite der Gesamtkeimzahl der Zwei-Stunden-Rundtränkenproben der Arbeit von HEUBACH (2007), die den 12:00 Uhr Proben dieser Arbeit entsprechen, lag zwischen 300.000 KbE/ml und 10.000.000 KbE/ml. In vorliegendem Feldversuch wurde dieser Minimalwert in den Rundtränken stets übertroffen. Der Maximalwert von 10.000.000 KbE/ml wurde im Gegensatz zu den Betrieben 2 und 3 von Betrieb 1 (Maximalwert: 5.933.333 KbE/ml) nie erreicht. Nach KAMPHUES und SCHULZ (2002) kommen für die hohe durchschnittliche Gesamtkeimzahl, da die originäre Qualität des Wassers Trinkwasserqualität entsprach, entweder die Technik der Wasserbereitstellung oder die Kontamination des Wassers im Bereich der Tränkevorrichtung infrage. Da keine Zwischenbevorratung des Wassers erfolgte und die Förderstrecke des Wassers nach jedem Mastdurchgang gereinigt wurde, ist der Grund des hohen Keimgehalts in den Tränkeangeboten Auffangschalen und Rundtränken selbst zu suchen. Der Nachteil offener Tränken, der in der Gefahr der Verunreinigung durch Kot besteht, ist bekannt (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V., 2009). Während der Besuche konnte visuell auch eine Verschmutzung mit Futterresten, Federn und Staubpartikeln beobachtet werden. Der besonders hohe Gesamtkeimzahlgehalt in den Auffangschalen im Vergleich zu den Rundtränken kann eventuell dadurch erklärt werden, dass das Wasser dort relativ lange stand und sich regelrechte "Kontaktsuppen" bilden konnten. Der Mittelwert der Gesamtkeimzahl der Rundtränke von Betrieb 1 (MW \pm SEM: 2.467.313,89 \pm 409.647,98 KbE/ml) weicht stark von Betrieb 2 (MW \pm SEM: 4.686.666,67 \pm 1.691.069,39 KbE/ml) und Betrieb 3 (MW \pm SEM: 4.957.211,11 \pm 2.018.201,55 KbE/ml) ab. Dies könnte am unterschiedlichen Zahlenverhältnis der Enten pro Rundtränke liegen.

In Betrieb 1 waren durchschnittlich mit 262,7 Tieren am meisten Enten pro Rundtränke (nach Rundtränkenreduzierung) anzutreffen, 223 – 234 (je nach eingestellter Tierzahl) waren es in Betrieb 2 und 246 in Betrieb 3, ebenfalls nach Rundtränkenreduzierung. Durch die höhere Tierzahl an den Rundtränken in Betrieb 1 hatten diese einen höheren Wasserdurchfluss als die der beiden anderen Betriebe. Bei den Nippeltränken konnte in Betrieb 2 der niedrigste Gesamtkeimzahlgehalt (MW \pm SEM: 6.012,47 \pm 1.187,61 KbE/ml) festgestellt werden. Die Mittelwerte der Nippeltränken von Betrieb 1 (MW \pm SEM: 13.209,52 \pm 2.891,08 KbE/ml) und 3 (MW \pm SEM: 13.536,01 \pm 3.298,21 KbE/ml) ähnelten sich stark. Auch dies könnte durch die Anzahl der Enten pro Nippel erklärt werden. Während im zweiten Betrieb 8,8 – 9,3 Tiere auf einen Nippel kamen, waren es im dritten Betrieb 11 Tiere und im ersten 11,6. Die DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V. (2000) sieht einen Nippel pro zehn Tiere vor. Das niedrigere Tiere/Nippel-Verhältnis könnte eventuell zu einer geringeren Verschmutzung der Nippeltränke führen und somit die Gesamtkeimzahl geringer halten.

Ein Einfluss der Tagestemperatur auf die Gesamtkeimzahl in KbE/ml konnte nicht ermittelt werden, obwohl bei sommerlichen Temperaturen in der Mittagszeit (Probenentnahme RT: 12:00 Uhr) ein Keimanstieg zu erwarten gewesen wäre. Es ist eine geringe Standzeit des Tränkwassers zu vermuten. Daraus kann eine gute Annahme der Rundtränken durch die

Enten gefolgert werden.

Ob die hohe Gesamtkeimzahl in KbE/ml in Rundtränken und die noch höhere Gesamtkeimzahl in Auffangschalen, deren beider Keimgehalte sich betriebsabhängig signifikant zu dem der Nippeltränken unterscheiden, eine gesundheitliche Auswirkung auf die Enten besitzt, ist unklar. Eine negative Beeinträchtigung der Gesundheit von Pekingtonen konnte nicht festgestellt werden. Die untersuchten Kontrolltiere unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich ihres IgY-Gehalts von den Versuchstieren. Auch nachteilige Auswirkungen durch die Rundtränken in Hinsicht auf die Mastendgewichte der Pekingtonen (Kontrolle: 3,00 kg/Tier vs. Versuch: 2,99 kg/Tier (SE: 0,048)) und die insgesamten Verlustraten in % (Kontrolle: 5,05 % vs. Versuch 4,75 % (SE: 0,388)), konnten durch die LfL im Rahmen des Feldversuchs nicht festgestellt werden. Laut LUNDQVIST et al. (2006) kommen die Enten relativ gut in nasser, schmutziger Umgebung zurecht. Diese Aussage bestätigt sich auch in vorliegender Arbeit.

5.1.2 Quantitative Untersuchung des Tränkwassers auf Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml

Den Forderungen des ORIENTIERUNGSRAHMENS HYGIENISCHE QUALITÄT VON TRÄNKWASSER ZUR FUTTERMITTELRECHTLICHEN BEURTEILUNG VON TRÄNKWASSER (2007), dass eingespeistes Wasser frei von Salmonella und Camphylobacter (in 100 ml) sowie möglichst weitgehend frei von *E. coli* in 10 ml sein sollte, konnte entsprochen werden, da in den Betrieben 1 und 2 die Tränken mit Trinkwasser gespeist werden. Im Rahmen der Brunnenwasseruntersuchung konnten nie Enterobacteriaceae festgestellt werden. Allerdings wurde stets auch nur 1 ml der 20 ml umfassenden Probe untersucht.

Tab. 71: Betriebsunabhängige Gesamtübersicht über die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml (Die betriebsabhängige Darstellung der Anzahl an Enterobacteriaceae kann der Tabelle 34 entnommen werden; n = Anzahl gezogener Proben; NT = Nippeltränken; AS = Auffangschalen (besitzt nur Betrieb 1); RT = Rundtränken; NT vs. RT verhalten sich betriebsabhängig zueinander signifikant, in Betrieb 1 verhalten sich zusätzlich NT vs. AS signifikant (siehe Tabelle 38))

	NT	AS	RT
n	187	44	33
MW ± SEM	113 ± 30	47.301 ± 11.057	14.763 ± 2.459
Median	10	26.500	10.075
Min.	0	0	849
Max.	3.500	430.000	658.000

Wie bei der Gesamtkeimzahl, so ist auch die Enterobacteriaceae-Anzahl in KbE/ml in den Nippeltränkenproben am geringsten, gefolgt von den Rundtränken und den Auffangschalen. Die Keimgehalte der beiden letztgenannten verhalten sich betriebsabhängig signifikant zu denen

der Nippeltränkenproben. Der fast dreimal so hohe Enterobacteriaceae-Gehalt der Auffangschalen, verglichen mit den Rundtränken (siehe Tabelle 71), erklärt, warum, insgesamt gesehen, in den Auffangschalen am meisten zu den Enterobacteriaceae gehörende Salmonellen gefunden werden konnten (siehe Kapitel 5.1.3). Auch im Falle der Enterobacteriaceae differierten die in diesem Feldversuch festgestellten Keime zahlenmäßig stark von denen von NAGEL (1974). Als Maximalwert hat NAGEL (1974) eine Anzahl von 4.000 KbE/ml coliformen Keimen in Rinnentränken von Legehennen ermittelt. Somit sind auch in diesem Fall die festgestellten Enterobacteriaceae-Gehalte nicht auf diesen Feldversuch übertragbar. HEUBACH (2007) stellte in ihrer Arbeit bei den Zwei-Stunden-Rundtränkenproben Enterobacteriaceae-Keimzahlgehalte zwischen 10.000 KbE/ml und 270.000 KbE/ml fest. Die Nippeltränkenproben dieser Arbeit waren Mischproben aus Nippeltränken- und Auffangschalentränkwasser. In ihnen wurden Keimgehalte zwischen 10.000 und 6.600.000 KbE/ml dokumentiert. Diese Ergebnisse eignen sich hier eher zum Vergleich als die von NAGEL (1974). Eine grundsätzliche tränkenunabhängige Abnahme des Enterobacteriaceae-Gehalts zum Mastende, wie in der Studie von MANZ (2005), konnte nicht festgestellt werden (siehe Tabelle 39). Ebenso wie bei der Gesamtkeimzahl in KbE/ml konnte kein Einfluss der Tagestemperatur auf die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml ermittelt werden.

5.1.3 Tränkwasseruntersuchung auf Salmonellen

Insgesamt wurden 226 Nippeltränken-, 62 Auffangschalen- und 46 Rundtränkenproben, die sich aus je vier Einzelproben zusammensetzten, auf Salmonellen untersucht. Fünfzehn Mal konnten diese festgestellt werden. Die Salmonellenfunde verteilten sich auf eine Nippeltränkenprobe ($n = 226$; 0,44 %), neun Auffangschalenproben ($n = 62$; 14,5 %) und fünf Rundtränkenproben ($n = 184$; 2,71 %). In den Betrieben 2 und 3 war stets nur die vierte Rundtränkenprobe, welche die offenen Tränkesysteme am Ende des Stalls umfasste, betroffen. In den Ecken des Stalls befanden sich nach eigenen Beobachtungen häufig Kümmerer. Sie könnten an einer latenten Salmonellose gelitten und Keime ausgeschieden haben oder aber es handelte sich bei den gefundenen Salmonellen um Darmpassanten. Am häufigsten war das Serovar *S. choleraesuis* (zehnmal), gefolgt von *S. arizonae* (dreimal) und *S. kottbus* (zweimal) vertreten. *S. choleraesuis* kann nach ROLLE und MAYR (2007) durchaus letale Erkrankungen beim Menschen auslösen, auch wenn dieses Serovar allgemein nur eine geringe Bedeutung besitzt. Vor allem Hausschweine und Wildschweine sind für *S. choleraesuis* empfänglich. Sowohl im näheren Umkreis von Betrieb 1 als auch von Betrieb 3 wurden Schweine kommerziell gehalten, nicht jedoch in der Nähe von Betrieb 2, wo auch *S. choleraesuis* auftrat. Nach den Mastentenherden-, Einzeltier- und Entenfleischuntersuchungen im Rahmen des Trendberichts über Trends und Quellen von Zoonoseerregern in Deutschland (HARTUNG, 2009) wäre die Isolierung von *S. typhimurium* zu erwarten gewesen. In den Arbeiten von HEUBACH (2007), KOPP (2005) und MANZ (2005) konnten vor allem die Serovare *S. indiana*, *S. kottbus*, *S. saintpaul* und *S. typhimurium* nachgewiesen werden.

Es ist fraglich, inwieweit die Kontamination des Tränkwassers zu einer Belastung des Tieres oder des Schlachtkörpers und somit des Menschen führt. Da im Rahmen des Feldversuchs keine Kloakentupferproben an lebenden Tieren entnommen und über die bakteriellen Fleischuntersuchungen seitens der Firma Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbH keine Details bekannt wurden, ist hinsichtlich dieser Thematik keine Aussage zu treffen. Trotzdem legen diese Untersuchungen aus Verbraucherschutzgründen zwei Handlungsstrategien nahe: Zum einen sollte überlegt werden, ob in Betrieb 1, die Auffangschalen nicht entfernt werden sollten, da in ihnen 60% (= 9 Proben) der Salmonellen nachgewiesen worden sind. Zum anderen wurden drei der insgesamt 5 Salmonella-positiven Proben um 10:00 Uhr in den Rundtränken im hinteren Stall gefunden. Das KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (2009) vertritt die Meinung, dass tägliches Reinigen offener Tränken unabdingbar ist. Für die Reinigung kann aufgrund dieser Ergebnisse ein Zeitpunkt zeitnah zum Befüllen der Rundtränken empfohlen werden.

5.1.4 Tränkwasseruntersuchung der Doppelproben auf ihre Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae-Anzahl in KbE/ml, unabhängig von den Salmonellenuntersuchungen

Die Proben, welche während des Befüllens der Rundtränken mit frischem Wasser um 10:00 Uhr gezogen worden sind, wiesen in der Regel niedrigere Gesamtkeimzahlen und Enterobacteriaceae-Gehalte auf als die um 12:00 Uhr gezogenen Rundtränkenproben. Dies deckt sich mit den Erfahrungen von MANZ (2005) und HEUBACH (2007), die im Rahmen der Erstellung von Rundtränkwasser-Stundenprofilen ebenfalls in Abhängigkeit von der Zeit des zur Verfügungstellens der Rundtränken einen Keimanstieg beobachteten. Da die zur Verfügung gestellten Rundtränken gut genutzt wurden - siehe Dissertation HARNISCH (2012) - kommt als Grund der Vermehrung nicht die Standzeit des Tränkwassers infrage. Es ist davon auszugehen, dass der Anstieg des Keimgehalts in beiden Fällen durch das Einschleppen von Keimen während der Nutzung der Tränken entstanden ist. Gleichzeitig beweist der Anstieg, auch wenn er nicht kontinuierlich ist, dass das Konzept des leeren Lagerns der Tränke außerhalb der Nutzungszeiten unter dem Stalldach hilft, den Keimgehalt der Rundtränken zu begrenzen.

5.2 Stalltemperatur und Stallluftfeuchte

In den Ställen konnten an den Besuchstagen Temperaturen zwischen 11,98 °C (Betrieb 1, Kontrolle, Minimum) bis zu 24,80 °C (Betrieb 1, Versuch, Maximum) gemessen werden. Der durchschnittliche Mittelwert (\pm SEM), der sich aus den Temperaturen an den Besuchstagen zusammensetzt, lag zwischen 16,42 \pm 0,16 °C (Betrieb 1, Kontrolle) und 19,87 \pm 0,12 °C (Betrieb 2, Kontrolle). Die Einzelauflistung der Temperaturen ist den Tabellen 22, 25 und 28 zu entnehmen,

die gemittelte Darstellung siehe Tabelle 83 im Anhang. In den Mindestanforderungen über die Haltung von Pekingenten der Länder Brandenburg (2000), Bayern (2003) und Niedersachsen (2003) sowie in den Haltungsempfehlungen der DLG (2000) wurden bzw. werden ab dem 29. – 49. Lebensstag Stalltemperaturen zwischen 6 °C und 8 °C gefordert. Jeder Betrieb lag somit sowohl während der Kontroll- als auch der Versuchsbesuche weit über dieser geforderten Temperaturvorgabe.

Hinsichtlich der Luftfeuchte wurden in den Betrieben an den Besuchstagen Werte zwischen 53,50 % (Betrieb 1, Kontrolle, Minimum) und 100 % (Betrieb 1, Kontrolle und Versuch, sowie Betrieb 2, Kontrolle, Maximum) gemessen. Die gemittelten Werte (\pm SEM) lagen zwischen 80,99 % (Betrieb 3, Kontrolle) und 90,95 % (Betrieb 1, Versuch). Die Einzelauflistung der Luftfeuchte ist den Tabellen 22, 25 und 28 zu entnehmen, die gemittelte Darstellung der Tabelle 84 im Anhang. Die Forderungen der unterschiedlichen Länder widersprechen bzw. widersprachen sich in Bezug auf die Luftfeuchte. Während in den Vereinbarungen des Landes Sachsen-Anhalt (2001) stets eine relative Luftfeuchte über 60 % gefordert wird, wurde bzw. wird in den Vereinbarungen der Länder Brandenburg (2000) und Bayern (2003) sowie den Empfehlungen der DLG (2000) gefordert, dass der Tierhalter durch ausreichende Lüftung die Grenze von 70 % relativer Luftfeuchte im Stall nicht überschreitet.

NICHELMANN (1987) gibt die thermisch neutrale Zone von Pekingenten mit 22 °C für den 20. Lebensstag und mit 20 °C für 40 Tage alte Pekingenten an. Diese Aussage widerspricht den oben aufgeführten Temperaturangaben. Da die durch die LfL ermittelten Leistungsparameter (siehe Dissertation HARNISCH (2012)) als recht gut zu erachten sind, wirft sich die Frage auf, ob eine Temperaturabsenkung in den Versuchsbetrieben grundsätzlich nötig ist. Laut HOY et al. (2006) sinkt bei annähernd gleichem Wasserdampfgehalt in der Stallluft die relative Luftfeuchte bei steigender Temperatur und umgekehrt. Eine Absenkung der Temperatur geht somit gleichzeitig mit einem Anstieg der Luftfeuchte einher. Diese ist ohnehin in den Ställen bereits sehr hoch. Sie liegt ebenfalls weit über dem in den Vereinbarungen der Länder Brandenburg (2000) und Bayern (2003) sowie den Empfehlungen der DLG (2000) geforderten Wert. Hier sind maximal 70 % relative Luftfeuchte vorgeschrieben. Es bleibt daher zu hinterfragen, ob bei einer Überarbeitung der ausgelaufenen Vereinbarungen nicht eine Anpassung der Temperatur an die von NICHELMANN (1987) ermittelten, thermisch neutralen Zone-Temperaturen für Pekingenten erfolgen sollte.

Laut PETERMANN (2006) kann sich die Luftfeuchte durch den Einsatz offener Tränken erhöhen. Dies ist auch in den Versuchsdurchgängen zu beobachten (siehe Tabelle 84 im Anhang). An den Besuchstagen, an welchen den Enten Wasser über die Rundtränken zusätzlich angeboten wurde, war die Luftfeuchte durchschnittlich höher als an Kontrollbesuchstagen. Auch wenn die Luftfeuchtigkeit weit über 70 % lag – sowohl während Kontroll- als auch Versuchsbesuchen –, konnte im Rahmen dieser Arbeit nur in den seltensten Fällen visuell eine Kondenswasserbildung an Wänden, Streu und Federn der Enten beobachtet werden. Nach PINGEL (2008) geht diese mit zu hoher relativer Luftfeuchtigkeit einher. Daher stellt sich auch im Zusammenhang mit der Luftfeuchte die Frage, ob nicht die Thematik der Luftfeuchte in den Vereinbarungen und den Empfehlungen der DLG einer Überarbeitung bedarf.

5.3 Staub

Wie der Abbildung 29 und der Tabelle 72 zu entnehmen ist, beträgt der am höchsten gemessene Mittelwert $1,08 \pm 0,21 \text{ mg/m}^3$.

Tab. 72: Gemittelte Darstellung der Staubwerte (n = Anzahl an Durchgängen; pro Besuch wurden Staubwerte an 35 Messpunkten (Betrieb 1) bzw. 45 Messpunkten (Betrieb 2 und 3) ermittelt; Einheit: mg/m^3)

Betrieb	Zeitfenster	Besuchsart	n	MW \pm SEM	Median	SD	Min.	Max.
Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	$0,90 \pm 0,20$	0,78	0,58	0,22	2,18
		Versuch	8	$0,55 \pm 0,05$	0,58	0,15	0,35	0,75
	2. Zeitfenster	Kontrolle	8	$1,08 \pm 0,21$	0,95	0,61	0,47	2,44
		Versuch	8	$0,68 \pm 0,11$	0,75	0,31	0,00	0,92
Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	$0,54 \pm 0,11$	0,42	0,26	0,30	0,91
		Versuch	5	$0,53 \pm 0,09$	0,49	0,19	0,29	0,82
	2. Zeitfenster	Kontrolle	5	$0,74 \pm 0,16$	0,54	0,37	0,43	1,26
		Versuch	5	$0,71 \pm 0,15$	0,51	0,32	0,45	1,18
Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	$0,81 \pm 0,15$	0,73	0,42	0,32	1,56
		Versuch	8	$0,71 \pm 0,11$	0,72	0,32	0,29	1,18
	2. Zeitfenster	Kontrolle	8	$1,08 \pm 0,15$	1,02	0,42	0,59	1,76
		Versuch	8	$0,96 \pm 0,19$	0,82	0,53	0,45	2,11

Somit liegen die hier festgestellten Staubmittelwerte

- unter den vom Institut für Arbeitssicherheit gesetzlich geforderten 10 mg/m^3 für einatembare Stäube,
- unter der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geforderten maximalen Arbeitsplatzkonzentration von 4 mg/m^3 (HOY et al., 2006),
- unter dem durchschnittlichen inhalierbaren Staubgehalt in Geflügelställen von $3,60 \text{ mg/m}^3$ (PETERMANN, 2006) und
- unter der von ZUCKER et al. (2005) ermittelten durchschnittlichen Staubkonzentration von $1,4 \text{ mg/m}^3$ (Min.: $0,3 \text{ mg/m}^3$; Max.: $10,3 \text{ mg/m}^3$) in Entenställen.

In keinem der Betriebe konnte mittels t-Test-Berechnungen binnen eines Zeitfensters eine signifikante Beeinflussung der Staubwerte durch die Besuchsart festgestellt werden. Auch ein signifikanter Einfluss des Zeitfensters innerhalb der Besuchsart Kontrolle oder Versuch war nicht zu ermitteln.

Der durchschnittliche Staubgehalt (\pm SEM) betrug während den Kontrollbesuchen zwischen $0,54 \pm 0,11$ (Betrieb 2, 1. ZF) und $1,08 \pm 0,21$ mg/m³ (Betrieb 2, 2.ZF). Während den Versuchsbesuchen lag er hingegen zwischen $0,53 \pm 0,09$ (Betrieb 2, 1. ZF) und $0,96 \pm 0,19$ mg/m³ (Betrieb 3, 2. ZF). Auch wenn keine Signifikanz ermittelt werden konnte, so besteht jedoch eine auffallende Tendenz, dass die Staubwerte während der Besuchsart Versuch absinken. Der Staubmittelwert eines jeden Versuchsbesuchs liegt unter dem des dazugehörigen Kontrollbesuchs.

Bei Betrachtung der β -Regressionskoeffizienten der multiplen linearen stallseitenabhängigen Staubregressionsmodelle der verschiedenen Betriebe (siehe Tabellen 43, 44 und 45; Zusammenfassung: Tabelle 73) kann ebenfalls beobachtet werden, dass es sehr häufig - stallseitenunabhängig - zu einem Absinken der Staubwerte innerhalb der Besuchsart Versuch, 1. ZF und 2. ZF kommt. Der Hauptgrund für das Absinken der Staubwerte ist wahrscheinlich im Anstieg der Luftfeuchte zu suchen. Sie war bei den Versuchsbesuchen durch das Angebot der Rundtränken im Durchschnitt erhöht (siehe Tabelle 84, Anhang). Die Luftfeuchte ist laut HOY et al. (2006) ein beeinflussender Faktor des Staubgehalts. Der nicht vorhandene Einfluss der Luftfeuchtigkeit in den Regressionsmodellen der Betriebe 1 und 2 schließt dieses Argument nicht aus, da der Einfluss dieses Parameters lediglich dann gilt, wenn alle anderen Prädiktoren den Wert des Intercepts und die Tagestemperatur ihren Mittelwert annehmen.

Tab. 73: Ausgewählte β -Regressionskoeffizienten der multiplen linearen Staubregressionsmodelle (Tabellen 43, 44 und 45) im Vergleich (ZF = Zeitfenster; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; a dieser Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; * kennzeichnen Signifikanzen zu der jeweiligen betriebsabhängigen Referenzkategorie NT-Seite, 1. ZF)

Betrieb	Stallseite	Kontrolle, 1. ZF	Kontrolle, 2. ZF	Versuch, 1. ZF	Versuch, 2. ZF
Betrieb 1	NT-Seite	0a	-0,05	-0,25*	-0,1
	RT-Seite	-0,03	0,04	-0,04	-0,07
Betrieb 2	NT-Seite	0a	0,07	0,06	-0,12*
	RT-Seite	-0,01	0,01	0,01	-0,01
Betrieb 3	NT-Seite	0a	0,17*	-0,04	0,05
	RT-Seite	-0,02	0,00	-0,05	-0,05

Bei Betrachtung der Tabelle 73 fällt ebenfalls auf, dass die Stallseite kaum einen signifikanten Einfluss auf die Staubwerte besitzt, weder während der Kontroll- noch der Versuchsbesuche. Die Rundtränkenseite wies unabhängig von der Besuchsart in jedem Betrieb keinen signifikanten Unterschied zu der Referenzkategorie Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite auf. Ein Grund hierfür könnte der Einfluss der Lüftung sein. In allen Betrieben fand eine Unterdrucklüftung statt. Diese könnte für eine so starke Verteilung der Stallluft und damit auch des Staubs gesorgt haben, dass sich der Einfluss der Stallseite, längs bereits während der Staubbmessung verflüchtigte.

Bei Auseinandersetzung mit der deskriptiven betriebsabhängigen Darstellung der Staubwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Messpunkten (Abbildungen 26, 27 und 28) fällt auf, dass die Staubwerte bei Temperaturen unter 15 °C besonders hoch waren. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich ebenfalls in der Lüftung zu suchen (HOY et al., 2006). Es ist zu vermuten, dass die Landwirte die Zuluft des Stalls über Lüftungsschlitze regulierten, um das Eindringen von kalter Luft zu vermindern. Die Luftbewegung und die Lüftrate wurden somit reduziert. Der Verdünnungseffekt des Staubs durch frische Luft war folglich minimal.

Hinsichtlich des Einflusses der Einstreu auf die Staubwerte widersprechen sich die einzelnen Betriebe. Während in Betrieb 1 bei Einsatz von Gerste der Staubgehalt sinkt ($p = 0,105$), steigt er bei Betrieb 2 ($p = 0,015$) und Betrieb 3 ($p < 0,001$) signifikant an. Diese Aussage bezieht sich jedoch auf die Referenzkategorie Kontrolle, 1. Zeitfenster. Interessant im Rahmen dieser Arbeit ist vor allem, dass der Staubgehalt in Betrieb 2 bei Einsatz von Dinkelspelz während der Besuchsart Versuch, 1. ZF signifikant gesenkt werden konnte ($\beta = -0,32, p < 0,001$).

5.4 Ammoniak

Die mittleren Ammoniakwerte dieser Studie liegen stets unter 10 ppm, wie aus Diagramm 33 und Tabelle 74 hervorgeht ($n = 5$ (Betrieb 2) bzw. 8 Durchgänge (Betrieb 1 und 3)).

Tab. 74: Gemittelte Darstellung der Ammoniakwerte ($n =$ Anzahl an Durchgängen; pro Besuch wurden Ammoniakwerte an 35 Messpunkten (Betrieb 1) bzw. 45 Messpunkten (Betrieb 2 und 3) ermittelt; Einheit: ppm)

Betrieb	Zeitfenster	Besuchsart	n	MW \pm SEM	Median	SD	Min.	Max.
Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	7	6,71 \pm 1,26	5,93	3,33	3,80	13,19
		Versuch	7	6,13 \pm 1,29	4,83	3,42	3,54	13,43
	2. Zeitfenster	Kontrolle	8	6,99 \pm 1,38	5,48	3,91	3,60	14,84
		Versuch	7	5,01 \pm 0,25	5,14	0,66	3,71	5,83
Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	4	4,33 \pm 1,21	3,85	2,41	2,11	7,49
		Versuch	5	7,78 \pm 1,83	7,35	4,09	2,36	13,79
	2. Zeitfenster	Kontrolle	5	5,89 \pm 0,48	5,96	1,07	4,76	7,49
		Versuch	3	8,76 \pm 3,19	6,30	5,52	4,89	15,08
Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	6	7,58 \pm 1,45	8,32	3,56	2,89	12,57
		Versuch	7	7,17 \pm 1,36	6,46	3,61	3,51	13,14
	2. Zeitfenster	Kontrolle	5	7,07 \pm 1,59	4,89	3,55	4,27	11,43
		Versuch	7	6,61 \pm 1,33	6,51	3,51	3,11	11,79

In den Vereinbarungen über die Haltung von Pekingtonen der verschiedenen Länder sowie in den Empfehlungen der DLG (2000) heißt es, dass der Ammoniakgehalt im Tierbereich in der Stallluft unter 10 ppm liegen sollte und dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten darf. Den höchsten Ammoniakdurchschnittswert erreichte Betrieb 2 während der Besuchsart Versuch, 2. Zeitfenster mit $8,76 \pm 3,19$ ppm. Wie bei den Staubwerten konnte in keinem der Betriebe mittels t-Test-Berechnungen innerhalb eines Zeitfensters ein signifikanter Einfluss der Besuchsart auf die Ammoniakwerte festgestellt werden. Eine Beeinflussung der Ammoniakkonzentration der Stallluft durch den Zeitpunkt des Besuchs war ebenfalls nicht erkennbar.

Während in Betrieb 1 und Betrieb 3 die Mittelwerte der Ammoniakkonzentration im Stall grundsätzlich beim Wechsel von der Besuchsart Kontrolle zu der Besuchsart Versuch absinken, steigen sie in Betrieb 2 an. Es ist keine klare Tendenz erkennbar. Dieses uneinheitliche Verhalten lässt sich auch an den einzelnen β -Regressionskoeffizienten der betriebs- und stallseitenabhängigen Regressionsmodelle (Tabellen 47, 48 und 49; Zusammenfassung: Tabelle 75) zeigen.

Tab. 75: Ausgewählte β -Regressionskoeffizienten der multiplen linearen

Ammoniakregressionsmodelle (Tabellen 47, 48 und 49) im Vergleich (ZF = Zeitfenster; NT-Seite = rundtränkenabgewandte Stallseite; RT-Seite = rundtränkenzugewandte Stallseite; a dieser Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist; * kennzeichnen Signifikanzen zu der jeweiligen betriebsabhängigen Referenzkategorie NT-Seite, 1. ZF)

Betrieb	Stallseite	Kontrolle, 1. ZF	Kontrolle, 2. ZF	Versuch, 1. ZF	Versuch, 2. ZF
Betrieb 1	NT-Seite	0a	0,01	-0,01	-0,01
	RT-Seite	-0,28*	0,14	0,08	-0,12
Betrieb 2	NT-Seite	0a	-0,18	0,54*	0,23
	RT-Seite	-0,14	0,20	0,03	-0,05
Betrieb 3	NT-Seite	0a	-0,10	-0,18	-0,35*
	RT-Seite	-0,09	0,09	0,16	-0,01

Die Stallseite, längs scheint keinen Einfluss auf den Ammoniakgehalt der Luft zu besitzen. Hierfür ist der Grund, wie bei den Staubwerten auch, wahrscheinlich in der Unterdrucklüftung zu suchen. Die Luftrate könnte für eine so starke Verteilung des Ammoniakgases gesorgt haben, dass sich der Einfluss der Stallseite, längs bereits zum Zeitpunkt der Messung verflüchtigt hatte.

Die einzeln ermittelten Maximalwerte, welche zum Teil auch über den kurzzeitig maximal erlaubten 20 ppm lagen, traten vor allem bei Temperaturen unter 15 °C auf, wie aus den Ammoniak-Boxplots (Abbildungen 30, 31 und 32) ersichtlich ist. In Betrieb 1 sind Ammoniakwerte über 20 ppm als Ausreißer anzusehen. Sie traten während der Besuchsart Kontrolle, 2. ZF auf. In Betrieb 2 lagen die Ammoniakwerte während des zweiten Versuchsbesuchs bei Temperaturen unter 15 °C am höchsten. Werte über 20 ppm sind hier noch Teile der

Boxplot-Perzentile. Bereits KRISTENSEN und WATHES (2000) haben einen Einfluss der Jahreszeit auf die Ammoniakkonzentration festgestellt. Auch sie argumentieren, dass im Winter die Ammoniakkonzentration durch die geringe Lüftungsrate, um die Wärme im Stall zu halten, ansteigt.

Insgesamt gesehen, ist das Ergebnis dieser Untersuchungen eher überraschend denn, in den Versuchen von MANZ (2005) wurde gegen Ende der Mast eine dauerhafte Überschreitung der Ammoniakwerte von 20 ppm festgestellt. In den Versuchsdurchgängen von HEUBACH (2007) betrug der mittlere Ammoniakgehalt im Stall zwischen 9 ppm und 15,5 ppm. In beiden Vorversuchen lagen somit die Werte über den hier festgestellten Mittelwerten.

Als Gründe für den relativ niedrigen Ammoniakgehalt kommen in Betracht:

- Anordnung der Rundtränke

In jedem Stall wurde die Rundtränke auf der Seite, zu welcher sich das Gefälle neigte und sich die Gullis befanden, angebracht. Der Wasserablauf war so gut als möglich gewährleistet. Betrieb 3 hatte zunächst Probleme mit dem Wasserablauf, da er nur über drei kleine Gullis, welche zu Verstopfung neigten, verfügt. Durch Abdecken der Gullis mit perforierten Kisten (siehe Abbildung 12), welche eine Siebfunktion übernahmen, konnte dieses Problem jedoch reduziert werden, wie die aufgeführten Ammoniakwerte zeigen.

- Höhenanpassung Tränke

Eine optimal angepasste Höheneinstellung der Tränke minimiert die Gefahr feuchter Einstreu (DAMME und HILDEBRAND, 2002). Sofern die Tränke zu hoch eingestellt ist, wird sie zum Beispiel von den Enten so lange in Schwingung versetzt, bis eine Wasseraufnahme möglich ist. Dabei kann Wasser überschwappen und zu feuchter Einstreu führen.

- Zeitlich eingeschränkter Zugang zur Rundtränke

Für eine zeitliche Einschränkung des Wasserzugangs sprechen nicht nur wasserhygienische und wirtschaftliche Vorteile. Die Durchfeuchtung der Einstreu kann so in Grenzen gehalten werden, was sich positiv auf Luftfeuchtigkeit und Ammoniakgehalt auswirkt.

- Einstreu

Strohhäcksel, wie es vorwiegend eingesetzt wurde, verklebt sich in Verbindung mit Feuchtigkeit und lässt den Ammoniak nicht entweichen (SCHMITZ, 2007). Tägliches Einstreuen, wie es in den Vereinbarungen der Länder Bayern (2003) und Niedersachsen (2003) und den Empfehlungen der DLG (2000) gefordert wird, wurde in den Versuchsbetrieben durchgeführt und ist unerlässlich, um den Ammoniakgehalt der Stallluft bei Einsatz der Rundtränke positiv zu beeinflussen. Am besten sollte sogar drei bis fünf Tage vor Ablieferung zweimal täglich eingestreut werden. So wurde es in den Vereinbarungen der Länder Brandenburg (2000) und Bayern (2003) und wird es in den Empfehlungen der DLG (2000) tränkenunabhängig gefordert. Die LfL stellte betriebsunabhängig einen signifikant höheren Strohverbrauch während der Besuchsart Versuch fest. Dieser war notwendig, um die Feuchtigkeit in der Einstreu, welche vor allem bei der arttypischen

Ausführung der Badebewegung entsteht, aufzusaugen und die Entstehung einer hohen Luftfeuchte zu minimieren (siehe Höhenanpassung der Tränke).

- die Lüftung

Eine gute Lüfrate verdünnt zum einen den Ammoniakgehalt der Stallluft und zum anderen wird ein starker Anstieg der Luftfeuchtigkeit verhindert. Diese entstammt laut (PINGEL, 2008) vor allem dem hohen Wassergehalt von frischem Entenkot (85 - 90%). Feuchtes, basisches Milieu, in welchem die harnstoffabbauenden Bakterien am besten bei sommerlichen Temperaturen arbeiten (MÜLLER und SCHLENKER, 2004; DAMME und HILDEBRAND, 2002), kann durch gute Lüftung gemildert werden.

5.5 Probeschlachtungen

5.5.1 Schlachtparameter

Das durchschnittliche Lebendgewicht der Enten dieser Arbeit betrug zwischen $2,80 \pm 0,04$ kg (Betrieb 3, Kontrolle) und $3,11 \pm 0,04$ kg (Betrieb 1, Versuch). Die Schlachtung erfolgte jeweils am 39. Lebenstag.

Tab. 76: Lebendgewicht der Vorgängerdoktorarbeiten mit der vorliegenden im Vergleich (*die Tränkeform hat keinen deutlichen Einfluss auf das Lebendgewicht)

Tränkeangebot	Lebenstag	Gewicht	Diss. med. vet.
Düse, Nippel, Plasson, Sparkcup	41. - 49. LT	3,22 - 3,28 kg	KOPP (2005)*
Nippel, Rinne, Sparkcup	47. - 50. LT	3,07 - 3,44 kg	REMY (2005)*
Nippel, Rundtränke	44. - 47. LT	3,16 - 3,32 kg	KÜSTER (2007)*
Nippel, Rundtränke	39. LT	2,80 - 3,11 kg	HIRSCH (2011)

Nach PINGEL et al. (2007) erreichen Pekingenten ein Körpergewicht von über 3 kg. In den Doktorarbeiten von KOPP (2005), REMY (2005) und KÜSTER (2007) wurde dieses Gewicht bestätigt. Die Schlachtungen erfolgten zwischen dem 41. und 50. Lebenstag (siehe Tabelle 76). Die Enten der vorliegenden Untersuchung erreichten ein geringeres Gewicht, allerdings wurden sie bereits am 39. Lebenstag geschlachtet. In Betrieb 1 und Betrieb 3 lag während der selbst durchgeführten Kontrollschlachtung das Lebendgewicht unter 3 kg. In den letzten Jahren entwickelte sich die Zuchtgenetik der Pekingenten stark weiter. Nur so kann das Erreichen eines so hohen Lebendgewichts bereits zu diesem Zeitpunkt erklärt werden. Wie in den Dissertationen KOPP (2005), KÜSTER (2007) und REMY (2005) die unterschiedlichen Tränkeformen keinen deutlichen Einfluss auf die Gewichtsentwicklung zeigten, hat die Rundtränke – betriebsunabhängig – im Rahmen dieses Feldversuchs keinen signifikanten Einfluss auf das

Lebendgewicht. Diese Feststellung wurde durch die LfL aus den Daten, welche die Wichmann-Schlachtereie übermittelte hatte, getroffen (siehe Dissertation HARNISCH (2012)). Sie deckt sich nur zum Teil mit den selbst durchgeführten Probeschlachtungen. In ihnen wiesen, abgeleitet aus den geschätzten Randmitteln der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart des Schlachtparameter-Regressionsmodells (siehe Tabelle 52), die Versuchsenten der Betriebe 1 und 3 ein signifikant schwereres Lebendgewicht auf als die Kontrollenten (siehe Tabelle 53). ERISIR et al. (2009) konnten ebenfalls eine Beeinflussung des Schlachtgewichts durch die Haltungsform bei sechs Wochen alten Grimaud-Frères-Enten feststellen.

Wie bei der abhängigen Variablen Lebendgewicht innerhalb des Schlachtparameter-Regressionsmodells 52, so konnten bei den abhängigen Variablen Schlachtkörpergewicht, Gewicht Schenkelpaar und dem Restgewicht je nach Betrieb unterschiedliche Signifikanzen ermittelt werden (siehe Tabelle 53). In Betrieb 2 war keiner der genannten Parameter signifikant. Insgesamt gesehen, ist es nicht möglich, ein Muster aus den Signifikanzen der verschiedenen abhängigen Variablen abzuleiten. Dies trifft auch bei der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht zu. Hin und wieder ist ein Einfluss des Geschlechts, jedoch nicht durchgehend, erkennbar. Die Aussage von PINGEL et al. (2007), dass bei allen Geflügelarten das weibliche Tier in der Regel einen höheren Brustfleischanteil als das männliche besitzt, kann für alle drei Betriebe nicht geprüft werden, da die Wechselwirkung Betrieb * Geschlecht * Besuchsart keinen signifikanten Einfluss aufweist ($p = 0,214$). Hinsichtlich des prozentualen Anteils der Brust am Schlachtgewicht kann festgestellt werden, dass es bei den weiblichen Tieren (13,17 - 14,20 %) stets höher ist als bei den männlichen (11,45 - 13,55 %). Einen so hohen prozentualen Anteil der Brust am Schlachtgewicht, wie RISTIC et al. (2006) mit 27,4% bei männlichen und mit 29,0% bei weiblichen Pekingenten (42. LT) gemessen hat, konnte in dieser Arbeit allerdings nicht nachgewiesen werden.

5.5.2 Blutparameter

5.5.2.1 Hämoglobin und Hämatokrit

Der durchschnittliche Hämoglobingehalt der Enten dieser Arbeit schwankte zwischen $6,44 \pm 0,09$ mmol/l (Betrieb 2, Versuch) und $7,15 \pm 0,07$ mmol/l (Betrieb 1, Kontrolle), der Hämatokritgehalt zwischen $32,75 \pm 0,40$ % (Betrieb 3, Kontrolle) und $38,75 \pm 0,48$ % (Betrieb 2, Kontrolle). Diese Werte decken sich mit den Ergebnissen von HATIPOGLU und BAGCI (1996), die ihre Messungen an 3 Monate alten Pekingenten vornahmen. Die Werte ähneln außerdem den Ergebnissen der Blutproben von REMY (2005), welche ebenfalls während des Schlachtprozesses (47. - 50. LT) gezogen wurden. Allerdings wiesen die Enten der vorliegenden Arbeit niedrigere Hämatokritwerte auf als die von REMY (2005). Im Vergleich zur Arbeit KÜSTER (2007), die unter anderem Blutproben von Enten zwischen dem 44. - 47. Lebenstag untersuchte, wiesen die Enten hier, insgesamt gesehen, eine breitere Spannweite sowohl hinsichtlich der Hämoglobin- als auch der Hämatokritkonzentration auf. HALAJ (1966), KONTECKA et al. (2006) und SPANO

et al. (1987) stellten höhere Hämatokrit- und Hämoglobinwerte bei Pekingenten fest. Das Alter dieser Tiere wurde in den Studien jedoch entweder nicht angegeben (HALAJ, 1966) oder das Alter der Enten ist nicht mit dem Schlachalter (39. LT) der Enten dieser Arbeit zu vergleichen. In den Betrieben 1 und 2 konnte sowohl in Bezug auf den Hämoglobin- als auch den Hämatokritgehalt ein signifikanter Unterschied, abgeleitet aus den geschätzten Randmitteln der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart des Regressionsmodells Hämoglobin und Hämatokrit (Tabelle 54), hinsichtlich der Kontroll- und Versuchsschlachtung festgestellt werden (siehe Tabelle 55). In beiden Betrieben war das Ergebnis der Versuchsschlachtung, ausgehend von den Mittelwerten, signifikant geringer. Eine Erklärung hierfür könnte der vermehrte Wasserverbrauch der Enten während der Besuchsart Versuch sein. Nach Untersuchungen des LfLs verbrauchte eine Ente während eines Versuchsdurchgangs durchschnittlich 2,71 mehr als eine Ente eines Kontrolldurchgangs. Durch das vermehrte Trinken von Wasser neben der Ausführung von artgerechten Verhaltensweisen an der Rundtränke steigt das Plasmavolumen der Ente an, was zu einem Absinken des Hämatokritwerts führt, wie es in den Betrieben 1 und 2 zu beobachten ist. Sinkt der Hämatokritwert ab, so ist im Normalfall gleichzeitig ein Absinken des Hämoglobinwerts zu beobachten, wie auch in den Betrieben 1 und 2 während des Versuchsbesuchs. Es ist zu betonen, dass trotz des Absinkens des Hämoglobin- und Hämatokritwerts keine Hyperhydratation der Tiere vorlag.

Da die Genetik der Pekingenten mittlerweile weit fortgeschritten ist und das Alter, mit dem auch der Eintritt der Geschlechtsreife verbunden ist, einen entscheidenden Einfluss auf beide Blutwerte ausübt (GYLSTORFF, 1983), muss kritisch hinterfragt werden, inwieweit Blutwerte früherer Veröffentlichungen von Pekingenten noch aktuell sind. Das Geschlecht der Tiere beeinflusst in dieser Arbeit nur zum Teil den Hämatokrit- und Hämoglobinwert wie den Signifikanzen, abgeleitet aus den geschätzten Randmitteln der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht des Regressionsmodells Hämoglobin und Hämatokrit (siehe Tabelle 55), zu entnehmen ist. In Betrieb 3 ist kein Einfluss des Geschlechts auf die Blutparameter bemerkbar. Es liegt kein generelles, durchgehendes Beeinflussungsmuster des Geschlechts auf die Blutparameter Hämoglobin und Hämatokrit vor.

5.5.2.2 Immunglobulin Y

Bereits MANZ (2005) ermittelte in ihrer Arbeit keinen Zusammenhang zwischen hohen Enterobacteriaceae-Gehalten oder einer hohen Gesamtkeimzahl im Tränkwasser der einzelnen Tränkevarianten (Nippel-, Rinnen- und modifizierte Rundtränke) zum IgY-Gehalt der Enten. Auch HEUBACH (2007) konnte keine Beeinflussung der modifizierten Rundtränken auf den IgY-Gehalt feststellen. Ihr Ergebnis ist übertragbar. Die ermittelten IgY-Durchschnittswerte dieser Arbeit liegen zwischen $7,77 \pm 0,74$ mg/ml (Betrieb 3, Kontrolle) und $12,63 \pm 0,76$ mg/ml (Betrieb 1, Kontrolle). Sie sind damit zum Teil niedriger als die von UMAMAHESWARARAO und RAO (1994) am 30. Lebenstag sowie deutlich niedriger als die von HEUBACH (2007) am 44. - 47. und von MANZ (2005) am 49. - 50. Lebenstag ermittelten IgY-Werte. In dieser Arbeit

unterscheiden sich weder die Kontrolltiere von Betrieb 2 noch die von Betrieb 3 hinsichtlich ihres IgY-Werts signifikant von den Versuchstieren. Es kann somit unter Feldversuchsbedingungen kein nachteiliger Effekt auf die IgY-Konzentrationen der Enten nachgewiesen werden.

5.5.3 Knochenparameter

Nach RATH et al. (2000) ist die Knochenstärke von diversen Faktoren abhängig. Da Genetik, Alter und Ernährung der untersuchten Enten weitgehend identisch waren, kommen im Rahmen dieser Arbeit für die unterschiedlichen Knochenstärken vor allem die Faktoren Geschlecht und körperliche Belastung in Betracht. Nach REITER und BESSEI (1998a) besitzen zum Beispiel Broiler mit erhöhter Bewegungsaktivität eine signifikant dickere Kortikalis.

Der Hauptgrund für die Untersuchung der Knochenparameter bestand in der Überlegung, dass für die Pekingenten, um an die Rundtränke zu gelangen, höhere Bewegungsaktivität erforderlich war. Sie mussten von der Nippeltränken-Stallseite auf die Rundtränken-Stallseite wechseln. Diese Überlegung sollte durch eine erhöhte Bruchfestigkeit oder eine erhöhte Elastizität der Femura oder Tibiotarsi nachgewiesen werden. Die gemittelte Bruchfestigkeit (\pm SEM) der Femura lag zwischen $230,07 \pm 4,18$ N (Betrieb 1, Versuch) und $235,66 \pm 3,71$ N (Betrieb 3, Versuch), die der Tibiotarsi zwischen $172,23 \pm 4,64$ N (Betrieb 1, Versuch) und $195,15 \pm 4,64$ N (Betrieb 2, Versuch). In keinem der Betriebe zeigte sich innerhalb der Regressionsmodelle ein signifikanter Einfluss der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart oder Betrieb * Besuchsart * Geschlecht in einer für diese Arbeit interessanten Konstellation (siehe Tabellen 59 und 61).

Ähnlich verhielt es sich bei der Dehnung. Die Dehnung der Femura maß zwischen $2,02 \pm 0,04$ mm (Betrieb 1, Kontrolle) und $2,18 \pm 0,05$ mm (Betrieb 3, Kontrolle), die der Tibiotarsi zwischen $3,80 \pm 0,10$ mm (Betrieb 2, Versuch) und $4,36 \pm 0,12$ mm (Betrieb 3, Versuch). Während in Betrieb 3 der Dehnungswert der Femura der Kontrolltiere signifikant über dem der Versuchstiere lag, machte sich in Betrieb 1 ein Einfluss des Geschlechts hinsichtlich der Dehnungswerte bemerkbar. Eine kontinuierliche Beeinflussung der Dehnung durch die Besuchsart oder das Geschlecht ist nicht erkennbar.

Sowohl die Bruchfestigkeit als auch die Dehnung liefern somit bei beiden Knochenparametern keine hinlänglichen Beweise, dass die Wanderungsaktivität der Enten bei einseitigem Einsatz der Rundtränken im Stall zunimmt. Hierüber kann eventuell auch die parallel angefertigte Verhaltensarbeit HARNISCH (2012) Aufschluss geben.

ORBAN et al. (1999) erzielten Knochenbruchfestigkeitsergebnisse von 27,70 kg (= 271,74 N; Umrechnungsfaktor 9,81 N) für rechte Femura und 18,71 kg (= 178,25 N; Umrechnungsfaktor 9,81 N) für rechte Tibiotarsi. Sie decken sich mit den Tibiotarsi-, nicht hingegen mit den Femura-Bruchfestigkeitsergebnissen dieser Arbeit. Die hier ermittelten Durchschnittswerte der Femura-Bruchfestigkeit waren stets niedriger, auch wenn Maximalwerte bis zu 338,83 N erzielt werden konnten. ORBAN et al. (1999) verwandten in ihrer Fütterungsstudie fünf Kontrolltiere, die in einer Zehn-Enten-Gruppenhaltung gehalten wurden. Die körperliche Belastung, ein beeinflussender Faktor der Knochenstärke (RATH et al., 2000), ist in Kleingruppenhaltung anders als

in Massentierhaltung. Hier könnte der Grund für die nur eingeschränkte Vergleichbarkeit der Bruchfestigkeitsergebnisse zu suchen sein. Hinzu kommt auch, dass der Durchschnitt von fünf Bruchfestigkeitsergebnissen nicht als so repräsentativ anzusehen ist wie der von je 80 Knochen ($n = 40$ Enten pro Betrieb). Hinsichtlich der Größenparameter Länge und Breite eignen sich jedoch die Werte von ORBAN et al. (1999) und die von GILLE und SALOMON (1995) sehr gut zum Vergleich. Werte von anderen Entenarten (siehe Tabelle 16) sind nur ungenügend mit denen im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Größenparameter Länge, Breite und Höhe vergleichbar. Für diese Größenparameter konnten diverse signifikante Unterschiede in Bezug auf die Besuchsart und das Geschlecht der Tiere festgestellt werden (siehe Tabelle 59 und 61). Ein einheitliches Muster, aus welchem allgemein gültige Schlüsse gezogen werden könnten, war nicht abzuleiten.

5.6 Bonitur

5.6.1 Paddel

Nach PINGEL (2002) ist die Epidermis der Enten an den Füßen sehr empfindlich. Sie ist weich und wenig verhornt. Insgesamt litten über 80 % ($n = 7700$) der bonitierten Enten dieser Untersuchung an einer Hyperkeratose. Die These von PINGEL (2002) bestätigte sich. Weitaus weniger Tiere waren jedoch betriebsunabhängig von einer Nekrose betroffen. Keine Nekrose wiesen 61,8 %, eine leichte 21,1 %, eine mittelgradige 13,6 % und 4,5 % der Tiere eine hochgradige Nekrose der Paddel auf ($n = 8300$).

Tab. 77: Betriebs- und besuchsabhängige Häufigkeitsverteilung des Boniturmerkmals Nekrose der Paddel (Details können der Abbildung 40 oder den Tabellen 134, 135 und 136 im Anhang entnommen werden)

Betrieb	Besuchsart	n	keine	leicht	mittelgradig	hochgradig
Betrieb 1	Kontrolle	1600	62,3 % (997)	22,9 % (366)	11,4 % (183)	3,4 % (34)
	Versuch	1500	58,9 % (884)	21,7 % (325)	15,5 % (232)	3,9 % (59)
Betrieb 2	Kontrolle	1000	75,1 % (751)	15,0 % (150)	7,6 % (76)	2,3 % (23)
	Versuch	1000	55,1 % (551)	21,8 % (218)	15,2 % (152)	7,9 % (79)
Betrieb 3	Kontrolle	1600	63,4 % (1014)	21,1 % (338)	11,3 % (180)	4,3 % (68)
	Versuch	1600	58,3 % (932)	21,9 % (351)	14,1 % (225)	5,8 % (92)

Ein vermehrtes Auftreten der Hyperkeratose konnte bei Einsatz von Rundtränken nicht festgestellt werden, denn die Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart in dem binären, logistischen Regressionsmodell Hyperkeratose (siehe Tabelle 62) ist nicht signifikant. In Betrieb 1 kann während der Besuchsart Versuch auf der Nippeltränken-Seite ein um mindestens 6 % höheres

Risiko für Hyperkeratose festgestellt werden ($p = 0,011$). Gleichzeitig nimmt es, verglichen mit der Kontrollgruppe auf der Rundtränken-Seite, um mindestens 10% ab ($p = 0,005$). Alle weiteren untersuchten Beeinflussungsparameter (Zeitfenster; Stallseite, längs; Ammoniak und Staub) unterscheiden sich betriebsabhängig stark. Aus ihnen kann daher keine eindeutige allgemeingültige Aussage abgeleitet werden. Im Falle der Paddelnekrose verhält es sich umgekehrt. Sie ist von der Besuchsart abhängig. Die Chance des Boniturmerkmals "keine Nekrose der Paddel" verringert sich in allen drei Betrieben während der Besuchsart Versuch. In den Betrieben 1 und 2 reduziert sich die Chance signifikant (Betrieb 1: $p = 0,012$; Betrieb 2: $p < 0,001$).

Nach GREENE et al. (1985) verläuft die Pododermatitis bei Broilern stufenartig. Sie beginnt mit Hauteinrissen, steigert sich zu "blumenkohllartigen Proliferationen" und endet in Abrationen mit bräunlichem Wundschorf. Da über 38,2% der untersuchten Enten unter einer Nekroseform litten, war auch mit einer höheren Hyperkeratose-Rate zu rechnen. JONES und DAWKINS (2010) bonitierten ebenfalls Pekingentenpaddel in Verbindung mit dem Angebot von verschiedenen Tränkeformen ($n = 10.279$). Auch wenn JONES und DAWKINS (2010) in ihrer Bonitur einen anderen Maßstab anlegten, erzielten in ihrer Studie 20,6% der Enten die Note "Beste Paddel", die der Note "keine Hyperkeratose" dieser Arbeit ähnelt. Nach MAYNE (2005) sind die Gründe für das Auftreten von Fußballendermatitis komplex. Zu den zwei wahrscheinlichsten werden feuchte Einstreu und Biotinmangel gezählt. Durch den Einsatz der Rundtränken erhöhen sich sowohl die Luftfeuchte (siehe Kapitel 5.2) als auch die Feuchtigkeit der Einstreu. Letztere wird vor allem durch die arttypische Ausführung der Badebewegung an der Rundtränke verursacht. Der Anstieg der Nekroseanfälligkeit der Paddel im Rahmen der Besuchsart Versuch war daher zu erwarten.

Da leichte Pododermatiden Tiere wahrscheinlich nicht einschränken (EKSTRAND et al., 1997), kann der Einsatz der Rundtränke unter dem Aspekt der Nekrose der Paddel nicht pauschal abgelehnt werden. Es besteht in diesem Fall weiterer Forschungsbedarf. Bei Gewährleistung eines idealen Abflusses des vermehrten Abfalls könnte sich Nässe nicht so stark in der Einstreu stauen, wie sie es zum Beispiel zunächst in Betrieb 3 der Fall war. Es ist anzunehmen, dass bei besserem Wasserabfluss die Nekroseanfälligkeit während der Besuchsart Versuch abnimmt.

5.6.2 Augen

Die alleinige Erkrankung von Vogelaugen kann nur durch wenige Ursachen, wie spezielle Infektionskrankheiten, Parasiten und anormale Haltungsbedingungen, verursacht werden (AHMAD, 1969). Im Rahmen dieser Arbeit erfolgte die Auswertung der Boniturmerkmale Augenumgebung, Augenentzündung (ergänzend zur Dissertation HARNISCH (2012)) und Ulcus corneae vorwiegend im Hinblick auf die "anormalen Haltungsbedingungen". Es wurde der Einfluss von Staub und Ammoniak untersucht. Beide Parameter befanden sich, unabhängig von der Besuchsart, in einem normalen Bereich (siehe Kapitel 5.3 und Kapitel 5.4). Die Auswertung der Augenumgebung und der Augenentzündung mit Hinsicht auf die nachweislich

signifikante Beeinflussung des Ammoniaks zeigte sich literaturkonform. Mit ansteigendem Ammoniakgehalt erhöhte sich die Chance für eine Augenentzündung (AHMAD, 1969; SAIF, 2008). Eine Keratoconjunctivitis führt nach SAIF (2008) zu einem tränenden Auge. Die Wahrscheinlichkeit für eine schmutzigere Augenumgebung steigt, da sich nun Schmutzpartikel mit Tränenflüssigkeit verkleben können. Somit erhöht der Anstieg des Ammoniakgehalts die Wahrscheinlichkeit für eine Augenentzündung und eine verschmutztere Augenumgebung. Im Falle der Besuchsart ergibt sich bei Betrieb 2 und Betrieb 3 jedoch eine signifikante Wendung ($p < 0,001$). Trotz steigender Ammoniakkonzentration verringert sich die Chance für eine verschmutzte Augenumgebung. Dies kann durch den Einsatz der Rundtränken begründet werden. Enten, die die Möglichkeit besitzen, ihren Kopf in Wasser einzutauchen und so ihr Gefieder mit Wasser zu benetzen, besitzen eine sauberere Augenumgebung (REMY, 2005; JONES et al., 2009).

Hinsichtlich des Einflusses des Staubgehalts auf die Augen fällt ebenfalls auf, dass eine Erhöhung des Staubgehalts das Risiko für eine Augenentzündung oder eine verschmutztere Augenumgebung ansteigen lässt. Eine Ausnahme hierzu stellt jedoch die Augenumgebung der Enten von Betrieb 2 während der Besuchsart Kontrolle dar. Bei diesen Tieren verringerte sich die Wahrscheinlichkeit einer verschmutzteren Augenumgebung mit ansteigendem Staubgehalt ($\beta = -0,70, p < 0,001$). Betrieb 2 unterschied sich von den Betrieben 1 und 3 grundsätzlich in zweierlei Hinsicht. Zum einen stellte er sein All-in-all-out-System in ein Umtriebsverfahren um. Durch strikte Trennung von Küken- und Maststall, früher offen miteinander verbunden, änderte sich die gesamte Klimagegestaltung, die zunächst noch optimiert werden musste. Zum anderen streute Landwirt 2 als einziger der drei Betriebe häufig Dinkelspelz ein. Sowohl diese Einstreuart als auch die Neugestaltung des Stallklimas könnten zu diesem abweichenden Ergebnis der Augenumgebung geführt haben.

Unter einem Ulcus corneae litten betriebsunabhängig 3,9% der bonitierten Enten ($n = 8300$). Die Besuchsart hatte lediglich in Betrieb 2 einen signifikanten Einfluss ($p = 0,001$), nicht aber in Betrieb 1 und 3. Die weiter untersuchten Parameter verhielten sich nicht einheitlich, sodass hinsichtlich des Ulcus corneae keine allgemeingültigen Aussagen möglich sind. Auch hier könnte das abweichende Verhalten von Betrieb 2 durch die obigen Begründungen erklärt werden. In diesem Fall müssten die Hornhautulcera nicht zwingend mit der Besuchsart Versuch in Verbindung stehen.

5.7 Schlussfolgerungen

Diese Arbeit untersuchte die Praxistauglichkeit tiergerechter Wasserversorgung von Pekingenten durch Einsatz der Rundtränke AquaDuc T[®] unter dem Aspekt der Tierhygiene und verschiedener Gesundheitsparameter.

Folgende Schlussfolgerungen können gezogen werden:

- **Mikrobiologische Untersuchungen des Tränkwassers**
Sowohl die Gesamtkeimzahl als auch die Anzahl an Enterobacteriaceae in K_BE/ml in den Rundtränken waren stets höher als in den Nippeltränken, jedoch niedriger als in den Auffangschalen. In letzteren wurden am häufigsten Salmonellen gefunden. Eine negative Beeinträchtigung der Gesundheit von Pekingtonen konnte nicht festgestellt werden. Die untersuchten Kontrolltiere unterschieden sich von den Versuchstieren hinsichtlich ihres IgY-Gehalts nicht signifikant. Auch ein Anstieg der insgesamten Verlustraten in % war nicht erkennbar.
- **Staub**
Bei Betrachtung der durchschnittlichen Staubkonzentrationswerte fällt auf, dass in keinem der Betriebe binnen eines Zeitfensters eine signifikante Beeinflussung der Staubwerte durch die Besuchsart stattfand. Auch ein signifikanter Einfluss des Zeitfensters innerhalb der Besuchsart Kontrolle oder Versuch war nicht zu ermitteln. Die von PETERMANN (2006) gemessenen Staubwerte in Geflügelställen und die von ZUCKER et al. (2005) erhobenen Staubwerte in Entenställen wurden im Rahmen dieser Arbeit durchschnittlich weder in Kontroll- noch in Versuchsbesuchen erreicht.
- **Ammoniak**
Wie auch bei den durchschnittlichen Staubkonzentrationswerten zeigten weder die Besuchsart noch der Zeitpunkt des Besuchs signifikante Auswirkungen auf die durchschnittlichen Ammoniakkonzentrationswerte. In den Vereinbarungen verschiedener Bundesländer über die Haltung von Pekingtonen sowie in den Empfehlungen der DLG (2000) heißt es, dass der Ammoniakgehalt im Tierbereich in der Stallluft unter 10 ppm liegen sollte und dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten darf. In Bezug auf diese Forderungen gab es in keinem Betrieb Überschreitungen, weder während der Besuchsart Kontrolle noch während der Besuchsart Versuch.
- **Probeschlachtungen**
In den selbst durchgeführten Probeschlachtungen schnitten die Versuchstiere von Betrieb 1 und Betrieb 3 in Bezug auf ihr Lebendgewicht signifikant besser ab als die Kontrolltiere. Dieses Ergebnis wurde jedoch durch die LfL, welche die Schlachtergebnisse aller am Feldversuch beteiligten Daten auswertete, widerlegt (siehe Dissertation HARNISCH (2012)). Das Lebendgewicht wurde, insgesamt gesehen, nicht signifikant durch die Tränkeform beeinflusst. Die ermittelten Hämoglobin- und Hämatokritwerte deckten sich mit den Ergebnissen von HATIPOGLU und BAGCI (1996). Ebenfalls literaturkonform verhielten sich die Größenparameter der Ober- und Unterschenkelknochen (ORBAN et al., 1999; GILLE und SALOMON, 1995). Eine Beeinflussung der Knochenbruchfestigkeit oder der Dehnung durch den Einsatz der Rundtränken konnte betriebsabhängig nicht

festgestellt werden.

- Bonitur

Die Bonitur wurde unter diversen Gesichtspunkten ausgewertet. Nicht für alle Parameter ließen sich einheitliche Schlussfolgerungen ableiten. Keinen Vorteil brachten die Rundtränken hinsichtlich des Boniturmerkmals Nekrose der Paddel. In Betrieb 1 und Betrieb 2 stieg die Nekrose-Rate signifikant während der Besuchsart Versuch an. Fußballendermatitis wird vor allem durch feuchte Einstreu und Biotinmangel ausgelöst (MAYNE, 2005). Guter Wasserabfluss sollte daher stets gewährleistet sein.

Das zusätzliche Angebot der Rundtränken AquaDuc T[®] stellte sich für die Entenmast aus tierhygienischer Sicht durchaus als empfehlenswert heraus. Bedenklich erscheint momentan lediglich die Problematik der wasserassoziierten Gesundheitsparameter und der erhöhten Kosten. Die an dem Feldversuch beteiligten Landwirte kritisierten in Gesprächen den Einsatz der Rundtränken, da er sowohl zu einem vermehrten Arbeitsaufwand (Kontrolle der Höheneinstellung und Reinigen der Rundtränken, vermehrtem Einstreuen, häufigerem Gülleabtransport) als auch zu veränderter Beschaffenheit der Gülle führte. Die während den Versuchsdurchgängen von Enten vermehrt ausgeschiedene Wassermenge konnte nicht wie in den Kontrolldurchgängen durch Stroheinstreu genügend gebunden werden, weshalb der Anteil an nicht gebundener Gülle stieg. Dies zeigt, wie wichtig ein guter Wasserabfluss, der auch zu einer Verminderung der Nekrose-Rate beitragen könnte, ist. Ausreichendes Gefälle in Kombination mit gut funktionierender Entwässerung sollte daher in Neu- und Umbauten von Entenmastställen unbedingt berücksichtigt werden. Auch der Einbau von Kunststoffrosten mit darunter liegenden Güllekanälen ist denkbar. So könnte das von Enten genutzte Wasser direkt in Entwässerungskanälen aufgefangen und anfallende Exkrememente besser durch Stroheinstreu gebunden werden.

6 Zusammenfassung

Der Ständige Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung fordert in seinen Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten (1999), dass Enten, sofern sie keinen Zugang zu Badewasser haben, mit solchen Wasservorrichtungen ausreichend versorgt werden müssen, die es ihnen ermöglichen, mit dem Schnabel Wasser aufzunehmen, den Kopf mit Wasser zu bedecken und sich problemlos Wasser über den Körper zu schütten. Ferner sollten sie die Möglichkeit haben, ihren Kopf unter Wasser zu tauchen. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, inwieweit die Tränke AquaDuc T[®] (Firma Big Dutchman GmbH, Vechta) unter Praxisbedingungen die Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter von Cherry-Valley Pekingmastenten (Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbh, Wachenroth) beeinflusst. Diese Studie ergänzt die Arbeiten von HEUBACH (2007), KÜSTER (2007), KOPP (2005), MANZ (2005), NUSSE (2008) und REMY (2005), in welchen alternative Wasserversorgungsangebote für Pekingmastenten in Kleingruppen erforscht wurden.

Die Untersuchungen wurden in drei Entenmastbetrieben durchgeführt, die über Mastkapazitäten zwischen 7.500 und 13.500 Tieren verfügten. Je nach Betrieb entsprach dies einer Besatzdichte von 19,9 - 20,5 kg/m² (6,6 - 6,8 Tiere/m²). Bei allen Betrieben handelte es sich um Fensterstallungen, die das Umtriebsverfahren betrieben und Bodenhaltung auf Stroheinstreu praktizierten. Die Tränke AquaDuc T[®] wurde in jeder Stallung grundsätzlich auf der Gefällseite installiert, um einen bestmöglichen Wasserabfluss zu gewährleisten. In Betrieb 1 und Betrieb 3 wurden jeweils acht sich abwechselnde Kontroll- und Versuchsdurchgänge, in der Folge als Besuchsart bezeichnet, durchgeführt. In Betrieb 2 waren es aus betriebsinternen Gründen fünf. Während in den Kontrolldurchgängen die Tiere nur über Nippeltränken mit Tränkwasser versorgt wurden, standen ihnen während der Versuchsdurchgänge auch Rundtränken (ab dem 25. LT täglich für sechs Stunden mit vierstündigem Wasserzulauf) zur Verfügung. Betrieb 1 hatte im Vergleich zu den beiden anderen zusätzlich Auffangschalen unter den Nippeltränken installiert. Die Datenerhebung fand an jeweils zwei Besuchen pro Betrieb und Mastdurchgang statt, jeweils in den Zeitfenstern 28. - 32. und 35. - 39. Lebenstag. Pro Besuch wurden grundsätzlich die Staub- und Ammoniakwerte nach einem bestimmten Schema gemessen, das Wasser der verschiedenen Tränkevarianten beprobt (Auffangschalen, Nippeltränken, Rundtränken) und 100 Enten, 50 auf der rundtränkenabgewandten Stallseite und 50 Enten auf der Rundtränkenseite, bonitiert. Parallel wurden Videoaufzeichnungen angefertigt und ethologisch ausgewertet (siehe HARNISCH (2012)). Die Bonitur, die im Rahmen dieser Studie ausgewertet wurde,

umfasste die Parameter Paddelhyperkeratose, Paddelnekrose, Verschmutzung Augenumgebung, Augenentzündung und Ulcus corneae. Zusätzlich wurden in jedem Betrieb einmalig Probeschlächtungen für einen Versuchs- und einen Kontrollbesuch an 20 männlichen und 20 weiblichen Enten durchgeführt. Neben den Schlachtparametern wurden die Blutparameter Hämatokrit, Hämoglobin und IgY sowie die Bruchfestigkeit der Ober- und Unterschenkel ermittelt. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen (LfL) erhob zu jedem Mastdurchgang Produktionsparameter sowie die Lufttemperatur und -feuchte. Außerdem wurden Mistprofile erstellt.

Bei der quantitativen Untersuchung der durchschnittlichen Gesamtkeimzahl und Enterobacteriaceae-Anzahl schnitt die Nippeltränke mit einer Gesamtkeimzahl von 10.950 ± 1.583 KbE/ml ($n = 226$) und einer Enterobacteriaceae-Anzahl von 113 ± 30 KbE/ml ($n = 187$) am besten ab. Bei den Rundtränken wurden eine Gesamtkeimzahl von $3.955.864 \pm 877.640$ KbE/ml ($n = 40$) und eine Enterobacteriaceae-Anzahl von 14.763 ± 2.459 KbE/ml ($n = 33$) festgestellt. Das ungünstigste Ergebnis erzielten die Auffangschalen, weil sie häufig mit Futterresten, Federn und Staubpartikeln verschmutzt waren. Hier zeigten sich ein Gesamtkeimzahl von $5.174.412 \pm 564.137$ KbE/ml ($n = 62$) und Enterobacteriaceae-Anzahl von 47.301 ± 11.057 KbE/ml ($n = 44$). Ein signifikanter Einfluss des Zeitfensters auf die gefundene Keimzahl war nicht feststellbar. Hinsichtlich der qualitativen Untersuchung der Proben auf Salmonellen konnten aus einer Nippeltränkenprobe ($n = 226$), fünf Rundtränkenproben ($n = 184$) und neun Auffangschalenproben ($n = 62$) Salmonellen isoliert werden. Am häufigsten war das Serovar *S. choleraesuis* (zehnmal) zu finden, gefolgt von *S. arizonae* (dreimal) und *S. kottbus* (zweimal). Bei der Untersuchung von Rundtränken-Doppelproben (es wurden Proben um 10:00 Uhr während der Rundtränkenbefüllung mit frischem Wasser und regulär um 12:00 Uhr gezogen) fiel auf, dass die Wasserproben um 10:00 Uhr in der Regel niedrigere Gesamtkeimzahlen und Enterobacteriaceae-Gehalte aufwiesen als die um 12:00 Uhr gezogenen Rundtränkenproben.

Die Mittelwerte (\pm SEM) der gemessenen Staubkonzentrationen ($n= 5$ Durchgänge (Betrieb 2) bzw. 8 Durchgänge (Betrieb 1 und 3)) bewegten sich betriebsunabhängig zwischen $0,53 \pm 0,01$ mg/m³ (Betrieb 2, Versuch, 1. Zeitfenster) und $1,08 \pm 0,21$ mg/m³ (Betrieb 1, Kontrolle, 1. Zeitfenster). In keinem der Betriebe konnte binnen eines Zeitfensters eine signifikante Beeinflussung der Staubwerte durch die Besuchsart festgestellt werden. Auch ein signifikanter Einfluss des Zeitfensters innerhalb der Besuchsart Kontrolle oder Versuch war nicht zu ermitteln. Die von PETERMANN (2006) genannten Staubwerte in Geflügelställen und die von ZUCKER et al. (2005) erhobenen Staubwerte in Entenställen wurden im Rahmen dieser Arbeit weder in den Kontroll- noch in den Versuchsbesuchen erreicht.

Die gemessenen Ammoniakschadgaskonzentrationen ($n= 5$ Durchgänge (Betrieb 2) bzw. 8 Durchgänge (Betrieb 1 und 3)) betragen betriebsunabhängig zwischen $4,33 \pm 1,21$ ppm (Betrieb 2, Kontrolle, 1. Zeitfenster) und $8,76 \pm 0,24$ ppm (Betrieb 2, Versuch, 2. Zeitfenster). Wie bei den Staubwerten konnte in keinem der Betriebe innerhalb eines Zeitfensters ein signifikanter

Einfluss der Besuchsart auf die Ammoniakwerte festgestellt werden. Eine Beeinflussung der Ammoniakkonzentration der Stallluft durch den Zeitpunkt des Besuchs war ebenfalls nicht erkennbar. In den Vereinbarungen verschiedener Bundesländer über die Haltung von Pekingenten sowie in den Empfehlungen der DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E.V. heißt es, dass der Ammoniakgehalt im Tierbereich in der Stallluft unter 10 ppm liegen sollte und dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten darf. In Bezug auf diese Forderungen gab es in keinem Betrieb Überschreitungen, weder während der Besuchsart Kontrolle noch während der Besuchsart Versuch.

In den selbst durchgeführten Probeschlachtungen schnitten die Versuchstiere von Betrieb 1 und Betrieb 3 in Bezug auf ihr Lebendgewicht signifikant besser ab als die Kontrolltiere. Dieses Ergebnis wurde allerdings durch das LfL, welches die Schlachtergebnisse aller am Feldversuch beteiligten Daten auswertete, widerlegt. Das Lebendgewicht wurde durch die Tränkeform, insgesamt gesehen, nicht signifikant beeinflusst (siehe Dissertation HARNISCH (2012)).

Der durchschnittliche Hämoglobingehalt der Enten dieser Untersuchungen schwankte zwischen $6,44 \pm 0,09$ mmol/l (Betrieb 2, Versuch) und $7,15 \pm 0,07$ mmol/l (Betrieb 1, Kontrolle), der Hämatokritgehalt zwischen $32,75 \pm 0,40$ % (Betrieb 3, Kontrolle) und $38,75 \pm 0,48$ % (Betrieb 2, Kontrolle). In Betrieb 1 und Betrieb 2 konnte sowohl in Bezug auf den Hämoglobin- als auch den Hämatokritgehalt ein signifikanter Unterschied, abgeleitet aus den geschätzten Randmitteln der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart des Regressionsmodells Hämoglobin und Hämatokrit, hinsichtlich der Kontroll- und Versuchsschlachtung festgestellt werden. In beiden Betrieben war das Ergebnis der Versuchsschlachtung signifikant geringer. Diese Werte decken sich mit den Ergebnissen von HATIPOGLU und BAGCI (1996). Von einer Hyperhydratation der Tiere kann daher nicht gesprochen werden.

Die ermittelten IgY-Durchschnittswerte dieser Arbeit liegen zwischen $7,77 \pm 0,74$ mg/ml (Betrieb 3, Kontrolle) und $12,63 \pm 0,76$ mg/ml (Betrieb 1, Kontrolle). Hinsichtlich des IgY-Mittelwerts unterschieden sich weder die Kontrolltiere signifikant von den Versuchstieren. Es kann, wie auch in den Arbeiten von MANZ (2005) und HEUBACH (2007) festgestellt, kein nachteiliger Effekt der Rundtränken auf die IgY-Konzentrationen der Enten nachgewiesen werden.

Die durchschnittliche Femurknochenlänge bewegte sich zwischen $67,48 \pm 0,43$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und $69,38 \pm 0,46$ mm (Betrieb 3, Versuch), die Breite zwischen $6,63 \pm 0,06$ mm (Betrieb 1, Versuch) und $6,99 \pm 0,07$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und die Höhe zwischen $7,98 \pm 0,06$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und $8,48 \pm 0,06$ mm (Betrieb 3, Versuch). Der durchschnittliche Tibiotarsus maß hingegen in der Länge zwischen $110,56 \pm 0,55$ mm (Betrieb 1, Kontrolle) und $112,30 \pm 0,63$ mm (Betrieb 1, Versuch), in der Breite zwischen $7,04 \pm 0,06$ mm (Betrieb 1, Kontrolle) und $7,62 \pm 0,08$ mm (Betrieb 2, Versuch) und in der Höhe zwischen $6,32 \pm 0,05$ mm (Betrieb 2, Kontrolle) und $6,73 \pm 0,10$ mm (Betrieb 3, Kontrolle). Bei den Größenparametern konnten in Bezug auf die Besuchsart und das Geschlecht der Tiere diverse signifikante Unterschiede

festgestellt werden. Ein einheitliches Muster, aus dem allgemein gültige Schlüsse gezogen werden könnten, war nicht abzuleiten.

Die gemittelte Bruchfestigkeit (\pm SEM) der Femura lag zwischen $230,07 \pm 4,18$ N (Betrieb 1, Versuch) und $235,66 \pm 3,71$ N (Betrieb 3, Versuch), die der Tibiotarsi zwischen $172,23 \pm 4,64$ N (Betrieb 1, Versuch) und $195,15 \pm 4,64$ N (Betrieb 2, Versuch). Die Dehnung der Femura bewegte sich zwischen $2,02 \pm 0,04$ mm (Betrieb 1, Kontrolle) und $2,18 \pm 0,05$ mm (Betrieb 3, Kontrolle), die der Tibiotarsi zwischen $3,80 \pm 0,10$ mm (Betrieb 2, Versuch) und $4,36 \pm 0,12$ mm (Betrieb 3, Versuch). In keinem der Betriebe zeigte sich hinsichtlich der Knochenbruchfestigkeit ein signifikanter Einfluss der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart oder Betrieb * Besuchsart * Geschlecht innerhalb des dazugehörigen Regressionsmodells in einer Konstellation, welche im Rahmen dieser Arbeit interessant wäre. Eine kontinuierliche Beeinflussung der Dehnung durch die Besuchsart oder das Geschlecht zeigte sich nicht, auch wenn in Betrieb 3 der Dehnungswert der Femura der Kontrolltiere signifikant über dem der Versuchstiere lag und in Betrieb 1 ein Einfluss des Geschlechts erkennbar war.

Bei der Bonitur der Paddel konnte in jedem Betrieb – unabhängig von der Besuchsart – eine Hyperkeratose-Rate von über 80% festgestellt werden. Insgesamt war eine signifikant höhere oder niedrigere Hyperkeratose-Rate während der Versuchsbesuche nicht zu verzeichnen. Das Boniturmerkmal "Nekrose der Paddel" ist dagegen von der Besuchsart abhängig. Die Chance des Boniturmerkmals "keine Nekrose der Paddel" verringert sich in allen drei Betrieben während der Besuchsart Versuch. In Betrieb 1 und Betrieb 2 reduziert sich die Chance signifikant (Betrieb 1: $p = 0,012$; Betrieb 2: $p < 0,001$). Nach MAYNE (2005) sind die Gründe für das Auftreten von Fußballendermatitis komplex. Zu den zwei wahrscheinlichsten Ursachen zählen feuchte Einstreu und Biotinmangel. Daher ist bei der Installation der Rundtränke unbedingt darauf zu achten, dass ein guter Wasserablauf im Stall gewährleistet ist. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

Die Auswertung der Bonitur der Augen erfolgt zum Großteil in der Dissertation HARNISCH (2012). Bei insgesamt 8.300 Enten wurde eine betriebsunabhängige 3,9%ige Ulcus corneae-Rate festgestellt. Die Besuchsart hatte in Betrieb 2 einen signifikanten Einfluss ($p = 0,001$), nicht aber in Betrieb 1 und Betrieb 3. Eventuell kann dies durch betriebsabhängige Faktoren erklärt werden und muss nicht zwingend mit der Wasserversorgung über die Rundtränke in Verbindung gebracht werden.

Die deutschen Entenmäster bieten Pekingenten nur zögernd Wasservorrichtungen, wie sie in den EMPFEHLUNGEN IN BEZUG AUF PEKINGENTEN (ANAS PLATYRHYNCHOS) DES STÄNDIGEN AUSSCHUSSES DES EUROPÄISCHEN ÜBEREINKOMMENS ZUM SCHUTZ VON TIEREN IN LANDWIRTSCHAFTLICHER TIERHALTUNG (1999) gefordert werden, an. Sie nennen hierfür zum einen hygienische und zum anderen wirtschaftliche Gründe.

Im Verlauf dieser Studie verbesserten sich die Hygiene- und Gesundheitsparameter oder blieben unverändert. Ausnahmen hierzu waren lediglich die signifikant höheren Keimzahlen in den

Rundtränken im Vergleich zu den Nippeltränken und der Anstieg der Nekrose-Rate während der Besuchsart Versuch. Letztere kann wahrscheinlich durch ausreichende Entwässerung verbessert werden. Im Hinblick auf die Keimzahlen ist festzustellen, dass die gefundenen Gesamtkeimzahlen in Auffangschalen, welche in der Entenmast durchaus noch vorhanden sind, signifikant höher waren als in Rundtränken. Das pauschale Argument, dass der Einsatz von Rundtränken Tierhygiene und Tiergesundheit negativ beeinflusst, kann aus Sicht dieser Studie nicht bestätigt werden. Die Rundtränke AquaDuc T[®], die den Enten Komfortverhalten ermöglicht, erfüllt aus Sicht der vorliegenden Ergebnisse die Voraussetzungen einer tiergerechten Wasserversorgung in der Praxis, und bietet die Möglichkeit die Empfehlungen des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens in Bezug auf Pekingenten hinsichtlich der Wasserversorgung umzusetzen.

7 Summary

In its recommendations concerning Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*), the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes (1999), requires that ducks with no access to bathing water must be provided with water resources that allow them to take in water with their beaks, to put their heads under water and to splash water over their bodies freely. In addition, they should be able to dip their heads in the water. This study investigated to what extent the AquaDuc T[®] drinking trough (Big Dutchman GmbH, Vechta) influences the welfare and health of Cherry Valley Pekin ducks (Wichmann Geflügelproduktionsgesellschaft mbh, Wachenroth) under conditions of practice. This study complements the works of HEUBACH (2007), KÜSTER (2007), KOPP (2005), MANZ (2005), NUSSER (2008) and REMY (2005), in which research was carried out into alternative methods of water supply for Pekin ducks in small groups.

The tests were performed in three duck farming businesses, which had the capacity to feed between 7,500 and 13,500 birds. Depending on the farm, this equated to a stocking density of 19.9 – 20.5 kg/qm (6.6 – 6.8 birds/qm). All three barns had windows, and operated on a turnover system. The ducks were kept in cage-free husbandry with straw bedding. The AquaDuc T[®] bell drinker system was installed in each barn, positioned on the incline side to ensure the best possible water drainage. Eight alternating control and test runs (= type of visit) were carried out on both Farm 1 and Farm 3 and five on Farm 2 due to internal reasons. Whereas the birds had only been supplied with drinking water via nipple drinker systems in the control runs, they also had access to the bell drinkers during the test runs (starting at the age of 25 days over a time span of six hours per day, with a four-hour water supply). In contrast to the other two farms, Farm 1 had also installed drip pans underneath the nipple drinkers. Data was collected during two visits per farm and control/test run, in the timeframes of day 28-32 and 35-39 of age respectively. During every visit the levels of dust and ammonia were measured according to a specific formula, the different types of drinking troughs were sampled (drip pans, nipple drinkers, bell drinkers) and 100 ducks were evaluated (50 on the side of the barn away from the bell drinkers and 50 on the side with the bell drinkers). Video recordings were made at the same time and subjected to ethological analysis (cf. HARNISCH (2011)). The evaluation interpreted as part of this study included the parameters of pad hyperkeratosis, pad necrosis, contamination around the eye area, eye inflammation and presence of ulcus corneae. From each farm 20 male ducks and 20 female ducks were slaughtered in a one-off trial for a test and control visit. Apart from the slaughter parameters, measurements were taken of blood

parameters, including levels of haematocrit, haemoglobin and Immunglobulin Y (IgY), as well as the breaking strength in Newton (N) of the femura and tibiae. The Bavarian State Research Centre for Agriculture (LfL) in Kitzingen, a teaching, testing and specialist centre for poultry husbandry, recorded the performance parameters for every control/test run as well as data on air temperature, air humidity and litter moisture.

The quantitative study of the average total germ count and number of Enterobacteriaceae showed that the nipple drinking system performed best, with a total germ count of $10,950 \pm 1,583$ CFU/ml ($n = 226$) and an Enterobacteriaceae number of 113 ± 30 CFU/ml ($n = 187$). In the case of the bell drinkers, a total germ count of $3,955,864 \pm 877,640$ CFU/ml ($n = 40$) and an Enterobacteriaceae number of $14,763 \pm 2,459$ CFU/ml ($n = 33$) were detected. The worst result was achieved by the drip pans, as they were frequently contaminated with feed residues, feathers and dust particles. The total germ count here was revealed to be $5,174,412 \pm 564,137$ CFU/ml ($n = 62$) while the Enterobacteriaceae number was $47,301 \pm 11,057$ CFU/ml ($n = 44$). The time window was not found to have a significant influence on the germ count found. With regard to the qualitative analysis of the samples for salmonellae, it was possible to isolate salmonellae from one nipple drinker sample ($n = 226$), five bell drinker samples ($n = 184$) and nine drip pan samples ($n = 62$). The most frequently found strains were Serovar *S. choleraesuis* (ten times), *S. arizonae* (three times) and *S. kottbus* (twice). The analysis of double samples from bell drinkers (samples were taken at 10.00 o'clock whilst the bell drinkers were filled up with fresh water and then regularly at 12.00 o'clock) showed that the water samples taken at 10.00 o'clock generally had lower total germ counts and concentrations of Enterobacteriaceae than the samples taken from the bell drinkers at 12.00 o'clock.

The mean values (\pm SEM) of the measured dust concentrations ($n = 5$ runs (Farm 2) or 8 runs (Farms 1 and 3)) varied, regardless of the farm, between 0.53 ± 0.01 mg/m³ (Farm 2, test, 1st time slot) and 1.08 ± 0.21 mg/m³ (Farm 1, control, 1st time slot). In none of the farms was it possible to establish that the type of visit had a significant influence on dust levels within a time slot. Nor was it possible to ascertain that the time slot had a significant influence within control or test visits. The dust levels in poultry houses quoted by PETERMANN (2006) and the dust levels in duck houses recorded by ZUCKER et al. (2005) were not reached during this work either in control or test runs.

The measured concentrations of noxious ammonia ($n = 5$ runs (Farm 2) or 8 runs (Farms 1 and 3)) were, regardless of the farm, between 4.33 ± 1.21 ppm (Farm 2, control, 1st time slot) and 8.76 ± 0.24 ppm (Farm 2, test, 2nd time slot). As was the case with dust levels, in none of the farms was it possible to establish that the type of visit had a significant influence on ammonia levels within a time slot. Nor was it possible to ascertain that the time of the visit had any influence on ammonia concentrations in the air of the barn. Agreements drawn up between various German federal states on keeping Pekin ducks and the recommendations of the DLG (2000) say that the level of ammonia in the air inside the barn where the birds live

should be below 10 ppm and must not exceed 20 ppm permanently. There was no breach of these requirements on any of the farms, (n)either during control visits (n)or test visits.

In the trial slaughters carried out in cooperation with the LFL, the test animals from Farm 1 and Farm 3 performed significantly better than the control animals in terms of their live weight. However, this finding was refuted by the LfL, which used all the data involved in the field trial to analyse the findings of the slaughter. On the whole, live weight was not significantly influenced by the type of trough.

The average haemoglobin level of ducks in these studies fluctuated between 6.44 ± 0.09 mmol/l (Farm 2, test) and 7.15 ± 0.07 mmol/l (Farm 1, control), the haematocrit level between 32.75 ± 0.40 % (Farm 3, control) and 38.75 ± 0.48 % (Farm 2, control). On Farm 1 and Farm 2, in relation to both the haemoglobin and the haematocrit levels it was possible to detect a significant difference, derived from the estimated marginal means of the interaction farm/type of visit in the haemoglobin and haematocrit regression model, with regard to the control and test slaughter. In both farms the results of the trial slaughter were significantly lower. These values correspond to the findings of HATIPOGLU und BAGCI (1996). It cannot be said therefore that the ducks were hyperhydrated.

The average IgY values determined in this study lie between $7.77 \pm 0,74$ mg/ml (Farm 3, control) and 12.63 ± 0.76 mg/ml (Farm 1, control). With regard to the mean IgY value, neither the control ducks on Farm 2 nor those on Farm 3 varied significantly from the corresponding control ducks. As established in the studies by MANZ (2005) and HEUBACH (2007), it cannot be proved that the bell drinkers have a detrimental effect on the immune system of ducks.

The average femur length varied between $67.48 \pm 0,43$ mm (Farm 2, control) and 69.38 ± 0.46 mm (Farm 3, test), the width between 6.63 ± 0.06 mm (Farm 1, test) and 6.99 ± 0.07 mm (Farm 2, control) and the height between 7.98 ± 0.06 mm (Farm 2, control) and 8.48 ± 0.06 mm (Farm 3, test). The average length of the tibiotarsus measured between 110.56 ± 0.55 mm (Farm 1, control) and 112.30 ± 0.63 mm (Farm 1, test), the width between 7.04 ± 0.06 mm (Farm 1, control) and 7.62 ± 0.08 mm (Farm 2, test) and the height between 6.32 ± 0.05 mm (Farm 2, control) and 6.73 ± 0.10 mm (Farm 3, control). In the case of size parameters, various significant differences could be detected in relation to the type of visit and the sex of the birds. It was not possible to deduce a consistent pattern from which generally valid conclusions could be drawn.

The recorded breaking strength (\pm SEM) of femurs lay between 230.07 ± 4.18 N (Farm 1, test) and 235.66 ± 3.71 N (Farm 3, test), that of tibiotarsi between 172.23 ± 4.64 N (Farm 1, test) and 195.15 ± 4.64 N (Farm 2, test). The strain rate of femurs varied between 2.02 ± 0.04 mm (Farm 1, control) and 2.18 ± 0.05 mm (Farm 3, control), that of tibiotarsi between 3.80 ± 0.10 mm (Farm 2, test) and 4.36 ± 0.12 mm (Farm 3, test). With regard to the breaking strength of bones, none of the farms revealed significant influence to be exerted by the interaction of farm/type of visit or farm/type of visit/sex within the relevant regression model in a configuration that would

be of interest within the framework of this study. There was no evidence that strain rate was consistently influenced by the type of visit or by sex, although on Farm 3 the strain value of the femurs of the control ducks was significantly higher than that of the test ducks and sex was determined to have an influence on Farm 1.

The evaluation of the feet revealed a pad hyperkeratosis rate in excess of 80 % on every farm – regardless of the type of visit. On the whole, it was not possible to record a significantly higher or lower hyperkeratosis rate during test visits. In contrast, the evaluation "necrosis on feet" depends on the type of visit. The likelihood of the evaluation "no necrosis on feet" decreases on all three farms during test runs. On Farm 1 and Farm 2 the likelihood decreases significantly (Farm 1: $p = 0.012$; Farm 2: $p < 0.001$). According to MAYNE (2005), the reasons for the appearance of footpad dermatitis are complex. The two most likely causes are moist litter and a lack of biotin. When installing bell drinkers, therefore, it is essential to ensure that there is good water drainage in the barn. There is a need for further research here.

The analysis of the eye evaluation is mainly carried out in the dissertation of HARNISCH (2012). Regardless of farm, an ulcer corneae rate of 3.9 % was detected in a total of 8,300 ducks. The type of visit had a significant influence ($p = 0.001$) on Farm 2, but not on Farm 1 and Farm 3. This may be attributable to factors dependent on the particular farms and does not necessarily have to be linked to water supply via bell drinkers.

German duck farmers are being slow to implement the recommendations on Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*) made by the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes (1999). They cite hygiene as one reason for this and economic considerations as another.

Hygiene and health parameters either improved or remained unchanged during this study. The only exceptions were the significantly higher average total germ counts of the bell drinker systems compared to the nipple drinking systems and an increased rate of foot pad necrosis during test visits. It can be assumed that the latter can be prevented by adequate drainage. With regard to the germ counts it has to be noticed that the total germ counts of the drip pans which in duck farming still are existent were significantly higher than in bell drinkers. The general argument that the use of open water drinking systems is detrimental to animal welfare and health therefore cannot be confirmed. The AquaDuc T[®] bell drinker system complies with the requirements of animal-friendly water supplies and offers the possibility to implement in practice the recommendations on Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*) made by the Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes (1999).

Literaturverzeichnis

- ABDELSAMIE R. und FARRELL D. (1986) Duck production Science and World Practice, Proceedings of a Workshop at Cipanas, Bogor Indonesia, November 18-22, 1985, Kapitel Carcass composition and carcass characteristics of ducks, 83–101. University of New England, Armidale. ISBN 0-85834-626-5.
- AGRAR EUROPE (2010) *Tierschutz in der Europäischen Union - Gleichgewicht zwischen Verbraucherverwünschen* *Tierschutz in der Europäischen Union - Gleichgewicht zwischen Verbraucherwünschen und Erzeugerbedürfnissen finden*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion **6**: 1.
- AHMAD M.B. (1969) *Specific and non-specific conditions affecting Avian Eyes*. The Veterinary Bulletin **39**(10): 681–687.
- BARROW P.A., LOVELL M.A., MURPHY C.K. und PAGE K. (1999) *Salmonella infection in a commercial line of ducks; Experimental studies on virulence, intestinal colonization and immune protection*. Epidemiology and Infection **123**(1): 121–132.
- BECK M.M. (2009) *MEG-Marktbilanz Eier und Geflügel: Deutschland, EU, Welt*. Stuttgart.
- BECK M.M. (2010) *Versorgungsbilanz 2009, Sinkender Importbedarf am Entenmarkt*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion **13**: 55.
- BENDER R., ZIEGLER A. und LANGE S. (2002) *Logistische Regression - Artikel Nr. 14 der Statistik-Serie in der DMW*. Deutsche Medizinische Wochenschrift **127**: 11–13.
- BERK J. (2009) *Einfluss der Einstreuart auf Prävalenz und Schweregrad von Pododermatitis bei männlichen Broilern*. Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift **122**: 257–263.
- BESSEI W. (1998) *Schlussfolgerungen für eine artgemäße Haltung*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion **23**: 52–55.
- BIG DUTCHMAN (2004) *Tränkesysteme für Zucht- und Mastgeflügel*. URL http://www.bigdutchman.de/fileadmin/products/category_added/products/BD_18347_Traenkesysteme-d.pdf. Datum des Zugriffs: 26.05.2010.

- BIOLAND E. V., Hrsg. (2007) Biotiere - Fakten, Wissenswertes, Vergleiche. 3. Aufl. Bioland Verlags GmbH. URL <http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/wissen/Broschueren/biotier-broschuere.pdf>. Datum des Zugriffs: 15.11.2010.
- BÖHM R. (1986) *Bakterienbedingte Risiken beim Tränk- und Brauchwasser und Vorschläge für Standards*. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift **93**: 281–344.
- BRENNER D., GARRITY G., KRIEG N. und STALEY J., Hrsg. (2005) The Proteobacteria ; pt. B, The Gammaproteobacteria, Kapitel Genus XXXIII. Salmonella. 2. Aufl. Springer. ISBN 978-0-387-24144-9.
- BRIESE A., HÄNSCH F. und HARTUNG J. (2009) *Wasserangebote für Moschusenten - Verhalten von Moschusenten an Entenduschen und modifizierten Plassontränken*. Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift **122**: 302–313.
- BÜHL A. (2006) SPSS 14, Einführung in die moderne Datenanalyse. ST - Scientific tools, 10., überarb. und erw. Aufl. Pearson Studium, München. ISBN 978-3-8273-7203-1.
- BUTCHER G.D. und MILES R.D. (1991) *The avian immun system*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Fact Sheet VM 74 URL <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/VM/VM01600.pdf>. Datum des Zugriffs: 11.07.2010.
- CLASSEN H.L. (1992) Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry, Poultry Science Symposium 23, Carfax Co., Abingdon, England, Kapitel Management factors in leg disorders, 195–213.
- COATS W.S. und ERNST R.A. (2000) *Raising Ducks in Small Flocks*. University of California, Cooperative Extension Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 2080 URL <http://animalscience.ucdavis.edu/Avian/ducks.pdf>. Datum des Zugriffs: 01.05.2010.
- CRENSHAW T.D., PEO E.R., LEWIS A.J. und MOSER B.D. (1981) *Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine - a critical review of techniques involved*. Journal of Animal Science **53**(3): 827–835.
- DAMME K. (2009) Geflügeljahrbuch 2010: Schwerpunkt: Betriebsergebnis optimieren. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-5948-1.
- DAMME K. und HILDEBRAND R.A. (2002) Geflügelhaltung: Legehennen, Hähnchen, Puten; Management, Tierschutz, Umwelt, Ökonomie. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-3929-4.
- DÄMMGEN U. und ERISMAN J.W. (2006) Emissionen der Tierhaltung: Messung, Beurteilung und Minderung von Gasen, Stäuben und Keimen; KTBL-Tagung 5. – 7. Dezember 2006,

- Bildungszentrum Kloster Banz, Kapitel Emission, Ausbreitung und Immission von Ammoniak und Ammonium - Übersicht über den gegenwärtigen Stand des Wissens, 65–78. KTBL-Schrift: 449. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt. ISBN 978-3-939371-19-9.
- DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT E. V. (2000) *Entenmast - Merkblatt 292*. Frankfurt am Main.
- DEUTSCHER BAUERNVERBAND, Hrsg. (2008) Stellungnahme des Deutschen Bauernverbandes zum Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Tierschutzgesetzes (BT Drucksache 16/7413). Berlin. URL <http://media.repro-mayr.de/83/77483.pdf>. Datum des Zugriffs: 03.05.2010.
- DÖHLER H., Hrsg. (2009) *Faustzahlen für die Landwirtschaft*. 14. Aufl. KTBL, Darmstadt. ISBN 978-3-939371-91-5.
- DRIVER E.A. (1981) *Hematological and blood chemical values of mallard, Anas p. platyrhynchos, drakes before, during and after remige moult*. *Journal of Wildlife Diseases* **17**(3): 413–421.
- DÜRINGEN B. (1923) *Die Geflügelzucht*, Band 1. Paul Parey, Berlin.
- EKSTRAND C., ALGERS B. und SVEDBERG J. (1997) *Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens*. *Preventive Veterinary Medicine* **31**(3-4): 167–174.
- ERHARD M.H. und DAMME E. (2009) *Deutsche Geflügelhaltung im Spannungsfeld zwischen Tierschutz und globaler Marktwirtschaft*. *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* **122**: 230–234.
- ERHARD M.H., VON QUISTORP I., SCHRANNER I., JÜNGLING A., KASPERS B., SCHMIDT P. und KÜHLMANN R. (1992) *Development of Specific Enzyme-Linked Immunosorbent Antibody Assay, Systems for Detection of Chicken Immunoglobulins G, M and A using Mono-clonal Antibodies*. *Poultry Science* **71**: 302–310.
- ERISIR Z., POYRAZ O., ONBASILAR E.E., ERDEM E. und OKSUZTEPE G.A. (2009) *Effects of Housing System, Swimming Pool and Slaughter Age on Duck Performance, Carcass and Meat Characteristics*. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **8**(9): 1864–1869.
- EURICH-MENDEN B., DÖHLER H. und HARTUNG E. (2004) *Ammoniak in der Landwirtschaft mindern - Gute fachliche Praxis*. URL <http://ktbl-alt.avenit.de/emissionen/gfp.htm>. Datum des Zugriffs: 04.06.2010.
- EUROPA PRESS RELEASES RAPID (2009) *Tierschutzkennzeichnung: Kommissionsbericht leitet intensive politische Diskussion ein*. URL <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=>

- IP/09/1610&format=HTML&aged=0&language=DE&guiLanguage=en. Datum des Zugriffs: 30.5.2010.
- EVANS T. (2009/2010) *Watt Executive Guide to World Poultry Trends - The Statistical Reference for Poultry Executives*. URL <http://viewer.zmags.com/publication/c978d46b>. Datum des Zugriffs: 10.11.2010.
- FAHRMEIR L., KNEIB T. und LANG S. (2007a) *Regression; Modelle, Methoden und Anwendungen*. Springer. ISBN 978-3-540-33932-8.
- FAHRMEIR L., KÜNSTLER R., PIGEOT I. und TUTZ R. (2007b) *Statistik: der Weg zur Datenanalyse; mit 25 Tabellen*. Springer-Lehrbuch, 6., überarb. Aufl. Springer, Berlin [u.a.]. ISBN 978-3-540-69713-8.
- FEUERPFIL I., Hrsg. (2008) *Hygienisch-mikrobiologische Wasseruntersuchung in der Praxis: Nachweismethoden, Bewertungskriterien, Qualitätssicherung, Normen*. 1. Aufl. Wiley-VCH, Weinheim. ISBN 3-527-31569-1.
- GILLE U. und SALOMON F.V. (1995) *Zum Wachstum des Extremitätenskeletts bei Enten*. *Anatomia, Histologia, Embryologia* **24**: 13–18.
- GREENE J.A., MCCRACKEN R.M. und EVANS R.T. (1985) *A contact-dermatitis of broilers - clinical and pathological findings*. *Avian Pathology* **14**(1): 23–38.
- GRUB W., ROLLO C.A. und HOWES J.R. (1965) *Dust problems in poultry environment*. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 338–339, 352.
- GYLSTORFF I. (1983) *Handbuch der Geflügelphysiologie, Teil 1, Kapitel Blut, Blutbildung und Blutkreislauf*, 280–337. 1. Aufl. Gustav Fischer Verlag Jena. ISBN 3-8055-3738-7.
- HAHN H. und BOCKEMÜHL J. (2001) *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie: mit 158 Tabellen, Kapitel Enterobakterien*, 250–275. 4., korrigierte Aufl. Springer, Berlin [u.a.]. ISBN 3-540-67857-3.
- HALAJ M. (1966) *A contribution to the study of the blood picture in some kinds and breeds of ducks*. *Acta Zootechnica Universitatis Agriculturae - Nitra - Czechoslovakia* **XVI**: 91–103.
- 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. (1990) *Wirkungen von Ammoniak auf Nutztiere. Ammoniak in der Umwelt - Kreisläufe, Wirkungen, Minderung; gemeinsames Symposium, 10 bis 12 Oktober 1990* .
- HARTUNG J. (2000) *Vorgaben zur Kontrolle der Wasserversorgung in Tierhaltungsbetrieben*. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift **8**(107): 302–304.
- HARTUNG M. (2008) *Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2006; Mitteilungen der Länder zu Lebensmitteln, Tieren, Futtermitteln und Umweltproben*. BfR Wissenschaft. URL http://www.bfr.bund.de/cm/238/erreger_von_zoonosen_in_deutschland_im_jahr_2006.pdf. Datum des Zugriffs: 13.06.2010.
- HARTUNG M. (2009) *Erreger von Zoonosen in Deutschland im Jahr 2007; Mitteilungen der Länder zu Lebensmitteln, Tieren, Futtermitteln und Umweltproben*. BfR Wissenschaft. URL http://www.bfr.bund.de/cm/238/erreger_von_zoonosen_in_deutschland_im_jahr_2007.pdf. Datum des Zugriffs: 15.06.2010.
- HATIPOGLU S. und BAGCI C. (1996) *Einige hämatologische Werte bei Peking-Enten (Some hematologic values of peking ducks)*. Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift **109**(5): 172–176.
- HENRY R.R. (2000) *Salmonella in domestic animals, Kapitel Salmonella Infection in Ducks, 157–167*. CABI Publ., Wallingford [u.a.]. ISBN 0-85199-261-7.
- HEUBACH M.C. (2007) *Untersuchungen zu Alternativen in der Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Gesichtspunkte*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- HIGGINS D.A., CROMIE R.L., SRIVASTAVA G., HERZBECK H., SCHLUTER C., GERDES J., DIAMANTSTEIN T. und FLAD H.D. (1993) *An examination of the immune-system of the duck (Anas platyrhynchos) for factors resembling some defined mammalian cytokines*. Developmental and Comparative Immunology **17**(4): 341–355.
- HIGGINS D.A. und WARR G.W. (1993) *Duck immunoglobulins - structure, functions and molecular-genetics*. Avian Pathology **22**(2): 211–236.
- HOF H. und DÖRRIES R. (2005) *Medizinische Mikrobiologie: 198 Tabellen; [nach neuer AO - mit den Fächern: Immunologie, Virologie, Bakteriologie, Mykologie, Parasitologie, klinische Infektiologie, Hygiene], Kapitel Enterobacteriaceae, 374–384*. 3., komplett überarb. und erw. Aufl. Thieme, Stuttgart. ISBN 3-13-125313-4.
- HOMIDAN A.A., ROBERTSON J.F. und PETCHEY A.M. (2003) *Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance*. World's Poultry Science Journal **59**(3): 340–349.

- HOY S., GAULY M. und KRIETER J. (2006) Nutztierhaltung und -hygiene: Grundwissen Bachelor; 114 Tabellen. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8252-2801-0.
- HÜTTER L.A. (1992) Wasser und Wasseruntersuchung: Methodik, Theorie und Praxis chemischer, chemisch-physikalischer, biologischer und bakteriologischer Untersuchungsverfahren. 5., erw. und akt. Aufl. Salle u.a., Frankfurt am Main. ISBN 3-7935-5075-3.
- JEURISSEN S. und JANSE E. (1998) *The use of chicken-specific antibodies in veterinary research involving three other avian species*. *Veterinary Quarterly* **4**(20): 140–143.
- JONES E.K.M., WATHES C.A. und WEBSTER A.J.F. (2005) *Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience*. *Applied Animal Behaviour Science* **90**(3-4): 293–308.
- 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 STAMP DAWKINS M. (2009) *Water off a duck's back: Showers and troughs match ponds for improving duck welfare*. *Applied Animal Behaviour Science* **116**(1): 52–57.
- KAMPHUES J. (2005) Kompendium der Geflügelkrankheiten, Kapitel Syndrome, 326–327. 6., aktual. und erw. Aufl. Schlüter, Hannover. ISBN 3-87706-744-1.
- KAMPHUES J., BÖHM R., FLACHOWSKY G., LAHRSEN-WIEDERHOLT M., MEYER U. und SCHENKEL H. (2007) *Empfehlungen zur Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkwasser für Lebensmittel liefernde Tiere unter Berücksichtigung der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen*. *Landbauforschung Völkenrode* **57**(3): 255–272.
- KAMPHUES J. und SCHULZ I. (2002) *Praxisrelevante Aspekte der Wasserversorgung von Nutz- und Liebhabertieren*. *Übersichten zur Tierernährung* **31**: 65–107.
- KAYSER F., Hrsg. (1998) *Medizinische Mikrobiologie: verstehen, lernen, nachschlagen*; 89 Tabellen. 9., überarb. und neugestaltete Aufl. Thieme, Stuttgart [u.a.]. ISBN 3-13-444809-2.
- KELLY M., YISHENG B., COOK M. und LILBURN M.S. (1993) *Dietary calcium effects on skeletal growth in commercial ducks*. *Poultry Science* **72**, **Supplement 1**: 39.
- KIM W.K., DONALSON L.M., HERRERA P., WOODWARD C.L., KUBENA L.F., NISBET D.J. und RICKE S.C. (2004) *Effects of different bone preparation methods (fresh, dry, and fat-free dry) on bone parameters and the correlations between bone-breaking strength and the other bone parameters*. *Poultry Science* **83**: 1663–1666.

- KNIERIM U., BULLHELLER M.A., KUHN T., BRIESE A. und HARTUNG J. (2004) *Wasserangebot für Enten bei Stallhaltung - ein Überblick aufgrund der Literatur und eigener Erfahrung*. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift **111**: 115–118.
- KONTECKA H., NOWACZEWSKI S., KSIAZKIEWICZ J. und ROSINSKI A. (2006) *The effect of supplementing feed with vitamin 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. (1992) *Salmonella - und was nun*. Symposium anlässlich des 25jährigen Bestehens des Institutes für Geflügelkrankheiten der Justus-Liebig-Universität Giessen: Die Salmonellose des Geflügels, 24–26. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., Fachgruppe Geflügel in Verbindung mit dem Institut für Geflügelkrankheiten Giessen.
- KOTHLOW S., MANNES N.K., SCHAEFER B., REBESKI D.E., KASPERS B. und SCHULTZ U. (2005) *Characterization of duck leucocytes by monoclonal antibodies*. Developmental and Comparative Immunology **29**: 733–748.
- KRAFT W., Hrsg. (2005) Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Kapitel Hämatologie, 49–75. 6., komplett aktualisierte und erw. Aufl. Schattauer, Stuttgart [u.a.]. ISBN 3-7945-2308-3.
- KRISTENSEN H.H. und WATHES C.M. (2000) *Ammonia and poultry welfare: a review*. World's Poultry Science Journal **56**: 235–245.
- KSIAZKIEWICZ J. und MAZANOWSKI A. (1993) *The effect of sex on body weight and body dimensions of Muscovy drake X Peking type duck hybrids (mulars)*. Animal Science Papers and Reports **11**(4): 287–293.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (2009) *Wasserversorgung in der Geflügelhaltung; Wasserbedarf - Technik - Management*. Darmstadt. KTBL-Heft 83.
- 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.
- LIBBY S.J., HALSEY T.A., ALTIER C., POTTER J. und GYLES C.L. (2004) Pathogenesis of bacterial infections in animals, Kapitel Salmonella, 143–160. 3. Aufl. Blackwell Pub., Ames, Iowa. ISBN 0-8138-2939-9.

- LITTLEFIELD L.H., MERKLEY J.W. und NIGHTING T.E. (1973) *Storage conditions of humeri and measurements of bone breaking strengths*. Poultry Science **52**(5): 2053.
- LOTT B.D., REECE F.N. und DROTT J.H. (1980) *Effect of preconditioning on bone breaking strength*. Poultry Science **59**(4): 724–725.
- LUBING MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG (2006/07) *Bodenstrangtränke für Entenaufzucht und Entenmast*. URL http://www.lubing.de/downloads/Prospekte/0818_Bodenstrangtraenke_Enten.pdf. Datum des Zugriffs: 26.05.2010.
- LUNDQVIST M.L., MIDDLETON D.L., RADFORD C., WARR G.W. und MAGOR K.E. (2006) *Immunoglobulins of the non-galliform birds: Antibody expression and repertoire in the duck*. Developmental and Comparative Immunology **30**(1-2): 93–100.
- MAGOR K.E., HIGGINS D.A., MIDDLETON D.L. und WARR G.W. (1994) *cDNA sequence and organization of the immunoglobulin light-chain gene of the duck, *Anas platyrhynchos**. Developmental and Comparative Immunology **18**(6): 523–531.
- 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/QUIEPTeYMDk3MjkmTUIEPTc0Mzg5JlRjWD0wJkMT0dfSUQ9ODgwNTQ5.html?UID=2CC40C76B9DBE1F6F219C934FE59E5A1F1CFC1159BE5E77FEDDD>. Datum des Zugriffs: 30.5.2010.
- MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL (2009b) *MEG Mediendienst Geflügel KW 48 - DE: Nachfrage nach Enten zieht an*. URL <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/QUIEPTeYmJY1MTMmTUIEPTc0Mzg5JlRjWD0wJkMT0dfSUQ9ODgwNTQ5.html?UID=2CC40C76B9DBE1F6F219C934FE59E5A1F1CFC1159BE5E77FEDDD>. Datum des Zugriffs: 30.5.2010.
- MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL (2010a) *MEG- Mediendienst Geflügel KW 05 - DE: Beliebtheit von Geflügelfleisch legte zu*. URL <http://www.marktinfo-eier-gefluegel.de/TUFSSz1lbnRIJkFJRd0xMjk0MzA2Jk1JRd03NDM4OQ.html?UID=2CC40C76B9DBE1F6F219C934FE59E5A1F1CFC1159BE5E77FEED7>. Datum des Zugriffs: 30.05.2010.
- MARKTINFO EIER & GEFLÜGEL (2010b) *Versorgungsbilanz Geflügelfleisch - Geflügelmarkt wächst weiter*. DGS Intern **12**: 6.

- 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.
- MCKINNEY D.F. (1965) *The comfort movements of Anatida*. Behaviour **25**: 120–220.
- MERCK KGAA (2010) *Salmonella-Anreicherungsbouillon nach Rappaport*. URL <http://pb.merck.de/servlet/PB/show/1126360/bz110236d.pdf>. Datum des Zugriffs: 03.07.2010.
- MILES D.M., MILLER W.W., BRANTON S.L., MASLIN W.R. und LOTT B.D. (2006) *Ocular responses to ammonia in broiler chickens*. Avian Diseases **50**(1): 45–49.
- MILLER D., BERTRAM E., SCOUGALL C., KOTLARSKI I. und JILBERT A. (2004) *Studying host immune responses against duck hepatitis B virus infection*. Methods in Molecular Medicine **51**(3-4): 3–26.
- 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: 01.05.2010.
- MÜLLER H.J., BRUNSCH R. und BERG W. (2006) Emissionen der Tierhaltung: Messung, Beurteilung und Minderung von Gasen, Stäuben und Keimen; KTBL-Tagung 5. – 7. Dezember 2006, Bildungszentrum Kloster Banz, Kapitel Ammoniakemissionsmassenströme in und um Tierhaltungsanlagen, 79–93. KTBL-Schrift: 449. KTBL, Darmstadt. ISBN 978-3-939371-19-9.
- MÜLLER W. und SCHLENKER G. (2004) *Kompendium der Tierhygiene: Gesundheitsschutz, Tierschutz, Umweltschutz, Verbraucherschutz*. Lehmann, Berlin. ISBN 3-936427-94-1.
- NAGEL R. (1974) *Untersuchungen über den Keimgehalt der Wasserversorgungsanlagen in Nutztierstallungen in Abhängigkeit von Tierart und Haltungsform*. Dissertation, Universität Hohenheim.
- NEUMEISTER B. und BURKHARDT F., Hrsg. (2009) *Mikrobiologische Diagnostik : Bakteriologie - Mykologie - Virologie - Parasitologie*; 288 Tabellen, 431–454. 2., vollst. überarb. Aufl. Thieme, Stuttgart [u.a.]. ISBN 978-3-13-743602-7.
- NG P.L.K. und HIGGINS D.A. (1986) *Bile Immunoglobulin of the duck (Anas platyrhynchos)*. Developmental and Comparative Immunology **10**(1): 100.
- NICHELMANN M. (1987) *Internationales Handbuch der Tierproduktion, Geflügel*, Kapitel Einfluss von Klimafaktoren, 261–288. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- NUSSER C. (2008) *Wahlversuche zu den offenen Tränkesystemen bei Pekingenten*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.

- O'MALLEY B., Hrsg. (2008) *Klinische Anatomie und Physiologie bei kleinen Heimtieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien*, Kapitel Herz-Kreislauf-System, 132–137. 1. Aufl. Elsevier, Urban & Fischer, München [u.a.]. ISBN 978-3-437-58260-8.
- 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.
- ORBAN J.I., ROLAND D.A., BRYANT M.M. und WILLIAMS J.C. (1993) *Factors influencing bone-mineral content, density, breaking strength and ash as response criteria for assessing bone quality in chickens*. *Poultry Science* **72**(3): 437–446.
- OSWALD P.E. (2000) *Rasse des Jahres 2000: Deutsche Pekingente*. *Geflügelbörse - Zeitschrift für Kleintierzüchter und Naturfreunde* **20**: 2–3.
- OTTILIE R. (1968) *Tränkesysteme in der Geflügelwirtschaft*. *Deutsche Agrartechnik* **8**: 377–379.
- PETERMANN S. (2006) *Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von Nutztierställen; ein tierärztlicher Leitfaden*, 152–218. Enke, Stuttgart. ISBN 978-3-8304-1043-0.
- PINGEL H. (1994) *Enten: eine Anleitung über ihre Zucht, Haltung und Fütterung*. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin. ISBN 3-331-00679-3.
- PINGEL H. (2002) *Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren: mit 240 Tabellen, Kapitel Tiergerechte Haltung von Enten*, 425–434. Parey, Berlin. ISBN 3-8263-3139-7.
- PINGEL H. (2008) *Enten und Gänse: 32 Tabellen*. Ulmer, Stuttgart (Hohenheim). ISBN 978-3-8001-4728-1.
- PINGEL H. (2009) *Waterfowl Production For Food Security*. IV World Waterfowl Conference, Thrissur, India. URL <http://www.waterfowl2009.vetcos.com/proceedings%20-%20IV%20WWC%20-%20Kerala,%20India.pdf>. Datum des Zugriffs: 01.05.2010.
- PINGEL H., WICKE M. und VON LENGERKEN G. (2007) *Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 1, Kapitel Schlachtierwert und Gewinnung von Geflügelfleisch*, 329–268. 2., überarb. und erw. Aufl. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main.
- PRICE J.I., DOUGHERTY E. und BRUNER D.W. (1962) *Salmonella Infections in White Pekin duck. A Short Summary of the Years 1950-60*. *Avian Diseases* **6**(2): 145–147.
- RAJI A.O., IGWEBUIKE J.U. und USMANN M.T. (2009) *Zoometrical body measurments and their relation with live weight in matured local muscovy ducks in Borno State Nigeria*. *ARNP Journal of*

- Agricultural and Biological Science 4(3): 58–62.
- 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.
- REITER K. (1997) *Das Verhalten von Enten (Anas platyrhynchos f. domestica)*(Literaturstudie). Archiv für Geflügelkunde 61(4): 149–161.
- REITER K. und BESSEI W. (1998a) *Effect of locomotor activity on bone development and leg disorders in broilers*. Archiv für Geflügelkunde 62(6): 247–253.
- REITER K. und BESSEI W. (1998b) *Possibilities to reduce leg disorders in broilers and turkeys (Review)*. Archiv für Geflügelkunde 62(4): 145–149.
- REITER K. und BESSEI W. (1999) *The effect of cyclic high temperatur on activity and water intake in Peking ducks*. 1st World Waterfowl Conference, Taiwan, 425–429.
- REITER K. und BESSEI W. (2009) *Einfluss der Laufaktivität auf die Beinschäden beim Mastgeflügel*. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 122: 264–270.
- REITER K., PINGEL H. und LAUBE R.B. (1991) *Analyse von Kurzzeitprozessen des Trinkverhaltens zur Gestaltung von Haltungsfaktoren bei Enten*. VII Internationaler Kongress für Tierhygiene, Band III, Leipzig 20–24 August 1991 1140–1145.
- REMY F.B. (2005) *Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten (Anas platyrhynchos f. domestica) unter dem Aspekt Tierverhalten und Tiergesundheit*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- RENZ V., CONTZEN M., DREES E. und STEGMANN T. (2007) *Untersuchungen zur Belastung von Entenbrüsten aus dem Einzelhandel mit Salmonella spp., Campylobacter spp. und Arcobacter spp. vor und nach der Zubereitung von "Ente rosa"*. Archiv für Lebensmittelhygiene 58: 170–174.
- RICHTER G. (2007) *Warum Wasser so wichtig ist*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion 35: 29–33.
- RISTIC M., DAMME K. und FREUDENREICH P. (2006) *Pekingenten liegen bei der Zartheit vorn*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion 1: 45–48.
- ROBERT KOCH INSITUT (2009) *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch für 2008*. URL http://www.rki.de/cln_169/nn_196882/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahresstatistik_2008,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Jahresstatistik_2008.pdf. Datum des Zugriffs: 13.06.2010.

- ROLLE M. und MAYR A., Hrsg. (2007) Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre: 127 Tabellen. Enke, Stuttgart. ISBN 978-3-8304-1060-7.
- RUDOLPH W. (1975) Die Hausenten. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- SAATCI M. und TILKI M. (2007) *Zoometrical Body Measurements And Their Relation With Liveweight In Native Turkish Geese*. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences **31**(1): 47–53.
- SACHS L. und HEDDERICH J. (2009) Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R, Kapitel Statistische Modellbildung, 648–725. 13., aktualisierte und erw. Aufl. Springer, Berlin [u.a.]. ISBN 978-3-540-88904-5.
- SAIF Y.M., Hrsg. (2008) Diseases of poultry, Kapitel Developmental, Metabolic, and Other Noninfectious Disorders, 1178–1179. 12th Aufl. Blackwell, Ames, Iowa. ISBN 978-0-8138-0718-8.
- SANDHU T.S. (2005) Encyclopedia of animal science, Kapitel Ducks: Health Management, 297–299. Dekker, New York [u.a.]. ISBN 0-8247-5496-4.
- SASSEN J. (1999) Mikrobiologische Wasseruntersuchung: Aussagekraft alternativer, für den mobilen Einsatz geeigneter Untersuchungsmethoden im Vergleich zu den Methoden gemäß Trinkwasserverordnung. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- SCHMIDT H. (1996) Groß - und Wassergeflügel: Puten, Perlhühner, Gänse, Enten; 44 Tabellen. Handbuch Rasse- und Ziergeflügel, 2., überarb. Aufl. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-7315-8.
- SCHMITZ C. (2007) *Für Stroh spricht sein günstiger Preis*. DGS - Das Magazin für die Geflügelwirtschaft und die Schweineproduktion **44**: 20–26.
- SCHOLTYSSEK S., Hrsg. (1978) Nutz- und Ziergeflügel: mit 59 Tabellen. Tierzuchtbücherei: Geflügel und Kleintiere. Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-4331-3.
- SCHULTZ U. und CHISARI F.V. (1999) *Recombinant Duck Interferon Gamma Inhibits Duck Hepatitis B Virus Replication in Primary Hepatocytes*. Journal of Virology **73**(4): 3162–3168.
- SCHUMMER A., VOLLMERHAUS B., SINOWATZ F., FREWEIN J. und WAIBL H. (1992) Anatomie der Vögel, Kapitel Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates, XV, 446 S. : Ill. 2., durchges. Aufl. Parey, Berlin. ISBN 3-8304-4153-3.
- SENTHIL KUMAR T., EZHIL VALAVAN S., VENGADABADY N. und BHARATHIDHASAN A. (2009) *Origin And Domestication Of Duck*. IV World Waterfowl Conference, Thrissur, India. URL <http://www.waterfowl2009.vetcos.com/proceedings%20-%20IV%20WWC%20-%20Kerala,%20India.pdf>. Datum des Zugriffs: 01.05.2010.

- SHAVE H.J. und HOWARD V. (1976) *A hematologic survey of captive waterfowl*. Journal of Wildlife Diseases **12**: 195–201.
- SIEGMANN O., Hrsg. (2005) *Kompendium der Geflügelkrankheiten*. vet.kolleg, 6., aktual. und erw. Aufl. Schlüter, Hannover. ISBN 3-87706-744-1.
- DIAS DA SILVA W. und TAMBOURGI D.V. (2010) *IgY: A promising antibody for use in immunodiagnostic and in immunotherapy*. Veterinary Immunology and Immunopathology **135**: 174–180.
- SMITH F.M., WEST N.H. und JONES D.R. (2000) *Sturkie's avian physiology*, Kapitel Blood, 176–181. 5. Aufl. Academic Press, San Diego [u.a.]. ISBN 0-12-747605-9.
- SPANO J.S., PEDERSOLI W.M., KEMPPAINEN R.J., KRISTA L.M. und YOUNG D.W. (1987) *Baseline Hematologic, Endocrine, and Clinical Chemistry Values in Ducks and Roosters*. Avian Diseases **31**(4): 800–803.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2011a) URL https://www-genesis.destatis.de:443/genesis/online;jsessionid=C9258073ED8D6133D6B1658302FE35AC.tomcat_GO_1_1?operation=begriffsRecherche&suchanweisung=Enten&suchanweisung_language=de&x=0&y=0. Datum des Zugriffs: 27.05.2010.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2011b) *Luftemissionen: Deutschland, Jahre, Luftemissionsart, Produktionsbereiche (Code: 85111-0001)*. URL https://www-genesis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=792E7529167B7BD76DF8C8675DAC9C3B.tomcat_GO_1_1?operation=begriffsRecherche&suchanweisung=85111&suchanweisung_language=de&x=0&y=0. Datum des Zugriffs: 23.03.2011.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2011c) *Schlachtmenge (in Geflügelschlachtereien): Deutschland, Jahre, Geflügelart (Code: 41322-0001)*. URL https://www-genesis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=49E09E0A0626DEBCDC7E44EB779736EC.tomcat_GO_1_1?sequenz=statistikTabellen&selectionname=41322. Datum des Zugriffs: 23.03.2011.
- TEUBNER C. und SCHÖNFELDT S., Hrsg. (2004) *Das große Buch vom Geflügel: Zuchtgeflügel und Kaninchen*. 1. Aufl. Gräfe und Unzer, München. ISBN 3-7742-6972-6.
- THOMAS L., Hrsg. (2008) *Labor und Diagnose: Indikation und Bewertung von Laborbefunden für die medizinische Diagnostik*, Kapitel Hämoglobinkonzentration und Hämatokrit, 682–697. 7. Aufl. TH-Books GmbH, Frankfurt/Main. ISBN 978-3-9805215-6-7.
- TIMMANN O. (1919) *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere*, Band 36, Kapitel Vergleichende Untersuchungen an Haus- und Wildenten, 621–655. Gustav Fischer, Jena.

- TISCHLER A., DAMME K. und GRASER S. (2008) Perspektiven der integrierten Hähnchen-, Puten- und Pekingentenproduktion in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft; 2008, 13, 1. Aufl. LfL, Freising.
- TSCHÄPE H. und BOCKEMÜHL J. (2002) *Lebensmittelübertragbare Salmonellose in Deutschland*. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz **45**(6): 491–496.
- UMAMAHESWARARAO S. und RAO B.V. (1994) *Studies on serum immunoglobulins of ducks: ontogeny of IgG and its concentration in duck plague vaccinates*. Indian Veterinary Journal **71**: 432–435.
- UMWELTBUNDESAMT (2010) *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2010, Nationaler Inventarbericht Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2008*. URL http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/archiv/lbf_sh334_incl_cd_contents_2010.zip. Datum des Zugriffs: 13.06.2010.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2007) *Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, Emissionen aus der Tierhaltung, KRdL erarbeitet VDI-Richtlinie für Emissionen aus der Nutztierhaltung*. URL <http://www.vdi.de/4731.0.html>. Datum des Zugriffs: 23.03.2011.
- VISSCHER C.F., KÜMMEL U., GÜNTHER R., KÜKE F., SIESENOP U., REICH F., BEYERBACH M. und KAMPHUES J. (2008) *Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität des Grund-, Leitungs- und Tränkwassers im Tierbestand in Abhängigkeit vom Tränkemanagement und einer Chlordioxid-Behandlung*. Züchtungskunde **80**(5): 389–403.
- WANG J. (1998) *Untersuchungen zur Entwicklung zellulärer und humoraler Immunreaktionen bei Enten (Anas platyrhynchos, L., 1758)*. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- WARR G.W., MAGROR K.E. und HIGGINS D.A. (1995) *IgY - clues to the origins of modern antibodies*. Immunology Today **16**(8): 192–398.
- WICHMANN (2011) URL <http://enten.de/>. Datum des Zugriffs: 28.01.2011.
- WIESNER E., Hrsg. (2000) *Lexikon der Veterinärmedizin*. 4., völlig Neubearb. Aufl. Enke, Stuttgart. ISBN 3-7773-1459-5.
- WUCHENG B. (1988) *The research of the origin of house-duck in China*. Proceeding of the International symposium on waterfowl production. The satellite Conference for the 18th World's Poultry Congress, China, 125–129. Pergamon Press, Oxford.

ZUCKER B.A., SCHARF P., KERSTEN C. und MÜLLER W. (2005) *Einfluss einer Biowäscher-Chemowäscher-Kombination auf die Emission von Bioaerosolen aus einem Entenmaststall. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft* **65**: 370–373.

ZWEERS G., GERRITSEN A.F.C. und VAN KRANENBURG P. (1976) *Mechanics of feeding of mallard, *Anas platyrhynchos* L - structure, cineradiography, myography*. *Anatomical Record* **184**(3): 571.

ZWEERS G.A. (1974) *Structure movement and myographie of the feeding apparatus of the mallard (*Anas platyrhynchos* L.) - a study of functional anatomy*. *Netherlands Journal of Zoology* **24**: 323–467.

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

CODEX ALIMENTARIUS - CODE OF PRACTICE ON GOOD ANIMAL FEEDING, CAC/RCP 54-2004 , Codex Alimentarius Commission, Adopted 2004. Amendment 2008, URL: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10080/CXP054e.pdf>; sessionid=FAC62B372E24FCC381BAC1FE12DFA50E, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

GESETZ ZUM SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN UMWELTEINWIRKUNGEN DURCH LUFTVERUNREINIGUNGEN, GERÄUSCHE, ERSCHÜTTERUNGEN UND ÄHNLICHE VORGÄNGE (BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZ - BIMSCHG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163) geändert worden ist, URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/BJNR007210974.html>, Datum des Zugriffs: 04.06.2010

GESETZ ZUR VERHÜTUNG UND BEKÄMPFUNG VON INFEKTIONSKRANKHEITEN BEIM MENSCHEN (INFEKTIONSSCHUTZGESETZ-ISFG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 2a des Gesetzes vom 17. Juli 2009 (BGBl. I S. 2091) geändert worden ist, URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ifsg/gesamt.pdf>, Datum des Zugriffs: 13.06.2010

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-Traenkewasser.html, Datum des Zugriffs: 21.04.2010

INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL (IPPC) REFERENCE DOCUMENT ON BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR INTENSIVE REARING OF POULTRY AND PIGS JULY 2003, European Commission, URL: http://ec.europa.eu/comm/environment/ippc/brefs/ilf_bref_newline-0703.pdf, Datum des Zugriffs: 13.06.2010

LEBENSMITTEL-, BEDARFSGEGENSTÄNDE- UND FUTTERMITTELGESETZBUCH (LEBENSMITTEL- UND FUTTERMITTELGESETZBUCH - LFGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Juli 2009 (BGBl. I S. 2205), das durch die Verordnung vom 3. August 2009 (BGBl. I S. 2630) geändert worden ist, URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/lfgb/>, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

STÄNDIGER AUSSCHUSS DES EUROPÄISCHEN ÜBEREINKOMMENS ZUM SCHUTZ VON TIEREN IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN TIERHALTUNGEN (T-AP): EMPFEHLUNGEN IN BEZUG AUF PEKINGENTEN (ANAS PLATYRHYNCHOS), ANGENOMMEN AUF DER 37. SITZUNG DES STÄNDIGEN AUSSCHUSSES AM 22. JUNI 1999, URL: http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/EU-HaltungPekingenten.pdf?__blob=publicationFile, Datum des Zugriffs: 20.10.2010

UN ECE PROTOKOLLS ZUR BEKÄMPFUNG UND VERSAUERUNG, EUTROPHIERUNG UND BODENNAHEM OZON (GENFER LUFTREINHALTEABKOMMEN) STAND 1999, URL: [http://docs.google.com/viewer?a=vq=cache:JPazG-0ZWeUJ:www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/intern/bvteceprot.pdf+UN+ECE+Protokolls+zur+Bekämpfung+und+Versauerung,+Eutrophierung+und+bodennahem+Ozon+\(Genfer+Luftreinhalteabkommenhl=degl=depid=blsrcid=ADGEESjWzxb-yVr678YashOIFa6BiPDVYoiVOmUAi0lWiRBvHK0UawmAN0lvuohPBetiWVaxV3BIhAeR1DjDNgEFT_JxUWiwKYew-xE1BaIZyaVm7PiXILT2XEK_e5DoZ6K4o-wtONvsig=AHIEtbR7DSQyZ6J5KLR9ecPSs3wXXLTmg](http://docs.google.com/viewer?a=vq=cache:JPazG-0ZWeUJ:www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/intern/bvteceprot.pdf+UN+ECE+Protokolls+zur+Bekämpfung+und+Versauerung,+Eutrophierung+und+bodennahem+Ozon+(Genfer+Luftreinhalteabkommenhl=degl=depid=blsrcid=ADGEESjWzxb-yVr678YashOIFa6BiPDVYoiVOmUAi0lWiRBvHK0UawmAN0lvuohPBetiWVaxV3BIhAeR1DjDNgEFT_JxUWiwKYew-xE1BaIZyaVm7PiXILT2XEK_e5DoZ6K4o-wtONvsig=AHIEtbR7DSQyZ6J5KLR9ecPSs3wXXLTmg), Datum des Zugriffs: 20.03.2011

VEREINBARUNG DES NIEDERSÄCHSISCHEN MINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND DER NIEDERSÄCHSISCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE HALTUNG VON PEKINGMASTENTEN. NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2003)

VEREINBARUNG ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN 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: 10.10.2010

VEREINBARUNG ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN 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. FRIEDRICHSTRAFLE 16, 39356 WEFERLINGEN (2001)

VEREINBARUNG ZWISCHEN DEM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, ERNÄHRUNG UND VERBRAUCHERSCHUTZ, DEM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND DEM LANDESVERBAND DER BAYERISCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT ÜBER DIE MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE HALTUNG VON PEKINGMASTENTEN. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, ERNÄHRUNG UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2003). REFERAT 108 (TIERSCHUTZ) AZ. 108-42503/2-497

VERORDNUNG (EG) NR. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, Amtsblatt Nr. L 031 vom 01/02/2002 S. 0001 ? 0024, URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX32002R0178:DE:HTML>, Datum des Zugriffs. 22.04.2010

VERORDNUNG (EG) NR. 183/2005 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene , URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?ur=OJ:L:2005:035:0001:0022:DE:PDF>, Datum des Zugriffs: 21.04.2010

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: 10.10.2010

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.htman11>, Datum des Zugriffs:

30.06.2010

VERORDNUNG ZUM SCHUTZ LANDWIRTSCHAFTLICHER NUTZTIERE UND ANDERER ZUR ERZEUGUNG TIERISCHER PRODUKTE GEHALTENER TIERE BEI IHRER HALTUNG (TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG - TIERSCHNUTZTV), 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/tierschnutztv/>, Datum des Zugriffs: 22.04.2010

Danksagung

Herrn Prof. Dr. M. Erhard gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Übernahme der Endkorrektur.

Auch bei Frau Dr. S. Bergmann, Frau Dr. E. Heyn und Frau Dr. M. Schneider möchte ich mich für die Erstellung des Konzepts, die Planung und Durchführung des Feldversuchs sowie die zuverlässige Erstkorrektur dieser Arbeit bedanken.

Ein großes Dankeschön an alle Mitarbeiter, Doktoranden und Praktikanten des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung des Veterinärwissenschaftlichen Departments der Tierärztlichen Fakultät München, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Frau N. Harnisch, die zeitgleich ihre Doktorarbeit über den Einsatz von modifizierten Rundtränken unter ethologischen Aspekten anfertigte, gilt mein besonderer Dank: Entenmüffel en gros, 40.000 km gemeinsame Autofahrt, 8.300 Enten persönlich in der Hand gehabt, windige Kletteraktionen und mindestens 14 Übernachtungen in der LfL, Kitzingen . . . und trotzdem haben wir es geschafft, unseren Humor nicht zu verlieren! Danke!

"Mancher gibt sich viele Müh' ,
mit dem lieben Federvieh;

...

Gott sei Dank! Nun ist's vorbei
Mit der Übeltäterei!"

Wilhelm Busch

Für die Mitwirkung und gute Zusammenarbeit möchte ich mich bei den beteiligten landwirtschaftlichen Betrieben bedanken.

Vielen Dank auch an Herrn Dr. K. Damme, Herrn R. Hein, Herrn F. Knäulein, Frau K. Zapf sowie den Mitarbeitern, Auszubildenden und Praktikanten der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung Kitzingen.

Ein Dankeschön an Herrn Professor Dr. T. Göbel, Herrn Professor Dr. B. Kaspers und Frau Dr. S. Härtle für die Bereitstellung des Antikörpers "Mouse-anti-duck-IgY-L-Kette14 A3".

Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei Herrn Dipl. Stat. P. Schmidt (<http://www.ancore-statistics.de/>) für die kompetente statistische Beratung und Korrektur des Ergebnis-Kapitels.

Ein großes Dankeschön an Herrn Dr. I. Steinke, Abteilung Volkswirtschaftslehre, Universität Mannheim, der geduldig all meine statistischen Fragen beantwortete und mir die Regressionsmodelle näher brachte.

Ein Dankeschön auch an die Herren F. und R. Winkler für die Unterstützung bei der Anfertigung der architektonischen Zeichnungen.

Für die allzeit freundliche Unterstützung in jeglichen LaTeX- und IT-Angelegenheiten danke ich Frau J. Albers, Herrn C. van der Meijden und Frau K. Reising.

Mein größter Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern. Vielen Dank für eure uneingeschränkte Liebe, Unterstützung, Anteilnahme und Großzügigkeit, die mir das Studium und die Anfertigung dieser Arbeit ermöglicht haben!

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken. Danke, dass ihr mein doppelter Boden seid!

Anhang

Tab. 78: Futterzusammensetzung deuka, Firma Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG, Regensburg

Futter	Zusammensetzung
deuka Entenstarter 1	Rohprotein 24,5%, Calcium 1,05%, Phosphor 0,75%, Natrium 0,20%, Methionin 0,65%; 12,0 MJ ME/kg
deuka Entenstarter 2	Rohprotein 21,0%, Calcium 1,05%, Phosphor 0,85%, Natrium 0,18%, Methionin 0,60%; 12,1 MJ ME/kg
deuka Entenmast S	Rohprotein 17,2%, Calcium 0,9%, Phosphor 0,50%, Natrium 0,18%, Methionin 0,40%; 12,4 MJ ME/kg
deuka Entenendmast	Rohprotein 16,0%, Calcium 0,85%, Phosphor 0,50%, Natrium 0,18%, Methionin 0,40%; 12,7 MJ ME/kg

Tab. 79: Futterzusammensetzung Gepro, DEWA-Kraftfutterwerk, Georg Wagner GmbH & Co. KG, Emskirchen

Futter	Zusammensetzung
Gepro Starter 1	Rohprotein 24,5%, Calcium 1,00%, Phosphor 0,70%, Natrium 0,20%, Methionin 0,65%; 12,0 MJ ME/kg
Gepro Starter 2 RAM	Rohprotein 21,0%, Calcium 1,00%, Phosphor 0,70%, Natrium 0,18%, Methionin 0,60%; 12,1 MJ ME/kg
Gepro Mittelmast RAM	Rohprotein 17,5%, Calcium 0,6%, Phosphor 0,60%, Natrium 0,18%, Methionin 0,50%; 12,2 MJ ME/kg
Gepro Endmast RAM	Rohprotein 16,0%, Calcium 0,85%, Phosphor 0,55%, Natrium 0,18%, Methionin 0,40%; 12,4 MJ ME/kg
Gepro Mittelmast Sommer RAM	Rohprotein 17,2%, Calcium 0,9%, Phosphor 0,55%, Natrium 0,15%, Methionin 0,55%; 12,3 MJ ME/kg
Gepro Endmast Sommer RAM	Rohprotein 16,0%, Calcium 0,85%, Phosphor 0,50%, Natrium 0,16%, Methionin 0,50%; 12,7 MJ ME/kg

Tab. 80: Wetterdaten Betrieb 1 (Daten der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in Straubing)

Durchgang	Besuchsart	ZF	Datum	Temp.			MW rel. Luftfeuchte
				Min.	Max.	MW	
I	Kontrolle	1.	13.05.2008	6,2	23,4	16,5	51,0
	Kontrolle	2.	19.05.2008	9,7	15,4	12,3	81,0
	Versuch	1.	03.06.2008	16,2	21,3	18,5	81,0
	Versuch	2.	10.06.2008	10,6	27,0	19,9	69,0
II	Kontrolle	1.	01.07.2008	10,1	28,4	20,5	65,0
	Kontrolle	2.	08.07.2008	8,5	21,7	15,8	73,0
	Versuch	1.	22.07.2008	10,9	17,5	13,0	83,0
	Versuch	2.	29.07.2008	12,5	29,7	22,3	65,0
III	Kontrolle	1.	19.08.2008	12,3	27,8	20,4	72,0
	Kontrolle	2.	25.08.2008	7,7	21,4	15,0	80,0
	Versuch	1.	11.09.2008	11,8	27,0	20,2	76,0
	Versuch	2.	18.09.2008	-5,0	13,8	6,9	75,0
IV	Kontrolle	1.	02.10.2008	9,4	13,7	11,6	75,0
	Kontrolle	2.	07.10.2008	6,6	17,6	11,7	90,0
	Versuch	1.	23.10.2008	0,4	10,1	6,0	84,0
	Versuch	2.	30.10.2008	1,4	5,9	4,4	89,0
V	Kontrolle	1.	13.11.2008	3,9	7,2	6,0	96,0
	Kontrolle	2.	20.11.2008	6,0	8,9	7,5	76,0
	Versuch	1.	16.12.2008	-2,8	5,6	1,1	94,0
VI	Kontrolle	1.	08.01.2009	-15,3	-4,7	-10,5	90,0
	Kontrolle	2.	13.01.2009	-13,7	-5,7	-8,7	93,0
	Versuch	1.	27.01.2009	-5,1	0,0	-1,8	94,0
	Versuch	2.	03.02.2009	-2,0	9,1	4,1	77,6
VII	Kontrolle	1.	24.02.2009	-0,4	2,7	1,4	89,3
	Kontrolle	2.	02.03.2009	1,1	4,8	2,6	100,0
	Versuch	1.	19.03.2009	-0,8	8,8	3,4	70,2
	Versuch	2.	26.03.2009	2,4	7,6	4,7	85,8
VIII	Kontrolle	1.	09.04.2009	5,9	19,9	13,6	67,4
	Kontrolle	2.	17.04.2009	8,1	11,2	9,3	87,9
	Versuch	1.	07.05.2009	5,8	21,9	13,7	74,2
	Versuch	2.	14.05.2009	9,4	13,3	11,3	91,0

Tab. 81: Wetterdaten Betrieb 2 (Daten der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in Würzburg)

Durchgang	Besuchsart	ZF	Datum	Temp.			MW rel. Luftfeuchte
				Min.	Max.	MW	
I	Kontrolle	1.	05.12.2008	2,5	6,3	4,4	90,0
	Kontrolle	2.	12.12.2008	-0,6	0,5	0,1	95,0
	Versuch	1.	15.01.2009	-8,0	-2,0	-5,0	95,0
	Versuch	2.	22.01.2009	-3,5	3,5	-0,8	95,0
II	Versuch	1.	13.02.2009	-2,3	3,3	-0,2	88,0
	Versuch	2.	19.02.2009	-9,2	1,9	-3,8	73,3
	Kontrolle	1.	06.03.2009	2,9	6,0	4,6	95,4
	Kontrolle	2.	13.03.2009	2,8	12,4	7,8	73,5
III	Versuch	1.	31.03.2009	-0,1	14,2	7,4	60,2
	Versuch	2.	06.04.2009	5,7	19,7	12,8	74,4
	Kontrolle	1.	23.04.2009	4,7	12,9	8,3	70,3
	Kontrolle	2.	30.04.2009	6,5	12,9	9,8	88,7
IV	Versuch	1.	18.05.2009	11,0	19,6	15,5	76,9
	Versuch	2.	25.05.2009	14,5	29,8	22,5	65,3
	Kontrolle	1.	11.06.2009	10,2	17,5	14,2	81,2
	Kontrolle	2.	19.06.2009	13,8	19,9	17,6	65,3
V	Versuch	1.	02.07.2009	17,3	29,4	23,0	69,9
	Versuch	2.	09.07.2009	11,3	19,5	14,8	77,3
	Kontrolle	1.	23.07.2009	15,6	22,7	19,5	84,0
	Kontrolle	2.	30.07.2009	14,2	23,8	19,7	58,5

Tab. 82: Wetterdaten Betrieb 3 (Daten der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in Würzburg)

Durchgang	Besuchsart	ZF	Datum	Temp.			MW rel. Luftfeuchte
				Min.	Max.	MW	
I	Kontrolle	1.	12.02.2008	1,2	10,9	4,9	80,0
	Kontrolle	2.	19.02.2008	-2,4	11,9	4,1	58,0
	Versuch	1.	03.04.2008	4,7	9,5	6,4	78,0
	Versuch	2.	09.04.2008	4,5	8,5	6,1	86,0
II	Kontrolle	1.	25.04.2008	7,1	16,0	10,7	71,0
	Kontrolle	2.	02.05.2008	5,9	17,5	11,7	67,0
	Versuch	1.	20.05.2008	7,5	18,7	13,4	53,0
	Versuch	2.	26.05.2008	16,8	24,5	19,7	66,0
III	Kontrolle	1.	12.06.2008	9,3	20,3	14,4	68,0
	Kontrolle	2.	19.06.2008	12,1	25,0	18,8	59,0
	Versuch	1.	06.10.2008	9,8	16,4	12,9	84,0
	Versuch	2.	13.10.2008	7,8	17,9	11,4	95,0
IV	Kontrolle	1.	28.10.2008	5,5	8,5	7,1	89,0
	Kontrolle	2.	03.11.2008	7,4	14,1	9,6	89,0
	Versuch	1.	17.11.2008	-0,7	7,6	3,4	85,0
	Versuch	2.	24.11.2008	-1,5	4,4	1,4	91,0
V	Kontrolle	1.	04.12.2008	0,3	5,8	3,1	91,0
	Kontrolle	2.	11.12.2008	-0,1	0,8	0,2	99,0
	Versuch	1.	12.02.2009	-2,1	1,4	-0,5	83,5
	Versuch	2.	17.02.2009	-4,6	3,4	0,3	85,2
VI	Kontrolle	1.	05.03.2009	1,5	8,4	5,1	84,0
	Kontrolle	2.	13.03.2009	2,8	12,4	7,8	73,5
	Versuch	1.	30.03.2009	0,9	11,9	6,3	68,0
	Versuch	2.	07.04.2009	8,0	22,8	15,4	61,2
VII	Kontrolle	1.	27.04.2009	9,5	18,1	13,9	69,9
	Kontrolle	2.	04.05.2009	3,7	14,7	10,2	55,9
	Versuch	1.	19.05.2009	8,2	23,5	16,2	66,9
	Versuch	2.	26.05.2009	12,4	24,7	18,7	79,0
VIII	Kontrolle	1.	10.06.2009	11,2	22,2	16,6	64,1
	Kontrolle	2.	18.06.2009	13,5	26,7	20,0	65,0
	Versuch	1.	02.07.2009	17,3	29,4	23,0	69,9
	Versuch	2.	08.07.2009	12,6	18,4	14,6	86,5

Tab. 83: Betriebs- und besuchsabhängige Darstellung der Stalltemperatur

	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3	
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
n (Besuche)	16	14	10	10	15	13
MW	16,42	16,88	19,87	19,71	16,91	17,22
SEM	0,16	0,20	0,12	0,12	0,12	0,15
Median	16,32	16,20	20,32	19,73	15,60	17,80
SD	3,75	4,32	2,65	2,53	3,00	3,60
Minimum	11,98	11,48	13,78	14,96	13,50	12,40
Maximum	23,74	24,80	23,19	24,07	23,90	23,80

Tab. 84: Betriebs- und besuchsabhängige Darstellung der Stallluftfeuchte

	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3	
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
n (Besuche)	16	14	10	10	15	13
MW	87,42	90,95	89,37	92,19	80,99	85,00
SEM	0,52	0,39	0,44	0,31	0,32	0,30
Median	89,86	93,00	89,70	93,31	80,10	86,20
SD	12,35	8,29	9,34	6,68	8,42	7,31
Minimum	53,50	74,00	71,78	79,79	67,40	73,60
Maximum	100,00	100,00	100,00	99,98	94,40	95,50

Tab. 85: Ergänzung Tab. 35: Verschiedene Tränkevarianten im Vergleich, ln(Gesamtkeimzahl), Basis für t-Test (n = Anzahl an Proben; Einheit: KbE/ml)

Betrieb	Probenart	n	Mittelwert ± SEM	SD
Betrieb 1	NT	62	8,86 ± 0,14	1,10
	RT	15	14,51 ± 0,18	0,70
	AS	62	15,21 ± 0,09	0,69
Betrieb 2	NT	75	8,10 ± 0,13	1,11
	RT	10	14,86 ± 0,33	1,04
Betrieb 3	NT	89	8,62 ± 0,15	1,42
	RT	15	14,6 ± 0,32	1,23

Tab. 86: Ergänzung Tab. 36: Einfluss des Zeitfensters auf ln(Gesamtkeimzahl), Basis für t-Test (n = Anzahl an Proben; Einheit: KbE/ml)

Betrieb	Probenart	Zeitfenster	n	Mittelwert ± SEM	SD
Betrieb 1	NT	1. Zeitfenster	32	8,79 ± 0,21	1,19
		2. Zeitfenster	30	8,93 ± 0,18	1,00
	AS	1. Zeitfenster	32	15,13 ± 0,09	0,53
		2. Zeitfenster	30	15,29 ± 0,15	0,82
	RT	1. Zeitfenster	8	14,61 ± 0,30	0,84
		2. Zeitfenster	7	14,39 ± 0,20	0,54
Betrieb 2	NT	1. Zeitfenster	36	7,71 ± 0,20	1,23
		2. Zeitfenster	39	8,45 ± 0,14	0,86
	RT	1. Zeitfenster	5	15,01 ± 0,67	1,49
		2. Zeitfenster	5	14,71 ± 0,18	0,41
Betrieb 3	NT	1. Zeitfenster	42	8,59 ± 0,20	1,32
		2. Zeitfenster	47	8,66 ± 0,22	1,53
	RT	1. Zeitfenster	7	14,73 ± 0,27	0,72
		2. Zeitfenster	8	14,50 ± 0,57	1,60

**Tab. 87: Ergänzung Abb. 20: Untersuchung der Gesamtkeimzahl in KbE/ml:
Zusammenfassende Darstellung (n = Anzahl an Durchgängen; Einheit: KbE/ml)**

Betrieb	Probenart	Zeitfenster	Besuchsart	n	MW ± SEM
Betrieb 1	NT	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	19.660 ± 9.724
			Versuch	8	10.131 ± 3.165
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	13.700 ± 2.538
			Versuch	7	8.795 ± 2.402
	AS	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	4.033.177 ± 480.355
			Versuch	8	4.579.844 ± 755.489
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	6.290.012 ± 2.547.502
			Versuch	7	5.883.214 ± 1.112.896
	RT	1. Zeitfenster	Versuch	8	2.886.932 ± 686.101
			Versuch	7	1.987.750 ± 373.552
Betrieb 2	NT	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	2.007 ± 806
			Versuch	5	8.098 ± 5.732
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	6.689 ± 810
			Versuch	5	5.979 ± 1.165
	RT	1. Zeitfenster	Versuch	5	6.753.333 ± 3.241.876
		2. Zeitfenster	Versuch	5	2.620.000 ± 472.657
Betrieb 3	Brunnen	1. Zeitfenster	Kontrolle	2	0 ± 0
			Versuch	-	-
		2. Zeitfenster	Kontrolle	2	25 ± 15
			Versuch	2	0 ± 0
	NT	1. Zeitfenster	Kontrolle	7	14.771 ± 5.564
			Versuch	7	7.087 ± 1.763
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	19.706 ± 12.801
			Versuch	6	11.575 ± 2.769
	RT	1. Zeitfenster	Versuch	7	2.995.238 ± 670.479
		2. Zeitfenster	Versuch	8	6.673.938 ± 3.746.321

Tab. 88: Ergänzung Tab. 35: Verschiedene Tränkevarianten im Vergleich, ln(1 + Enterobacteriaceae), Basis für t-Test (n = Anzahl an Proben; Einheit: KbE/ml)

Betrieb	Probenart	n	Mittelwert ± SEM	SD
Betrieb 1	NT	42	1,80 ± 0,29	1,89
	RT	11	9,60 ± 0,34	1,12
	AS	44	9,87 ± 0,29	1,93
Betrieb 2	NT	79	2,43 ± 0,27	2,40
	RT	10	9,12 ± 0,23	0,73
Betrieb 3	NT	66	2,72 ± 0,25	2,07
	RT	12	8,63 ± 0,36	1,25

Tab. 89: Ergänzung Tab. 39: Einfluss des Zeitfensters auf $\ln(1 + \text{Enterobacteriaceae})$, Basis für t-Test (n = Anzahl an Proben; Einheit: KbE/ml)

Betrieb	Probenart	Zeitfenster	n	Mittelwert \pm SEM	SD
Betrieb 1	NT	1. Zeitfenster	23	1,67 \pm 0,43	2,08
		2. Zeitfenster	19	1,95 \pm 0,39	1,69
	AS	1. Zeitfenster	24	10,45 \pm 0,25	1,23
		2. Zeitfenster	20	9,18 \pm 0,53	2,39
	RT	1. Zeitfenster	6	9,84 \pm 0,41	1,00
		2. Zeitfenster	5	9,31 \pm 0,59	1,31
Betrieb 2	NT	1. Zeitfenster	40	1,73 \pm 0,36	2,25
		2. Zeitfenster	39	3,15 \pm 0,38	2,36
	RT	1. Zeitfenster	5	9,09 \pm 0,41	0,92
		2. Zeitfenster	5	9,15 \pm 0,26	0,59
Betrieb 3	NT	1. Zeitfenster	33	2,45 \pm 0,37	2,13
		2. Zeitfenster	33	3,00 \pm 0,35	2,00
	RT	1. Zeitfenster	6	8,75 \pm 0,35	0,87
		2. Zeitfenster	6	8,51 \pm 0,67	1,63

**Tab. 90: Ergänzung Abb. 24: Untersuchung der Enterobacteriaceae in Kbe/ml:
Zusammenfassende Darstellung (n = Anzahl an Durchgängen; Einheit: Kbe/ml)**

Betrieb	Probenart	Zeitfenster	Besuchsart	n	MW ± SEM
Betrieb 1	NT	1. Zeitfenster	Kontrolle	6	38 ± 19
			Versuch	6	30 ± 25
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	20 ± 8
			Versuch	5	26 ± 22
	AS	1. Zeitfenster	Kontrolle	6	77814 ± 35642
			Versuch	6	58213 ± 12760
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	29780 ± 8185
			Versuch	5	15110 ± 2912
	RT	1. Zeitfenster	Versuch	6	26046 ± 7950
			Versuch	5	17459 ± 6016
Betrieb 2	NT	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	125 ± 113
			Versuch	5	19 ± 8
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	397 ± 311
			Versuch	5	116 ± 91
	RT	1. Zeitfenster	Versuch	5	11110 ± 2617
		2. Zeitfenster	Versuch	5	10785 ± 2856
Betrieb 3	Brunnen	1. Zeitfenster	Kontrolle	-	-
			Versuch	-	-
		2. Zeitfenster	Kontrolle	1	0
			Versuch	2	0 ± 0
	NT	1. Zeitfenster	Kontrolle	4	25 ± 10
			Versuch	6	96 ± 43
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	279 ± 252
			Versuch	6	41 ± 12
	RT	1. Zeitfenster	Versuch	6	8925 ± 3749
		2. Zeitfenster	Versuch	6	13428 ± 7923

Tab. 91: Ergänzung Abb. 26: Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen unter 15 °C										Temperaturen zwischen 15 und 20 °C									
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile			N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile						
							25	50	75						25	50	75				
A	K, 1. ZF	15 (3)	0,83	2,14	1,27 ± 0,12	0,48	0,90	1,03	1,75	15 (3)	0,21	1,21	0,61 ± 0,08	0,33	0,28	0,72	0,91				
B	K, 1. ZF	15 (3)	0,72	1,95	1,21 ± 0,12	0,46	0,84	0,97	1,75	15 (3)	0,20	1,25	0,58 ± 0,08	0,32	0,25	0,57	0,79				
C	K, 1. ZF	15 (3)	0,73	1,98	1,19 ± 0,12	0,47	0,77	1,06	1,75	15 (3)	0,20	1,00	0,54 ± 0,07	0,27	0,26	0,51	0,75				
D	K, 1. ZF	15 (3)	0,69	2,10	1,18 ± 0,12	0,47	0,76	1,03	1,68	15 (3)	0,20	0,94	0,52 ± 0,06	0,25	0,24	0,55	0,71				
E	K, 1. ZF	15 (3)	0,61	3,01	1,30 ± 0,19	0,72	0,77	0,97	1,84	15 (3)	0,18	0,74	0,46 ± 0,06	0,22	0,20	0,51	0,68				
F	K, 1. ZF	15 (3)	0,71	6,70	1,65 ± 0,43	1,66	0,81	0,91	1,81	15 (3)	0,15	0,64	0,41 ± 0,05	0,19	0,19	0,50	0,56				
G	K, 1. ZF	15 (3)	0,74	5,12	1,48 ± 0,29	1,11	0,85	1,04	1,77	15 (3)	0,18	0,90	0,50 ± 0,06	0,25	0,21	0,58	0,66				
A	K, 2. ZF	20 (4)	0,42	1,94	1,04 ± 0,10	0,44	0,64	1,07	1,31	20 (4)	0,56	1,63	1,06 ± 0,08	0,34	0,77	0,98	1,32				
B	K, 2. ZF	20 (4)	0,35	1,87	1,04 ± 0,09	0,42	0,66	1,07	1,38	20 (4)	0,54	1,57	1,00 ± 0,07	0,32	0,75	0,90	1,20				
C	K, 2. ZF	20 (4)	0,34	1,98	1,00 ± 0,10	0,44	0,58	1,00	1,20	20 (4)	0,59	1,85	0,95 ± 0,08	0,34	0,69	0,85	1,15				
D	K, 2. ZF	20 (4)	0,38	2,71	1,06 ± 0,12	0,52	0,70	1,02	1,22	20 (4)	0,48	1,57	0,90 ± 0,07	0,31	0,72	0,85	1,10				
E	K, 2. ZF	20 (4)	0,35	7,83	1,47 ± 0,39	1,76	0,63	0,96	1,26	20 (4)	0,40	1,62	0,79 ± 0,07	0,31	0,56	0,68	0,92				
F	K, 2. ZF	20 (4)	0,36	9,00	1,86 ± 0,53	2,36	0,58	1,04	1,48	20 (4)	0,47	1,09	0,72 ± 0,05	0,22	0,52	0,60	0,91				
G	K, 2. ZF	20 (4)	0,37	5,31	1,35 ± 0,31	1,38	0,63	0,96	1,26	20 (4)	0,51	1,39	0,84 ± 0,06	0,26	0,64	0,80	0,99				
A	V, 1. ZF	15 (3)	0,46	1,27	0,75 ± 0,05	0,20	0,64	0,73	0,82	10 (2)	0,37	0,83	0,55 ± 0,05	0,17	0,41	0,54	0,72				
B	V, 1. ZF	15 (3)	0,43	1,19	0,74 ± 0,05	0,19	0,63	0,67	0,83	10 (2)	0,30	0,86	0,50 ± 0,05	0,17	0,38	0,45	0,61				
C	V, 1. ZF	15 (3)	0,40	1,04	0,71 ± 0,05	0,18	0,62	0,65	0,86	10 (2)	0,27	0,85	0,48 ± 0,06	0,18	0,34	0,44	0,60				
D	V, 1. ZF	15 (3)	0,35	1,24	0,72 ± 0,06	0,23	0,58	0,65	0,85	10 (2)	0,27	0,94	0,47 ± 0,06	0,20	0,34	0,39	0,57				
E	V, 1. ZF	15 (3)	0,38	1,09	0,67 ± 0,05	0,19	0,55	0,65	0,79	10 (2)	0,23	0,76	0,44 ± 0,05	0,17	0,30	0,41	0,55				
F	V, 1. ZF	15 (3)	0,31	0,80	0,63 ± 0,03	0,11	0,58	0,67	0,68	10 (2)	0,25	0,73	0,41 ± 0,05	0,16	0,27	0,34	0,50				
G	V, 1. ZF	15 (3)	0,33	0,87	0,66 ± 0,03	0,13	0,57	0,72	0,75	10 (2)	0,26	0,79	0,45 ± 0,06	0,19	0,31	0,42	0,55				
A	V, 2. ZF	15 (3)	0,60	1,38	0,99 ± 0,05	0,20	0,90	0,98	1,13	5 (1)	0,46	0,69	0,58 ± 0,04	0,10	0,48	0,60	0,67				
B	V, 2. ZF	15 (3)	0,61	1,27	0,99 ± 0,05	0,18	0,93	0,95	1,14	5 (1)	0,45	0,67	0,59 ± 0,04	0,09	0,49	0,64	0,66				
C	V, 2. ZF	15 (3)	0,56	1,27	0,96 ± 0,05	0,20	0,81	1,03	1,17	5 (1)	0,58	0,66	0,64 ± 0,01	0,03	0,61	0,65	0,66				
D	V, 2. ZF	15 (3)	0,62	1,24	0,90 ± 0,05	0,19	0,78	0,88	0,99	5 (1)	0,44	0,67	0,57 ± 0,04	0,10	0,48	0,56	0,66				
E	V, 2. ZF	15 (3)	0,63	1,40	0,89 ± 0,06	0,21	0,70	0,94	1,03	5 (1)	0,39	0,66	0,51 ± 0,05	0,10	0,43	0,51	0,60				
F	V, 2. ZF	15 (3)	0,51	1,30	0,82 ± 0,06	0,22	0,66	0,79	1,05	5 (1)	0,38	0,55	0,48 ± 0,03	0,07	0,42	0,50	0,53				
G	V, 2. ZF	15 (3)	0,55	1,11	0,82 ± 0,04	0,17	0,63	0,84	0,93	5 (1)	0,52	0,62	0,56 ± 0,02	0,04	0,52	0,56	0,60				

Fortsetzung Tab. 91: Ergänzung Abb. 26: Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1

Messpunkt	Besuchsart	N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Temperaturen über 20 °C		
							Perzentile		
							25	50	75
A	K, 1. ZF	10 (2)	0,56	1,39	0,92 ± 0,09	0,30	0,67	0,86	1,15
B	K, 1. ZF	10 (2)	0,58	1,51	0,91 ± 0,10	0,32	0,63	0,83	1,14
C	K, 1. ZF	10 (2)	0,49	1,25	0,87 ± 0,09	0,30	0,58	0,86	1,17
D	K, 1. ZF	10 (2)	0,52	1,14	0,81 ± 0,09	0,27	0,55	0,77	1,08
E	K, 1. ZF	10 (2)	0,47	1,04	0,80 ± 0,07	0,22	0,56	0,85	1,03
F	K, 1. ZF	10 (2)	0,42	1,12	0,68 ± 0,07	0,22	0,50	0,68	0,77
G	K, 1. ZF	10 (2)	0,42	1,26	0,84 ± 0,08	0,26	0,65	0,85	1,04
A	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
B	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
C	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
D	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
E	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
G	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
A	V, 1. ZF	10 (2)	0,30	0,71	0,54 ± 0,04	0,13	0,46	0,60	0,63
B	V, 1. ZF	10 (2)	0,26	0,71	0,51 ± 0,05	0,15	0,39	0,54	0,66
C	V, 1. ZF	10 (2)	0,28	0,69	0,48 ± 0,05	0,14	0,34	0,49	0,61
D	V, 1. ZF	10 (2)	0,24	0,68	0,45 ± 0,05	0,15	0,34	0,46	0,58
E	V, 1. ZF	10 (2)	0,25	0,64	0,42 ± 0,05	0,15	0,29	0,42	0,59
F	V, 1. ZF	10 (2)	0,23	0,50	0,37 ± 0,04	0,12	0,24	0,37	0,49
G	V, 1. ZF	10 (2)	0,25	0,61	0,44 ± 0,05	0,15	0,30	0,46	0,59
A	V, 2. ZF	10 (2)	0,55	1,07	0,83 ± 0,05	0,17	0,68	0,87	0,97
B	V, 2. ZF	10 (2)	0,67	1,04	0,83 ± 0,04	0,14	0,69	0,79	0,97
C	V, 2. ZF	10 (2)	0,66	0,97	0,81 ± 0,04	0,11	0,71	0,79	0,93
D	V, 2. ZF	10 (2)	0,62	1,03	0,79 ± 0,04	0,13	0,68	0,78	0,89
E	V, 2. ZF	10 (2)	0,51	0,84	0,68 ± 0,04	0,12	0,58	0,68	0,80
F	V, 2. ZF	10 (2)	0,46	0,69	0,60 ± 0,02	0,07	0,54	0,61	0,68
G	V, 2. ZF	10 (2)	0,47	0,91	0,68 ± 0,04	0,13	0,59	0,68	0,75

Tab. 92: Ergänzung Abb. 27: Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 2

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen unter 15 °C										Temperaturen zwischen 15 und 20 °C									
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile			N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile						
							25	50	75						25	50	75				
A	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,77	1,11	0,99 ± 0,06	0,14	0,88	1,00	1,10			
B	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,76	1,04	0,95 ± 0,05	0,11	0,87	0,99	1,02			
C	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,79	0,94	0,87 ± 0,03	0,06	0,81	0,87	0,93			
D	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,68	1,00	0,90 ± 0,06	0,12	0,80	0,94	0,98			
E	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,74	0,99	0,90 ± 0,05	0,10	0,80	0,92	0,99			
F	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,77	0,94	0,83 ± 0,04	0,08	0,77	0,79	0,92			
G	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,75	0,98	0,86 ± 0,05	0,11	0,78	0,80	0,98			
H	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,73	1,23	0,94 ± 0,08	0,19	0,78	0,91	1,10			
I	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,83	1,18	0,98 ± 0,06	0,14	0,86	0,97	1,11			
A	K, 2. ZF	5 (1)	1,07	1,63	1,44 ± 0,10	0,22	1,25	1,45	1,62	1,62	10 (2)	0,37	1,57	0,78 ± 0,12	0,38	0,46	0,69	1,02			
B	K, 2. ZF	5 (1)	1,03	1,63	1,37 ± 0,11	0,24	1,17	1,32	1,59	1,32	10 (2)	0,39	1,30	0,72 ± 0,10	0,32	0,42	0,63	1,00			
C	K, 2. ZF	5 (1)	0,92	1,45	1,15 ± 0,10	0,22	0,93	1,19	1,35	1,35	10 (2)	0,32	1,26	0,68 ± 0,10	0,32	0,40	0,65	0,90			
D	K, 2. ZF	5 (1)	0,49	1,48	1,02 ± 0,21	0,47	0,51	1,29	1,39	1,39	10 (2)	0,29	1,08	0,68 ± 0,09	0,30	0,41	0,61	0,96			
E	K, 2. ZF	5 (1)	0,53	1,34	1,04 ± 0,16	0,36	0,67	1,21	1,34	1,34	10 (2)	0,31	1,10	0,68 ± 0,09	0,28	0,44	0,65	0,91			
F	K, 2. ZF	5 (1)	1,08	1,40	1,24 ± 0,06	0,13	1,13	1,21	1,37	1,37	10 (2)	0,42	1,03	0,68 ± 0,08	0,26	0,43	0,65	0,92			
G	K, 2. ZF	5 (1)	1,12	1,57	1,27 ± 0,08	0,18	1,14	1,24	1,41	1,41	10 (2)	0,36	1,15	0,69 ± 0,10	0,32	0,39	0,66	0,99			
H	K, 2. ZF	5 (1)	1,12	1,77	1,37 ± 0,11	0,26	1,17	1,29	1,62	1,62	10 (2)	0,32	1,32	0,74 ± 0,11	0,36	0,39	0,77	1,00			
I	K, 2. ZF	5 (1)	1,10	1,87	1,42 ± 0,13	0,29	1,18	1,44	1,66	1,66	10 (2)	0,29	1,31	0,77 ± 0,12	0,37	0,43	0,77	1,08			
A	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,37	1,07	0,70 ± 0,08	0,26	0,40	0,78	0,90			
B	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,34	1,00	0,64 ± 0,08	0,25	0,37	0,73	0,85			
C	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,33	0,97	0,64 ± 0,08	0,24	0,36	0,72	0,81			
D	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,33	0,98	0,65 ± 0,08	0,24	0,38	0,71	0,83			
E	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,31	0,99	0,67 ± 0,07	0,23	0,41	0,73	0,84			
F	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,30	0,89	0,65 ± 0,07	0,21	0,40	0,73	0,79			
G	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,36	0,90	0,65 ± 0,06	0,18	0,44	0,71	0,78			
H	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,37	0,83	0,66 ± 0,06	0,18	0,43	0,75	0,80			
I	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	0,36	0,89	0,67 ± 0,07	0,21	0,41	0,74	0,87			
A	V, 2. ZF	5 (1)	1,09	1,48	1,31 ± 0,07	0,15	1,17	1,31	1,46	1,46	10 (2)	0,41	1,10	0,74 ± 0,08	0,25	0,52	0,77	0,94			
B	V, 2. ZF	5 (1)	1,11	1,39	1,22 ± 0,05	0,11	1,14	1,20	1,33	1,33	10 (2)	0,36	1,00	0,71 ± 0,08	0,25	0,50	0,71	0,95			
C	V, 2. ZF	5 (1)	1,08	1,39	1,19 ± 0,06	0,14	1,09	1,12	1,33	1,33	10 (2)	0,34	0,98	0,68 ± 0,08	0,25	0,47	0,69	0,91			
D	V, 2. ZF	5 (1)	1,04	1,32	1,14 ± 0,05	0,12	1,05	1,11	1,26	1,26	10 (2)	0,29	1,02	0,70 ± 0,08	0,24	0,50	0,74	0,92			
E	V, 2. ZF	5 (1)	0,99	1,31	1,14 ± 0,05	0,12	1,04	1,14	1,25	1,25	10 (2)	0,38	1,00	0,70 ± 0,07	0,23	0,50	0,72	0,90			
F	V, 2. ZF	5 (1)	1,00	1,25	1,13 ± 0,04	0,10	1,03	1,15	1,22	1,22	10 (2)	0,30	0,96	0,68 ± 0,07	0,23	0,49	0,68	0,91			
G	V, 2. ZF	5 (1)	1,04	1,20	1,12 ± 0,03	0,08	1,05	1,13	1,20	1,20	10 (2)	0,31	0,94	0,70 ± 0,07	0,23	0,48	0,77	0,89			
H	V, 2. ZF	5 (1)	1,05	1,26	1,14 ± 0,04	0,09	1,07	1,10	1,24	1,24	10 (2)	0,36	0,96	0,67 ± 0,07	0,24	0,44	0,67	0,91			
I	V, 2. ZF	5 (1)	1,09	1,32	1,18 ± 0,04	0,09	1,11	1,15	1,26	1,26	10 (2)	0,34	1,01	0,67 ± 0,08	0,25	0,42	0,71	0,90			

Fortsetzung Tab. 92: Ergänzung Abb. 27: Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 2

Messpunkt	Besuchsart	N	Temperaturen über 20 °C					Perzentile		
			Min	Max	MW ± SEM	SD	25	50	75	
A	K, 1. ZF	20 (4)	0,23	0,85	0,53 ± 0,04	0,18	0,37	0,55	0,68	
B	K, 1. ZF	20 (4)	0,21	0,79	0,45 ± 0,04	0,18	0,33	0,42	0,52	
C	K, 1. ZF	20 (4)	0,21	0,87	0,42 ± 0,04	0,20	0,26	0,38	0,48	
D	K, 1. ZF	20 (4)	0,18	0,78	0,41 ± 0,04	0,17	0,26	0,38	0,52	
E	K, 1. ZF	20 (4)	0,16	0,81	0,43 ± 0,04	0,19	0,29	0,35	0,62	
F	K, 1. ZF	20 (4)	0,20	0,77	0,44 ± 0,04	0,18	0,32	0,36	0,53	
G	K, 1. ZF	20 (4)	0,19	0,77	0,43 ± 0,04	0,18	0,28	0,40	0,60	
H	K, 1. ZF	20 (4)	0,16	0,83	0,43 ± 0,04	0,18	0,29	0,37	0,53	
I	K, 1. ZF	20 (4)	0,23	0,86	0,47 ± 0,04	0,20	0,33	0,39	0,60	
A	K, 2. ZF	10 (2)	0,47	0,81	0,57 ± 0,03	0,11	0,48	0,54	0,66	
B	K, 2. ZF	10 (2)	0,35	0,69	0,49 ± 0,04	0,12	0,39	0,48	0,63	
C	K, 2. ZF	10 (2)	0,33	0,77	0,51 ± 0,04	0,13	0,42	0,48	0,59	
D	K, 2. ZF	10 (2)	0,33	0,59	0,47 ± 0,03	0,08	0,42	0,47	0,55	
E	K, 2. ZF	10 (2)	0,38	0,67	0,54 ± 0,04	0,11	0,45	0,54	0,64	
F	K, 2. ZF	10 (2)	0,41	0,65	0,51 ± 0,03	0,09	0,43	0,50	0,61	
G	K, 2. ZF	10 (2)	0,34	0,63	0,49 ± 0,03	0,09	0,42	0,49	0,57	
H	K, 2. ZF	10 (2)	0,33	0,85	0,52 ± 0,05	0,16	0,40	0,49	0,61	
I	K, 2. ZF	10 (2)	0,30	0,71	0,54 ± 0,04	0,12	0,49	0,54	0,63	
A	V, 1. ZF	15 (3)	0,25	0,73	0,50 ± 0,03	0,13	0,41	0,51	0,59	
B	V, 1. ZF	15 (3)	0,24	0,65	0,45 ± 0,04	0,14	0,35	0,38	0,58	
C	V, 1. ZF	15 (3)	0,22	0,65	0,44 ± 0,04	0,15	0,26	0,49	0,56	
D	V, 1. ZF	15 (3)	0,18	0,62	0,45 ± 0,04	0,15	0,32	0,54	0,57	
E	V, 1. ZF	15 (3)	0,16	0,79	0,47 ± 0,04	0,15	0,38	0,46	0,57	
F	V, 1. ZF	15 (3)	0,14	0,72	0,44 ± 0,04	0,17	0,33	0,41	0,57	
G	V, 1. ZF	15 (3)	0,15	0,76	0,42 ± 0,05	0,18	0,26	0,40	0,54	
H	V, 1. ZF	15 (3)	0,20	0,63	0,42 ± 0,04	0,15	0,27	0,39	0,57	
I	V, 1. ZF	15 (3)	0,22	0,65	0,42 ± 0,04	0,15	0,26	0,39	0,54	
A	V, 2. ZF	10 (2)	0,25	0,61	0,49 ± 0,03	0,11	0,44	0,48	0,57	
B	V, 2. ZF	10 (2)	0,33	0,61	0,47 ± 0,03	0,10	0,36	0,48	0,56	
C	V, 2. ZF	10 (2)	0,37	0,63	0,49 ± 0,02	0,07	0,43	0,48	0,53	
D	V, 2. ZF	10 (2)	0,37	0,69	0,51 ± 0,03	0,10	0,43	0,50	0,58	
E	V, 2. ZF	10 (2)	0,40	0,68	0,55 ± 0,03	0,08	0,50	0,54	0,63	
F	V, 2. ZF	10 (2)	0,39	0,68	0,53 ± 0,03	0,10	0,45	0,52	0,63	
G	V, 2. ZF	10 (2)	0,33	0,59	0,45 ± 0,02	0,08	0,40	0,44	0,50	
H	V, 2. ZF	10 (2)	0,37	0,58	0,45 ± 0,02	0,06	0,40	0,45	0,48	
I	V, 2. ZF	10 (2)	0,30	0,56	0,43 ± 0,03	0,08	0,38	0,43	0,50	

Tab. 93: Ergänzung Abb. 28 Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen unter 15 °C										Temperaturen zwischen 15 und 20 °C									
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile			N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile						
							25	50	75						25	50	75				
A	K, 1. ZF	5 (1)	0,59	1,10	0,87 ± 0,09	0,20	0,70	0,83	1,05	30 (6)	0,30	2,10	0,88 ± 0,09	0,50	0,38	0,90	1,31				
B	K, 1. ZF	5 (1)	0,60	0,99	0,78 ± 0,06	0,14	0,67	0,75	0,90	30 (6)	0,25	1,98	0,83 ± 0,09	0,48	0,37	0,75	1,22				
C	K, 1. ZF	5 (1)	0,72	0,93	0,79 ± 0,04	0,08	0,73	0,78	0,87	30 (6)	0,26	1,87	0,82 ± 0,08	0,46	0,38	0,80	1,16				
D	K, 1. ZF	5 (1)	0,64	0,93	0,77 ± 0,05	0,11	0,68	0,77	0,85	30 (6)	0,25	1,73	0,83 ± 0,09	0,49	0,32	0,78	1,26				
E	K, 1. ZF	5 (1)	0,75	1,06	0,82 ± 0,06	0,13	0,75	0,77	0,92	30 (6)	0,27	1,81	0,83 ± 0,09	0,48	0,38	0,77	1,19				
F	K, 1. ZF	5 (1)	0,66	1,10	0,82 ± 0,08	0,18	0,66	0,82	0,98	30 (6)	0,22	1,64	0,80 ± 0,08	0,45	0,33	0,71	1,19				
G	K, 1. ZF	5 (1)	0,65	1,05	0,78 ± 0,07	0,16	0,66	0,73	0,93	30 (6)	0,24	1,75	0,82 ± 0,09	0,47	0,35	0,75	1,17				
H	K, 1. ZF	5 (1)	0,71	1,20	0,87 ± 0,09	0,19	0,74	0,82	1,03	30 (6)	0,23	1,92	0,83 ± 0,09	0,48	0,40	0,79	1,21				
I	K, 1. ZF	5 (1)	0,69	1,18	0,88 ± 0,08	0,19	0,75	0,80	1,05	30 (6)	0,26	1,77	0,88 ± 0,09	0,48	0,40	0,85	1,27				
A	K, 2. ZF	10 (2)	1,31	2,07	1,65 ± 0,09	0,27	1,39	1,63	1,91	20 (4)	0,59	1,83	1,08 ± 0,08	0,36	0,82	1,02	1,35				
B	K, 2. ZF	10 (2)	1,29	2,18	1,71 ± 0,09	0,30	1,46	1,71	1,90	20 (4)	0,53	1,64	1,04 ± 0,07	0,31	0,88	0,99	1,20				
C	K, 2. ZF	10 (2)	1,15	2,06	1,63 ± 0,09	0,28	1,44	1,56	1,91	20 (4)	0,46	1,46	0,94 ± 0,07	0,30	0,70	0,98	1,16				
D	K, 2. ZF	10 (2)	1,23	2,01	1,59 ± 0,08	0,24	1,40	1,61	1,72	20 (4)	0,42	1,40	0,94 ± 0,07	0,29	0,71	0,98	1,23				
E	K, 2. ZF	10 (2)	1,23	2,17	1,61 ± 0,09	0,27	1,37	1,62	1,75	20 (4)	0,48	1,55	0,96 ± 0,07	0,31	0,68	0,92	1,21				
F	K, 2. ZF	10 (2)	1,22	2,04	1,54 ± 0,08	0,25	1,38	1,49	1,68	20 (4)	0,45	1,48	0,92 ± 0,07	0,31	0,70	0,84	1,25				
G	K, 2. ZF	10 (2)	1,18	1,99	1,52 ± 0,09	0,27	1,33	1,46	1,66	20 (4)	0,44	1,48	0,95 ± 0,08	0,34	0,65	0,86	1,29				
H	K, 2. ZF	10 (2)	1,11	2,01	1,59 ± 0,09	0,28	1,39	1,59	1,76	20 (4)	0,47	1,72	1,06 ± 0,09	0,39	0,72	1,03	1,43				
I	K, 2. ZF	10 (2)	1,13	2,26	1,67 ± 0,09	0,30	1,51	1,67	1,81	20 (4)	0,56	1,93	1,10 ± 0,09	0,42	0,71	1,05	1,45				
A	V, 1. ZF	15 (3)	0,28	1,15	0,77 ± 0,07	0,27	0,57	0,76	0,99	15 (3)	0,35	1,83	0,98 ± 0,11	0,45	0,54	1,00	1,27				
B	V, 1. ZF	15 (3)	0,33	1,13	0,75 ± 0,07	0,27	0,44	0,81	0,91	15 (3)	0,35	1,51	0,88 ± 0,09	0,36	0,57	0,90	1,17				
C	V, 1. ZF	15 (3)	0,23	1,14	0,71 ± 0,07	0,28	0,42	0,75	0,98	15 (3)	0,38	1,40	0,85 ± 0,09	0,36	0,46	0,91	1,15				
D	V, 1. ZF	15 (3)	0,35	1,32	0,73 ± 0,09	0,34	0,42	0,69	1,06	15 (3)	0,35	1,67	0,85 ± 0,09	0,36	0,55	0,88	1,05				
E	V, 1. ZF	15 (3)	0,30	1,23	0,67 ± 0,08	0,30	0,40	0,64	0,98	15 (3)	0,35	1,37	0,84 ± 0,08	0,33	0,51	0,87	1,18				
F	V, 1. ZF	15 (3)	0,26	1,08	0,63 ± 0,06	0,25	0,40	0,64	0,77	15 (3)	0,20	1,62	0,85 ± 0,11	0,41	0,44	0,96	1,23				
G	V, 1. ZF	15 (3)	0,30	1,02	0,63 ± 0,06	0,24	0,40	0,61	0,87	15 (3)	0,22	1,32	0,80 ± 0,10	0,37	0,48	0,79	1,13				
H	V, 1. ZF	15 (3)	0,34	0,97	0,64 ± 0,06	0,23	0,42	0,60	0,92	15 (3)	0,26	1,52	0,85 ± 0,10	0,40	0,52	0,88	1,24				
I	V, 1. ZF	15 (3)	0,35	1,02	0,64 ± 0,06	0,23	0,42	0,60	0,87	15 (3)	0,34	1,43	0,90 ± 0,11	0,42	0,43	0,97	1,27				
A	V, 2. ZF	10 (2)	0,84	2,85	1,71 ± 0,24	0,76	1,07	1,58	2,40	10 (2)	0,42	0,82	0,61 ± 0,05	0,15	0,49	0,57	0,75				
B	V, 2. ZF	10 (2)	0,84	2,44	1,58 ± 0,20	0,64	0,99	1,50	2,22	10 (2)	0,45	0,78	0,59 ± 0,04	0,11	0,47	0,58	0,70				
C	V, 2. ZF	10 (2)	0,84	2,31	1,53 ± 0,20	0,63	0,93	1,49	2,19	10 (2)	0,43	0,75	0,58 ± 0,03	0,10	0,49	0,60	0,65				
D	V, 2. ZF	10 (2)	0,86	2,48	1,55 ± 0,20	0,67	0,94	1,41	2,26	10 (2)	0,41	0,79	0,58 ± 0,04	0,13	0,48	0,54	0,69				
E	V, 2. ZF	10 (2)	0,76	2,51	1,54 ± 0,22	0,71	0,90	1,39	2,31	10 (2)	0,41	0,78	0,57 ± 0,04	0,14	0,45	0,53	0,71				
F	V, 2. ZF	10 (2)	0,76	2,28	1,47 ± 0,21	0,65	0,90	1,31	2,13	10 (2)	0,35	0,73	0,51 ± 0,04	0,13	0,41	0,46	0,63				
G	V, 2. ZF	10 (2)	0,78	2,37	1,47 ± 0,20	0,64	0,87	1,40	2,01	10 (2)	0,33	0,68	0,47 ± 0,04	0,14	0,33	0,42	0,63				
H	V, 2. ZF	10 (2)	0,76	2,02	1,41 ± 0,18	0,56	0,88	1,44	1,92	10 (2)	0,33	0,75	0,52 ± 0,05	0,15	0,38	0,49	0,66				
I	V, 2. ZF	10 (2)	0,72	2,18	1,45 ± 0,18	0,56	0,96	1,44	1,97	10 (2)	0,45	0,79	0,56 ± 0,04	0,12	0,46	0,53	0,66				

Fortsetzung Tab. 93: Ergänzung Abb. 28 Staubwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen über 20 °C										
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile					
							25	50	75			
A	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	K, 2. ZF	10 (2)	0,40	1,07	0,73 ± 0,08	0,26	0,49	0,66	1,05	0,66	1,05	0,66
B	K, 2. ZF	10 (2)	0,38	1,16	0,68 ± 0,08	0,24	0,47	0,69	0,86	0,69	0,86	0,69
C	K, 2. ZF	10 (2)	0,41	0,96	0,74 ± 0,06	0,20	0,57	0,80	0,90	0,80	0,90	0,80
D	K, 2. ZF	10 (2)	0,42	0,97	0,70 ± 0,06	0,18	0,55	0,70	0,86	0,70	0,86	0,70
E	K, 2. ZF	10 (2)	0,34	1,04	0,68 ± 0,07	0,22	0,52	0,65	0,87	0,65	0,87	0,65
F	K, 2. ZF	10 (2)	0,26	1,00	0,67 ± 0,07	0,22	0,50	0,67	0,84	0,67	0,84	0,67
G	K, 2. ZF	10 (2)	0,31	1,20	0,66 ± 0,08	0,25	0,50	0,60	0,82	0,60	0,82	0,60
H	K, 2. ZF	10 (2)	0,40	0,98	0,68 ± 0,06	0,20	0,51	0,67	0,85	0,67	0,85	0,67
I	K, 2. ZF	10 (2)	0,45	0,98	0,71 ± 0,05	0,17	0,60	0,71	0,83	0,71	0,83	0,71
A	V, 1. ZF	5 (1)	0,20	0,42	0,29 ± 0,04	0,09	0,22	0,28	0,38	0,28	0,38	0,28
B	V, 1. ZF	5 (1)	0,19	0,37	0,28 ± 0,03	0,06	0,23	0,28	0,33	0,28	0,33	0,28
C	V, 1. ZF	5 (1)	0,28	0,46	0,35 ± 0,03	0,07	0,30	0,32	0,41	0,32	0,41	0,32
D	V, 1. ZF	5 (1)	0,23	0,42	0,30 ± 0,03	0,07	0,24	0,30	0,36	0,30	0,36	0,30
E	V, 1. ZF	5 (1)	0,20	0,36	0,27 ± 0,03	0,06	0,21	0,25	0,33	0,25	0,33	0,25
F	V, 1. ZF	5 (1)	0,25	0,41	0,31 ± 0,03	0,06	0,26	0,30	0,37	0,30	0,37	0,30
G	V, 1. ZF	5 (1)	0,23	0,27	0,25 ± 0,01	0,01	0,24	0,25	0,26	0,24	0,25	0,26
H	V, 1. ZF	5 (1)	0,20	0,29	0,25 ± 0,02	0,04	0,21	0,25	0,28	0,21	0,25	0,28
I	V, 1. ZF	5 (1)	0,23	0,39	0,29 ± 0,03	0,06	0,24	0,26	0,34	0,24	0,26	0,34
A	V, 2. ZF	10 (2)	0,27	1,13	0,68 ± 0,07	0,22	0,58	0,68	0,79	0,68	0,79	0,68
B	V, 2. ZF	10 (2)	0,43	0,78	0,60 ± 0,04	0,12	0,49	0,59	0,72	0,49	0,59	0,72
C	V, 2. ZF	10 (2)	0,45	0,75	0,65 ± 0,03	0,09	0,58	0,67	0,72	0,58	0,67	0,72
D	V, 2. ZF	10 (2)	0,56	0,88	0,69 ± 0,04	0,12	0,59	0,66	0,80	0,59	0,66	0,80
E	V, 2. ZF	10 (2)	0,50	0,80	0,63 ± 0,03	0,10	0,56	0,62	0,70	0,56	0,62	0,70
F	V, 2. ZF	10 (2)	0,48	0,79	0,60 ± 0,03	0,09	0,53	0,57	0,66	0,53	0,57	0,66
G	V, 2. ZF	10 (2)	0,48	0,80	0,59 ± 0,03	0,09	0,54	0,57	0,63	0,54	0,57	0,63
H	V, 2. ZF	10 (2)	0,45	0,67	0,59 ± 0,02	0,08	0,54	0,61	0,66	0,54	0,61	0,66
I	V, 2. ZF	10 (2)	0,43	1,18	0,69 ± 0,07	0,21	0,59	0,64	0,75	0,59	0,64	0,75

Tab. 94: Ergänzung Tab. 44: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart * Einstreu des multiplen linearen Regressionsmodells $\ln(1 + \text{Staub})$, Betrieb 2 (a = Die Kovariaten im Modell werden anhand der folgenden Werte berechnet: MW Tagestemperatur: 19,79 °C MW Tagesfeuchtigkeit: 90,78% ; b = Diese Stufenkombination der Faktoren wurde nicht beobachtet, daher ist das entsprechende Grundgesamtheits-Randmittel nicht schätzbar)

Besuchsart	Einstreu	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Kontrolle, 1. Zeitfenster	Gerste	.a,b	.	.	.
	Dinkelspreu	0,59a	0,04	0,52	0,67
	Weizen	0,41a	0,02	0,37	0,45
Kontrolle, 2. Zeitfenster	Gerste	0,62a	0,05	0,54	0,71
	Dinkelspreu	0,55a	0,03	0,48	0,61
	Weizen	0,48a	0,03	0,42	0,54
Versuch, 1. Zeitfenster	Gerste	.a,b	.	.	.
	Dinkelspreu	0,33a	0,04	0,25	0,41
	Weizen	0,47a	0,02	0,43	0,51
Versuch, 2. Zeitfenster	Gerste	.a,b	.	.	.
	Dinkelspreu	0,47a	0,02	0,44	0,51
	Weizen	.a,b	.	.	.

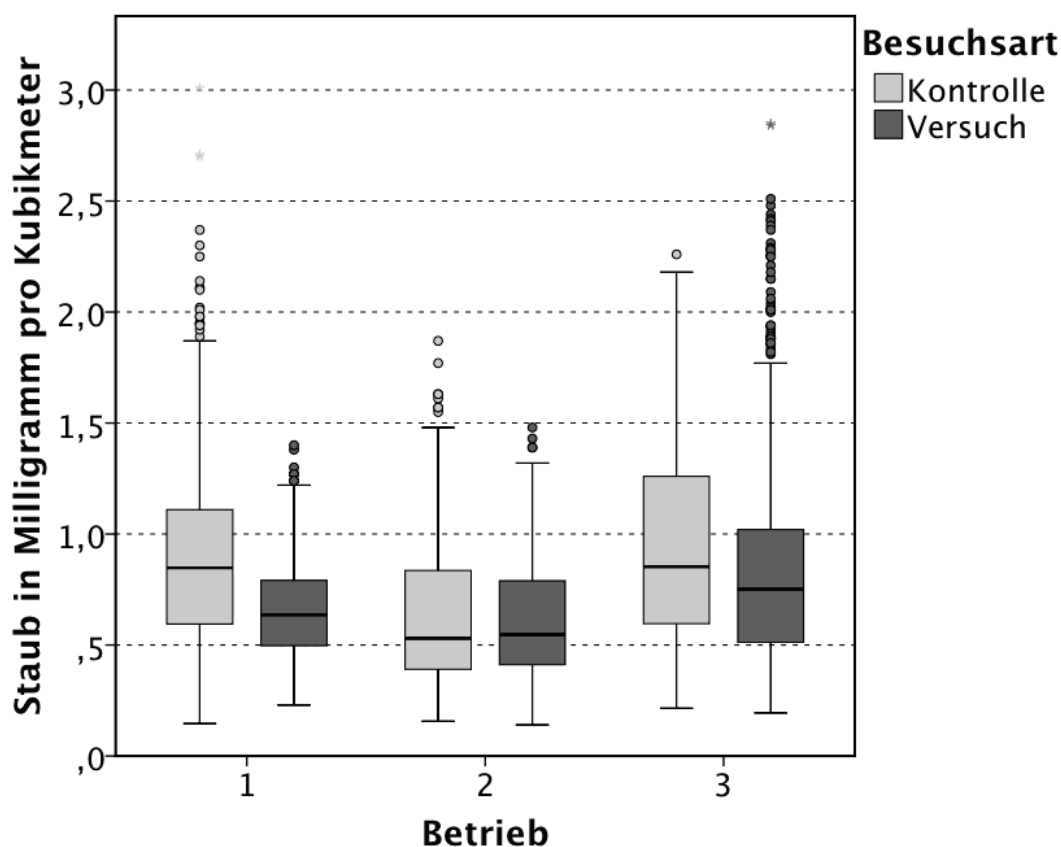


Abb. 44: Übersicht Staub, Betriebe im Vergleich (n = 3425 (= Anzahl an Messungen); Einheit: mg/m^3)

Tab. 95: Ergänzung Abb. 44: Übersicht: Staub, Betriebe im Vergleich (n = Anzahl an Messungen; Einheit: mg/m^3)

		Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3	
		Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
N		560	525	450	450	720	720
MW		0,99	0,65	0,64	0,62	0,94	0,83
SEM		0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
SD		0,83	0,23	0,33	0,27	0,45	0,45
Min.		0,15	0,23	0,16	0,14	0,22	0,19
Max.		9,00	1,40	1,87	1,48	2,26	2,85
Perzentile	25	0,59	0,50	0,39	0,41	0,60	0,51
	50	0,85	0,64	0,53	0,55	0,85	0,75
	75	1,11	0,79	0,84	0,79	1,26	1,02

Tab. 96: Multiples, lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Staub})$, Betriebe im Vergleich
 (Anzahl n = 3425; Anzahl n in der Analyse = 3425; $R^2 = 0,100$ (korrigiertes $R^2 = 0,099$; a = dieser Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter	β	$\exp(\beta)$	SE	p
Intercept	0,64	1,89	0,01	
Betrieb				0,000
Betrieb 1	0,03	1,03	0,12	0,811
Betrieb 2	-0,16	0,85	0,13	0,000
Betrieb 3	.	.	.	.
Besuchsart				0,000
Kontrolle	0a	.	.	.
Versuch	-0,06	0,94	0,00	.
Betrieb * Besuchsart				0,000
Betrieb 1 * Versuch	-0,89	0,41	0,02	0,000
Betrieb 2 * Versuch	0,05	1,05	0,02	0,007
Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.	.

Tab. 97: Ergänzung Tab. 96: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart * Betrieb des multiplen linearen Regressionsmodells $\ln(1 + \text{Staub})$, Betriebe im Vergleich

Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Versuch	1	0,49	0,01	0,48	0,51
	2	0,47	0,01	0,45	0,49
	3	0,58	0,01	0,56	0,60
Kontrolle	1	0,64	0,01	0,62	0,66
	2	0,48	0,01	0,46	0,50
	3	0,64	0,01	0,62	0,65

Tab. 98: Ergänzung Abb. 29: Übersicht: Staub (MW \pm SEM), Betriebe im Vergleich (n = Anzahl an Durchgängen)

Betrieb	Besuchsart	Zeitfenster	n	MW \pm SEM	SD
Betrieb 1	Kontrolle	1. ZF	8	0,90 \pm 0,20	0,58
		2. ZF	8	1,08 \pm 0,21	0,61
	Versuch	1. ZF	8	0,55 \pm 0,05	0,15
		2. ZF	8	0,68 \pm 0,11	0,31
Betrieb 2	Kontrolle	1. ZF	5	0,54 \pm 0,11	0,26
		2. ZF	5	0,74 \pm 0,16	0,37
	Versuch	1. ZF	5	0,53 \pm 0,09	0,19
		2. ZF	5	0,71 \pm 0,15	0,32
Betrieb 3	Kontrolle	1. ZF	8	0,81 \pm 0,15	0,42
		2. ZF	8	1,08 \pm 0,15	0,42
	Versuch	1. ZF	8	0,71 \pm 0,11	0,32
		2. ZF	8	0,96 \pm 0,19	0,53

Tab. 99: Ergänzung Tab. 46: Einfluss des Zeitfensters auf $\ln(1 + \text{Staub})$, Basis für t-Test (n = Anzahl an Durchgängen; Einheit: mg/m³)

Betrieb	Besuchsart	Zeitfenster	n	MW \pm SEM	SD
Betrieb 1	Kontrolle	1. ZF	8	0,61 \pm 0,10	0,27
		2. ZF	8	0,70 \pm 0,09	0,26
	Versuch	1. ZF	8	0,44 \pm 0,03	0,10
		2. ZF	8	0,50 \pm 0,08	0,22
Betrieb 2	Kontrolle	1. ZF	5	0,42 \pm 0,07	0,16
		2. ZF	5	0,54 \pm 0,09	0,20
	Versuch	1. ZF	5	0,42 \pm 0,06	0,12
		2. ZF	5	0,52 \pm 0,08	0,18
Betrieb 3	Kontrolle	1. ZF	8	0,57 \pm 0,08	0,23
		2. ZF	8	0,71 \pm 0,07	0,20
	Versuch	1. ZF	8	0,52 \pm 0,07	0,19
		2. ZF	8	0,64 \pm 0,09	0,24

Tab. 100: Übersicht verwendete Ammoniakmessgeräte

Betrieb:	Besuchs- übersichts- darstellung:	Datum:	Dräger Pac 7000 - Gerät a	Dräger Pac 7000 - Gerät b	Dräger Pac 7000 - Gerät c	Dräger Mini/ Warn - Gerät 4	Dräger Mini/ Warn - Gerät 5	Dräger Mini/ Warn - Gerät d	Dräger Pac III, Gerät 1	Dräger Pac III, Gerät 2	erfolgte Doku- mentation welche Geräte benutzt wurden	Auf Grund mangelnder Doku- mentation können die Ammo- niakwerte nicht mit den ver- wendeten Geräten in Verbin- dung gebracht werden
1	I-K-1	13.05.2008	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	I-K-2	19.05.2008	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
1	I-V-1	03.06.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
1	I-V-2	10.06.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
1	II-K-1	01.07.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
1	II-K-2	08.07.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	II-V-1	22.07.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	II-V-2	29.07.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	III-K-1	19.08.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	III-K-2	25.08.2009	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-
1	III-V-1	11.09.2008	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
1	III-V-2	18.09.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	IV-K-1	02.10.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	IV-K-2	07.10.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	IV-V-1	23.10.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	IV-V-2	30.10.2008	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
1	V-K-1	13.11.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
1	V-K-2	20.11.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
1	V-V-1	16.12.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
1	VI-K-1	08.01.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
1	VI-K-2	13.01.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
1	VI-V-1	27.01.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
1	VI-V-2	03.02.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
1	VII-K-1	24.02.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
1	VII-K-2	02.03.3009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
1	VII-V-1	19.03.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-

Tab. 100: Fortsetzung: Übersicht verwendete Ammoniakmessgeräte

Betrieb:	Besuchs- übersichts- darstellung:	Datum:	Dräger Pac 7000 - Gerät a	Dräger Pac 7000 - Gerät b	Dräger Pac 7000 - Gerät c	Dräger Mini/ Warn - Gerät 4	Dräger Mini/ Warn - Gerät 5	Dräger Mini/ Warn - Gerät d	Dräger Pac III, Gerät 1	Dräger Pac III, Gerät 2	es keine mentation welche benutzt wurden	erfolgte Doku- mentation Geräte in Verbin- dung gebracht werden	Auf Grund mangelnder Doku- mentation können die Ammo- niakwerte nicht mit den ver- wendeten Geräten in Verbin- dung gebracht werden
1	VII-V-2	26.03.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
1	VIII-K-1	09.04.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
1	VIII-K-2	17.04.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
1	VIII-V-1	07.05.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
1	VIII-V-2	14.05.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	I-K-1	16.12.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	I-K-2	13.12.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
2	I-V-1	16.01.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	I-V-2	23.01.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	II-V-1	14.02.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	II-V-2	20.02.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	II-K-1	07.03.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	II-K-2	14.03.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	III-V-1	01.04.2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
2	III-V-2	07.04.2009	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
2	III-K-2	01.05.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	IV-V-1	19.05.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	IV-V-2	26.05.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
2	IV-K-1	12.06.2009	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-
2	IV-K-2	20.06.2009	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-
2	V-V-1	03.07.2009	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-
2	V-V-2	10.07.2009	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-
2	V-K-1	24.07.2009	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-
2	V-K-2	31.07.2009	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-
3	I-K-1	13.02.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-

Tab. 100: Fortsetzung: Übersicht verwendete Ammoniakmessgeräte

Betrieb:	Besuchs- übersichts- darstellung:	Datum:	Dräger Pac 7000 - Gerät a	Dräger Pac 7000 - Gerät b	Dräger Pac 7000 - Gerät c	Dräger Mini/ Warm - Gerät 4	Dräger Mini/ Warm - Gerät 5	Dräger Mini/ Warm - Gerät d	Dräger Pac III, Gerät 1	Dräger Pac III, Gerät 2	Dräger Pac III, Gerät 2	es keine Doku- mentation welche Geräte benutzt wurden	erfolgte Doku- mentation Geräte benutzt wurden	Auf Grund mangelnder Doku- mentation können die Ammo- niakwerte nicht mit den ver- wendeten Geräten in Verbin- dung gebracht werden
3	I-K-2	20.02.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
3	I-V-1	04.04.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
3	I-V-2	10.04.2008	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
3	II-K-1	26.04.2008	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	II-K-2	03.05.2008	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	II-V-1	21.05.2008	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	II-V-2	27.05.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	III-K-1	13.06.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
3	III-K-2	20.06.2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	III-V-1	07.10.2008	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	III-V-2	14.10.2008	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	IV-K-1	29.10.2008	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	IV-K-2	04.11.2008	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	IV-V-1	18.11.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	IV-V-2	25.11.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	V-K-1	05.12.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	V-K-2	12.12.2008	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
3	V-V-1	13.02.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
3	V-V-2	18.02.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
3	VI-K-1	06.03.2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
3	VI-K-2	14.03.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
3	VI-V-1	31.03.2009	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
3	VI-V-2	08.04.2009	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
3	VII-K-1	28.04.2009	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
3	VII-K-2	05.05.2009	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
3	VII-V-1	20.05.2009	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
3	VII-V-2	27.05.2009	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-

Tab. 100: Fortsetzung: Übersicht verwendete Ammoniakmessgeräte

Betrieb:	Besuchs- übersichts- darstellung:	Datum:	Dräger Pac 7000 - Gerät a	Dräger Pac 7000 - Gerät b	Dräger Pac 7000 - Gerät c	Dräger Mini/ Warn - Gerät 4	Dräger Mini/ Warn - Gerät 5	Dräger Mini/ Warn - Gerät d	Dräger Pac III, Gerät 1	Dräger Pac III, Gerät 2	es keine mentation welche benutzt wurden	erfolgte Doku- mentation Geräte	Auf Grund mangelnder Doku- mentation können die Ammo- niakwerte nicht mit den ver- wendeten Geräten in Verbin- dung gebracht werden
3	VIII-K-1	11.06.2009	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-
3	VIII-K-2	19.06.2009	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-
3	VIII-V-1	03.07.2009	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-
3	VIII-V-2	09.07.2009	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-

Tab. 101: Ergänzung Abb. 30: Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen unter 15 °C							Temperaturen zwischen 15 und 20 °C								
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile			N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile		
							25	50	75						25	50	75
A	K, 1. ZF	15 (3)	2,00	17,50	7,17 ± 1,32	5,09	4,00	5,00	13,00	10 (2)	5,00	11,00	7,95 ± 0,76	2,41	5,00	8,25	10,25
B	K, 1. ZF	15 (3)	2,00	16,50	6,97 ± 1,26	4,87	4,00	4,00	13,00	10 (2)	4,00	10,00	7,35 ± 0,73	2,32	5,25	8,00	9,25
C	K, 1. ZF	15 (3)	3,00	15,50	7,23 ± 1,23	4,77	4,00	5,00	14,00	10 (2)	4,00	10,00	7,90 ± 0,69	2,17	6,13	8,75	10,00
D	K, 1. ZF	15 (3)	3,00	15,50	7,23 ± 1,25	4,85	4,00	4,00	13,50	10 (2)	4,50	11,00	7,95 ± 0,78	2,48	5,75	8,50	10,00
E	K, 1. ZF	15 (3)	3,00	15,50	6,97 ± 1,24	4,82	3,00	4,00	13,00	10 (2)	2,00	9,00	6,20 ± 0,84	2,67	3,88	6,50	9,00
F	K, 1. ZF	15 (3)	3,00	15,00	6,97 ± 1,19	4,60	3,00	5,00	12,00	10 (2)	1,50	8,00	4,75 ± 0,86	2,71	1,88	4,75	7,25
G	K, 1. ZF	15 (3)	2,00	15,00	7,17 ± 1,19	4,62	4,00	5,00	12,00	10 (2)	3,00	11,00	6,00 ± 0,89	2,82	3,75	4,75	9,00
A	K, 2. ZF	20 (4)	0,00	21,50	7,28 ± 1,36	6,09	4,00	5,50	7,00	20 (4)	3,00	14,50	7,80 ± 0,76	3,42	5,00	7,50	10,13
B	K, 2. ZF	20 (4)	0,00	20,50	7,10 ± 1,31	5,84	4,13	5,00	6,75	20 (4)	4,00	13,50	7,63 ± 0,66	2,93	5,00	7,00	9,88
C	K, 2. ZF	20 (4)	2,00	21,00	7,33 ± 1,28	5,74	3,63	5,50	6,75	20 (4)	4,00	14,50	7,75 ± 0,70	3,11	5,00	7,00	10,13
D	K, 2. ZF	20 (4)	2,00	20,50	7,35 ± 1,18	5,29	4,13	5,50	7,00	20 (4)	4,00	14,50	7,73 ± 0,66	2,97	5,13	7,50	9,88
E	K, 2. ZF	20 (4)	1,00	20,50	7,18 ± 1,18	5,29	4,00	5,00	9,75	20 (4)	3,00	12,00	6,33 ± 0,57	2,55	4,13	5,50	8,88
F	K, 2. ZF	20 (4)	2,00	18,50	6,75 ± 1,12	4,99	3,63	5,00	9,75	20 (4)	1,50	10,00	5,28 ± 0,53	2,37	3,13	5,00	7,00
G	K, 2. ZF	20 (4)	2,00	18,50	6,65 ± 1,11	4,96	3,00	5,00	10,50	20 (4)	2,00	10,00	5,80 ± 0,50	2,21	4,00	5,00	7,88
A	V, 1. ZF	15 (3)	3,50	16,50	9,23 ± 1,08	4,18	6,50	7,50	14,00	10 (2)	2,00	8,00	4,85 ± 0,56	1,76	3,88	4,50	6,25
B	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	16,50	9,07 ± 1,08	4,17	6,00	7,50	13,00	10 (2)	3,00	6,00	4,45 ± 0,31	0,98	3,88	4,25	5,25
C	V, 1. ZF	15 (3)	5,50	17,00	9,33 ± 1,02	3,97	6,50	7,50	12,50	10 (2)	3,50	7,00	4,75 ± 0,34	1,06	4,00	4,50	5,25
D	V, 1. ZF	15 (3)	4,50	17,00	9,13 ± 1,04	4,03	6,50	7,50	13,50	10 (2)	2,00	6,00	4,50 ± 0,41	1,29	3,88	4,25	6,00
E	V, 1. ZF	15 (3)	4,50	15,50	8,70 ± 0,94	3,63	6,00	7,00	12,50	10 (2)	1,00	5,00	3,55 ± 0,34	1,07	3,00	4,00	4,00
F	V, 1. ZF	15 (3)	4,50	14,50	8,00 ± 0,82	3,16	5,50	7,00	11,00	10 (2)	1,00	4,50	3,15 ± 0,31	0,97	2,88	3,00	4,00
G	V, 1. ZF	15 (3)	4,50	13,50	7,73 ± 0,76	2,96	5,00	7,00	11,00	10 (2)	2,00	5,00	3,45 ± 0,33	1,04	2,50	3,25	4,25
A	V, 2. ZF	15 (3)	3,00	8,00	6,03 ± 0,40	1,55	5,00	6,00	7,00	5 (1)	7,00	8,00	7,40 ± 0,24	0,55	7,00	7,00	8,00
B	V, 2. ZF	15 (3)	3,00	9,00	5,83 ± 0,35	1,35	5,00	6,00	6,50	5 (1)	6,00	8,00	6,80 ± 0,37	0,84	6,00	7,00	7,50
C	V, 2. ZF	15 (3)	3,00	9,00	5,83 ± 0,39	1,50	5,00	6,00	7,00	5 (1)	5,00	8,00	6,60 ± 0,51	1,14	5,50	7,00	7,50
D	V, 2. ZF	15 (3)	3,00	8,00	5,53 ± 0,31	1,22	5,00	6,00	6,50	5 (1)	6,00	7,00	6,20 ± 0,20	0,45	6,00	6,00	6,50
E	V, 2. ZF	15 (3)	3,00	8,00	4,93 ± 0,30	1,16	4,00	5,00	5,50	5 (1)	4,00	6,00	5,20 ± 0,37	0,84	4,50	5,00	6,00
F	V, 2. ZF	15 (3)	0,00	5,00	3,63 ± 0,31	1,22	3,00	4,00	4,00	5 (1)	4,00	5,00	4,20 ± 0,20	0,45	4,00	4,00	4,50
G	V, 2. ZF	15 (3)	2,50	5,00	3,77 ± 0,19	0,75	3,00	4,00	4,00	5 (1)	4,00	5,00	4,40 ± 0,24	0,55	4,00	4,00	5,00

Fortsetzung Tab. 101: Ergänzung Abb. 30: Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 1

Messpunkt	Besuchsart	N	Temperaturen über 20 °C						
			Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile		
							25	50	75
A	K, 1. ZF	10 (2)	3,00	11,00	7,60 ± 0,82	2,60	5,75	8,25	9,50
B	K, 1. ZF	10 (2)	4,50	10,00	6,85 ± 0,55	1,73	5,38	6,75	7,88
C	K, 1. ZF	10 (2)	5,00	11,00	6,85 ± 0,55	1,73	6,00	6,00	8,00
D	K, 1. ZF	10 (2)	5,50	11,00	6,60 ± 0,54	1,71	5,50	6,00	7,13
E	K, 1. ZF	10 (2)	5,00	6,50	5,60 ± 0,18	0,57	5,00	5,75	6,00
F	K, 1. ZF	10 (2)	2,00	5,00	3,75 ± 0,28	0,89	3,00	4,00	4,50
G	K, 1. ZF	10 (2)	3,50	6,00	4,55 ± 0,30	0,96	3,50	4,50	5,50
A	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
B	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
C	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
D	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
E	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
G	K, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
A	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	5,00	4,50 ± 0,39	0,87	3,75	5,00	5,00
B	V, 1. ZF	5 (1)	3,50	5,00	4,30 ± 0,30	0,67	3,75	4,00	5,00
C	V, 1. ZF	5 (1)	3,50	5,00	4,00 ± 0,27	0,61	3,50	4,00	4,50
D	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	5,00	3,80 ± 0,34	0,76	3,25	3,50	4,50
E	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	4,00	3,40 ± 0,24	0,55	3,00	3,00	4,00
F	V, 1. ZF	5 (1)	2,50	3,00	2,90 ± 0,10	0,22	2,75	3,00	3,00
G	V, 1. ZF	5 (1)	2,50	3,00	2,90 ± 0,10	0,22	2,75	3,00	3,00
A	V, 2. ZF	10 (2)	3,00	7,00	5,35 ± 0,40	1,27	4,63	5,75	6,13
B	V, 2. ZF	10 (2)	4,00	8,50	5,75 ± 0,41	1,30	4,75	6,00	6,13
C	V, 2. ZF	10 (2)	4,00	7,50	5,75 ± 0,35	1,11	4,88	6,00	6,63
D	V, 2. ZF	10 (2)	4,50	7,50	5,80 ± 0,30	0,95	5,25	5,75	6,25
E	V, 2. ZF	10 (2)	4,00	6,00	4,95 ± 0,24	0,76	4,38	4,75	5,63
F	V, 2. ZF	10 (2)	3,00	4,50	3,80 ± 0,17	0,54	3,38	4,00	4,13
G	V, 2. ZF	10 (2)	3,00	6,00	4,55 ± 0,27	0,86	4,00	4,50	5,13

Tab. 102: Ergänzung Abb. 31: Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 2

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen unter 15 °C							Temperaturen zwischen 15 und 20 °C								
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile			N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile		
							25	50	75						25	50	75
A	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	2,00	6,50	5,00 ± 0,79	1,77	3,50	5,50	6,25
B	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,00	6,00	5,10 ± 0,33	0,74	4,50	5,00	5,75
C	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,00	6,00	5,00 ± 0,35	0,79	4,25	5,00	5,75
D	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,50	6,00	5,10 ± 0,29	0,65	4,50	5,00	5,75
E	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,00	5,50	4,90 ± 0,29	0,65	4,25	5,00	5,50
F	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,00	5,50	4,80 ± 0,25	0,57	4,25	5,00	5,25
G	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,50	5,00	4,90 ± 0,10	0,22	4,75	5,00	5,00
H	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	4,00	5,50	4,90 ± 0,29	0,65	4,25	5,00	5,50
I	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	0,00	6,00	4,20 ± 1,07	2,39	2,50	5,00	5,50
A	K, 2. ZF	5 (1)	4,50	9,00	7,20 ± 0,85	1,89	5,50	7,00	9,00	10 (2)	2,00	7,00	4,90 ± 0,60	1,91	3,00	6,00	6,25
B	K, 2. ZF	5 (1)	5,00	9,00	7,10 ± 0,71	1,60	5,50	7,50	8,50	10 (2)	3,00	7,00	5,10 ± 0,57	1,79	3,00	5,00	7,00
C	K, 2. ZF	5 (1)	6,00	8,50	7,20 ± 0,46	1,04	6,25	7,00	8,25	10 (2)	2,00	7,00	5,00 ± 0,58	1,83	3,00	6,00	6,25
D	K, 2. ZF	5 (1)	6,00	9,00	7,70 ± 0,58	1,30	6,50	7,50	9,00	10 (2)	3,00	8,00	5,60 ± 0,52	1,65	4,00	5,50	7,00
E	K, 2. ZF	5 (1)	7,00	9,50	8,20 ± 0,46	1,04	7,25	8,00	9,25	10 (2)	3,00	9,00	6,20 ± 0,55	1,75	5,00	6,50	7,25
F	K, 2. ZF	5 (1)	5,50	9,00	7,40 ± 0,73	1,64	5,75	7,50	9,00	10 (2)	2,00	8,00	5,50 ± 0,60	1,90	4,00	5,50	7,25
G	K, 2. ZF	5 (1)	5,50	9,00	7,50 ± 0,72	1,62	5,75	8,50	8,75	10 (2)	0,00	8,00	5,00 ± 0,68	2,16	4,00	5,00	6,25
H	K, 2. ZF	5 (1)	5,00	9,00	7,40 ± 0,73	1,64	5,75	8,00	8,75	10 (2)	2,00	8,00	5,30 ± 0,56	1,77	4,00	5,00	7,00
I	K, 2. ZF	5 (1)	5,50	9,00	7,70 ± 0,66	1,48	6,25	8,00	9,00	10 (2)	2,00	7,00	5,60 ± 0,56	1,78	4,00	6,50	7,00
A	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	5,00	16,00	10,55 ± 1,37	4,32	6,38	10,50	14,38
B	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	5,50	15,50	10,70 ± 1,36	4,30	6,38	11,00	14,75
C	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	5,50	15,00	10,50 ± 1,27	4,01	6,38	11,00	14,50
D	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	6,00	16,50	10,65 ± 1,32	4,18	6,38	10,75	14,50
E	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	6,00	17,00	10,75 ± 1,25	3,97	6,88	10,50	14,13
F	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	6,00	15,00	10,20 ± 1,06	3,34	7,13	10,25	13,13
G	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	6,00	15,00	10,00 ± 1,03	3,27	7,13	10,00	13,00
H	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	6,00	15,50	10,20 ± 1,07	3,38	7,00	9,75	12,88
I	V, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	10 (2)	5,50	14,50	9,80 ± 1,00	3,16	7,00	9,25	12,63
A	V, 2. ZF	5 (1)	10,00	22,00	16,40 ± 2,27	5,07	11,75	15,50	21,50	10 (2)	3,00	10,50	6,10 ± 0,63	1,98	5,00	6,00	7,13
B	V, 2. ZF	5 (1)	12,00	19,50	15,40 ± 1,43	3,19	12,75	14,00	18,75	10 (2)	4,00	10,00	6,05 ± 0,58	1,85	5,00	5,25	7,63
C	V, 2. ZF	5 (1)	13,00	19,50	15,60 ± 1,28	2,86	13,00	15,00	18,50	10 (2)	5,00	8,00	6,00 ± 0,41	1,31	5,00	5,25	7,63
D	V, 2. ZF	5 (1)	12,00	19,00	15,50 ± 1,38	3,08	12,25	17,00	18,00	10 (2)	5,00	8,00	6,10 ± 0,40	1,26	5,00	5,75	7,63
E	V, 2. ZF	5 (1)	7,50	20,50	15,60 ± 2,58	5,77	9,50	19,00	20,00	10 (2)	4,00	8,50	6,15 ± 0,50	1,58	4,88	6,00	8,00
F	V, 2. ZF	5 (1)	6,00	19,00	14,20 ± 2,42	5,42	8,75	16,50	18,50	10 (2)	4,00	8,00	5,65 ± 0,47	1,49	4,00	5,25	7,00
G	V, 2. ZF	5 (1)	6,00	20,50	14,70 ± 2,59	5,79	9,00	16,50	19,50	10 (2)	3,00	8,00	5,35 ± 0,49	1,55	4,00	5,25	6,63
H	V, 2. ZF	5 (1)	5,50	20,00	14,30 ± 2,70	6,03	8,50	15,00	19,75	10 (2)	3,00	8,00	4,75 ± 0,56	1,77	3,00	4,00	6,50
I	V, 2. ZF	5 (1)	6,00	19,50	14,00 ± 2,46	5,50	8,75	14,50	19,00	10 (2)	2,00	7,00	4,20 ± 0,55	1,74	3,00	3,25	6,00

Fortsetzung Tab. 102: Ergänzung Abb. 31: Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 2

Messpunkt	Besuchsart	N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Temperaturen über 20 °C		
							Perzentile		
							25	50	75
A	K, 1. ZF	15 (3)	0,00	10,00	4,33 ± 0,72	2,79	3,00	3,00	6,00
B	K, 1. ZF	15 (3)	0,00	10,00	4,20 ± 0,70	2,70	3,00	3,00	6,00
C	K, 1. ZF	15 (3)	2,00	10,00	4,20 ± 0,66	2,54	2,00	3,00	5,00
D	K, 1. ZF	15 (3)	2,00	10,00	4,20 ± 0,69	2,68	2,00	3,00	5,00
E	K, 1. ZF	15 (3)	3,00	10,00	4,67 ± 0,60	2,32	3,00	4,00	6,00
F	K, 1. ZF	15 (3)	0,00	11,00	3,93 ± 0,78	3,03	2,00	3,00	5,00
G	K, 1. ZF	15 (3)	0,00	11,00	3,80 ± 0,88	3,43	2,00	3,00	6,00
H	K, 1. ZF	15 (3)	0,00	10,00	3,73 ± 0,83	3,20	2,00	2,00	6,00
I	K, 1. ZF	15 (3)	0,00	11,00	4,20 ± 0,86	3,34	2,00	3,00	6,00
<hr/>									
A	K, 2. ZF	10 (2)	5,00	8,00	6,30 ± 0,26	0,82	6,00	6,00	7,00
B	K, 2. ZF	10 (2)	3,00	6,00	5,00 ± 0,33	1,05	4,00	5,00	6,00
C	K, 2. ZF	10 (2)	4,00	6,00	4,80 ± 0,25	0,79	4,00	5,00	5,25
D	K, 2. ZF	10 (2)	4,00	7,00	5,30 ± 0,30	0,95	4,75	5,00	6,00
E	K, 2. ZF	10 (2)	4,00	10,00	6,00 ± 0,58	1,73	5,00	6,00	6,50
F	K, 2. ZF	10 (2)	4,00	9,00	6,20 ± 0,49	1,55	5,00	6,00	7,25
G	K, 2. ZF	10 (2)	3,00	10,00	5,60 ± 0,60	1,90	4,75	5,00	6,25
H	K, 2. ZF	10 (2)	4,00	9,00	5,10 ± 0,48	1,52	4,00	5,00	5,25
I	K, 2. ZF	10 (2)	3,00	10,00	6,30 ± 0,78	2,45	4,75	5,00	9,00
<hr/>									
A	V, 1. ZF	15 (3)	2,00	11,00	6,10 ± 0,74	2,87	3,00	7,00	8,00
B	V, 1. ZF	15 (3)	0,00	10,00	6,20 ± 0,83	3,23	3,00	7,00	9,00
C	V, 1. ZF	15 (3)	0,00	11,00	6,33 ± 0,86	3,35	3,00	7,00	9,00
D	V, 1. ZF	15 (3)	2,00	11,50	6,87 ± 0,80	3,08	3,00	7,50	9,50
E	V, 1. ZF	15 (3)	2,00	11,00	6,81 ± 0,73	2,90	3,75	8,00	8,75
F	V, 1. ZF	15 (3)	0,00	12,00	6,53 ± 0,91	3,53	3,00	7,50	9,00
G	V, 1. ZF	15 (3)	0,00	10,50	5,43 ± 0,77	2,99	2,00	6,00	7,50
H	V, 1. ZF	15 (3)	0,00	11,00	5,03 ± 0,77	2,97	2,00	5,00	7,00
I	V, 1. ZF	15 (3)	2,00	9,50	5,13 ± 0,64	2,47	2,00	5,00	7,00
<hr/>									
A	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
B	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
C	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
D	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
E	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
G	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
H	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-
I	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 103: Ergänzung Abb. 32: Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen unter 15 °C										Temperaturen zwischen 15 und 20 °C									
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile			N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile						
							25	50	75						25	50	75				
A	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	2,00	13,00	7,18 ± 0,70	3,50	4,00	7,50	9,75			
B	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	2,00	13,00	7,04 ± 0,66	3,29	4,00	7,00	9,00			
C	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	3,00	13,00	7,08 ± 0,66	3,29	4,00	7,00	9,75			
D	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	2,00	13,50	7,32 ± 0,72	3,58	4,00	7,00	10,00			
E	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	3,00	14,00	7,50 ± 0,70	3,48	4,00	8,00	10,25			
F	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	3,00	13,50	7,18 ± 0,73	3,66	3,50	7,00	10,25			
G	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	0,00	14,50	7,12 ± 0,82	4,10	3,00	7,50	10,00			
H	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	0,00	14,50	7,10 ± 0,86	4,30	3,00	7,50	10,00			
I	K, 1. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 (5)	2,00	14,50	7,58 ± 0,82	4,09	3,50	7,50	11,00			
A	K, 2. ZF	5 (1)	4,50	12,50	9,90 ± 1,39	3,11	7,50	11,00	11,75	15 (3)	3,00	13,50	6,47 ± 0,88	3,43	4,00	5,00	10,00				
B	K, 2. ZF	5 (1)	7,50	12,00	10,20 ± 0,78	1,75	8,75	10,00	11,75	15 (3)	3,00	12,00	6,63 ± 0,80	3,09	4,00	6,00	10,00				
C	K, 2. ZF	5 (1)	9,00	12,50	10,40 ± 0,62	1,39	9,25	10,00	11,75	15 (3)	3,00	12,00	6,50 ± 0,86	3,34	4,00	6,00	9,00				
D	K, 2. ZF	5 (1)	10,00	13,00	10,90 ± 0,53	1,19	10,25	10,50	11,75	15 (3)	2,00	12,00	6,97 ± 0,81	3,14	5,00	7,00	9,50				
E	K, 2. ZF	5 (1)	9,50	12,50	10,50 ± 0,52	1,17	9,75	10,00	11,50	15 (3)	3,00	12,00	6,77 ± 0,86	3,33	4,00	6,00	10,00				
F	K, 2. ZF	5 (1)	8,50	12,50	10,10 ± 0,70	1,56	8,75	10,00	11,50	15 (3)	3,00	14,00	6,77 ± 1,00	3,87	3,00	5,00	10,50				
G	K, 2. ZF	5 (1)	8,00	12,00	10,10 ± 0,75	1,67	8,50	10,00	11,75	15 (3)	2,00	12,50	6,60 ± 0,97	3,75	4,00	5,00	10,50				
H	K, 2. ZF	5 (1)	8,00	13,00	10,70 ± 0,99	2,22	8,75	10,00	13,00	15 (3)	3,00	14,00	6,93 ± 1,08	4,17	3,00	6,00	12,00				
I	K, 2. ZF	5 (1)	9,00	13,00	10,90 ± 0,78	1,75	9,50	10,00	12,75	15 (3)	3,00	16,00	8,33 ± 1,21	4,67	4,00	7,00	13,00				
A	V, 1. ZF	15 (3)	3,00	12,00	7,83 ± 0,72	2,80	6,00	7,00	11,00	10 (2)	0,00	16,50	8,45 ± 2,03	6,41	2,75	8,75	14,50				
B	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	11,00	7,40 ± 0,69	2,66	5,00	7,00	10,50	10 (2)	2,00	14,00	7,75 ± 1,51	4,77	3,00	8,50	12,13				
C	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	12,00	7,50 ± 0,79	3,04	4,50	6,50	11,00	10 (2)	3,00	15,50	7,85 ± 1,49	4,71	3,00	7,75	11,63				
D	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	14,00	7,90 ± 0,79	3,05	5,50	7,00	10,50	10 (2)	3,00	14,50	8,65 ± 1,42	4,48	4,75	8,50	12,63				
E	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	13,00	7,73 ± 0,73	2,81	6,00	7,00	10,50	10 (2)	2,00	16,00	8,30 ± 1,67	5,27	3,00	8,00	12,38				
F	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	11,00	7,23 ± 0,57	2,20	6,00	6,50	10,00	10 (2)	3,00	16,00	8,45 ± 1,72	5,43	3,00	8,00	13,13				
G	V, 1. ZF	15 (3)	4,00	11,00	7,07 ± 0,62	2,38	5,00	6,50	10,00	10 (2)	2,00	15,00	8,45 ± 1,73	5,47	3,00	8,00	13,75				
H	V, 1. ZF	15 (3)	5,00	11,50	7,63 ± 0,59	2,27	6,00	6,50	10,00	10 (2)	3,00	14,00	8,15 ± 1,54	4,88	3,75	7,75	12,50				
I	V, 1. ZF	15 (3)	5,00	11,00	7,40 ± 0,64	2,47	5,50	6,00	10,50	10 (2)	3,00	16,00	8,90 ± 1,86	5,90	3,00	8,00	15,00				
A	V, 2. ZF	10 (2)	1,00	14,00	8,90 ± 1,26	4,00	6,50	8,25	12,63	10 (2)	0,00	5,00	3,30 ± 0,47	1,49	2,75	3,50	4,25				
B	V, 2. ZF	10 (2)	4,00	13,50	9,10 ± 0,99	3,13	6,75	8,50	12,13	10 (2)	0,00	5,00	3,50 ± 0,45	1,43	3,00	4,00	4,25				
C	V, 2. ZF	10 (2)	4,00	14,50	9,50 ± 1,09	3,46	6,38	9,25	12,63	10 (2)	0,00	5,00	3,60 ± 0,43	1,35	3,75	4,00	4,00				
D	V, 2. ZF	10 (2)	6,00	14,00	9,85 ± 1,02	3,24	6,38	10,00	12,88	10 (2)	2,00	6,00	3,90 ± 0,38	1,20	3,00	4,00	5,00				
E	V, 2. ZF	10 (2)	5,00	12,50	9,35 ± 0,88	2,79	7,13	9,75	12,13	10 (2)	3,00	6,00	4,00 ± 0,33	1,05	3,00	4,00	5,00				
F	V, 2. ZF	10 (2)	5,00	12,50	9,25 ± 0,88	2,79	7,00	9,25	12,00	10 (2)	2,00	7,00	3,30 ± 0,50	1,57	2,00	3,00	3,50				
G	V, 2. ZF	10 (2)	5,00	12,00	8,85 ± 0,88	2,78	6,38	9,25	11,25	10 (2)	2,00	5,00	2,80 ± 0,29	0,92	2,00	3,00	3,00				
H	V, 2. ZF	10 (2)	5,00	12,00	8,90 ± 0,87	2,77	6,00	9,00	11,63	10 (2)	0,00	3,00	2,00 ± 0,37	1,15	1,50	2,00	3,00				
I	V, 2. ZF	10 (2)	5,00	12,00	8,65 ± 0,94	2,97	5,75	9,00	11,50	10 (2)	2,00	3,00	2,80 ± 0,13	0,42	2,75	3,00	3,00				

Fortsetzung Tab. 103: Ergänzung Abb. 32: Ammoniakwerte in Abhängigkeit von der Temperatur, Betrieb 3

Messpunkt	Besuchsart	Temperaturen über 20 °C									
		N	Min	Max	MW ± SEM	SD	Perzentile				
							25	50	75		
A	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	V, 2. ZF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	K, 2. ZF	5 (1)	3,00	5,00	3,60 ± 0,40	0,89	3,00	3,00	3,00	4,50	4,50
B	K, 2. ZF	5 (1)	3,00	5,00	4,00 ± 0,32	0,71	3,50	4,00	4,00	4,50	4,50
C	K, 2. ZF	5 (1)	4,00	6,00	4,80 ± 0,37	0,84	4,00	4,00	5,00	5,00	5,50
D	K, 2. ZF	5 (1)	4,00	6,00	5,00 ± 0,32	0,71	4,50	4,50	5,00	5,00	5,50
E	K, 2. ZF	5 (1)	4,00	6,00	4,80 ± 0,37	0,84	4,00	4,00	5,00	5,00	5,50
F	K, 2. ZF	5 (1)	3,00	7,00	4,60 ± 0,68	1,52	3,50	4,00	4,00	6,00	6,00
G	K, 2. ZF	5 (1)	2,00	7,00	4,20 ± 0,86	1,92	2,50	4,00	4,00	6,00	6,00
H	K, 2. ZF	5 (1)	0,00	7,00	3,80 ± 1,16	2,59	1,50	4,00	4,00	6,00	6,00
I	K, 2. ZF	5 (1)	2,00	5,00	3,60 ± 0,51	1,14	2,50	4,00	4,00	4,50	4,50
A	V, 1. ZF	5 (1)	0,00	5,00	3,40 ± 0,87	1,95	2,00	4,00	4,00	4,50	4,50
B	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	5,00	3,80 ± 0,32	0,84	3,00	4,00	4,00	4,50	4,50
C	V, 1. ZF	5 (1)	2,00	4,00	3,60 ± 0,40	0,89	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00
D	V, 1. ZF	5 (1)	2,00	5,00	3,80 ± 0,49	1,10	3,00	4,00	4,00	4,50	4,50
E	V, 1. ZF	5 (1)	4,00	4,00	4,00 ± 0,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
F	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	4,00	3,80 ± 0,20	0,45	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00
G	V, 1. ZF	5 (1)	4,00	4,00	4,00 ± 0,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
H	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	4,00	3,60 ± 0,24	0,55	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00
I	V, 1. ZF	5 (1)	3,00	4,00	3,40 ± 0,24	0,55	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00
A	V, 2. ZF	10 (2)	0,00	10,50	6,40 ± 1,27	4,03	2,75	7,00	7,00	10,13	10,13
B	V, 2. ZF	10 (2)	0,00	11,00	6,70 ± 1,25	3,97	3,75	6,75	6,75	10,63	10,63
C	V, 2. ZF	10 (2)	0,00	12,00	7,20 ± 1,29	4,07	4,00	7,50	7,50	10,63	10,63
D	V, 2. ZF	10 (2)	3,00	12,00	7,80 ± 1,17	3,70	4,75	7,25	7,25	11,63	11,63
E	V, 2. ZF	10 (2)	3,00	12,50	7,40 ± 1,16	3,67	4,00	7,50	7,50	10,50	10,50
F	V, 2. ZF	10 (2)	3,00	13,00	7,10 ± 1,22	3,86	3,75	6,25	6,25	10,63	10,63
G	V, 2. ZF	10 (2)	2,00	10,50	6,25 ± 1,06	3,35	3,00	5,75	5,75	9,63	9,63
H	V, 2. ZF	10 (2)	2,00	10,00	5,75 ± 1,03	3,24	3,00	4,75	4,75	9,00	9,00
I	V, 2. ZF	10 (2)	2,00	11,00	5,80 ± 1,07	3,37	3,00	4,75	4,75	9,13	9,13

Tab. 104: Ergänzung Tab. 48: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart * Einstreu des multiplen linearen Regressionsmodells $\ln(1 + \text{Ammoniak})$ (a = Die Kovariaten im Modell werden anhand der folgenden Werte berechnet: MW Tagestemperatur: 19,79 °C MW Tagesfeuchtigkeit: 90,78% ; b = Diese Stufenkombination der Faktoren wurde nicht beobachtet, daher ist das entsprechende Grundgesamtheits-Randmittel nicht schätzbar)

Besuchsart	Einstreu	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Kontrolle, 1. Zeitfenster	Gerste	.a,b	.	.	.
	Dinkelspreu	1,83a	0,13	1,58	2,09
	Weizen	1,72a	0,08	1,56	1,88
Kontrolle, 2. Zeitfenster	Gerste	1,68a	0,16	1,36	2,00
	Dinkelspreu	1,51a	0,11	1,29	1,71
	Weizen	1,64a	0,124	1,40	1,88
Versuch, 1. Zeitfenster	Gerste	.a,b	.	.	.
	Dinkelspreu	1,36a	0,14	1,10	1,63
	Weizen	2,28a	0,06	2,15	2,40
Versuch, 2. Zeitfenster	Gerste	.a,b	.	.	.
	Dinkelspreu	2,04a	0,09	1,86	2,21
	Weizen	.a,b	.	.	.

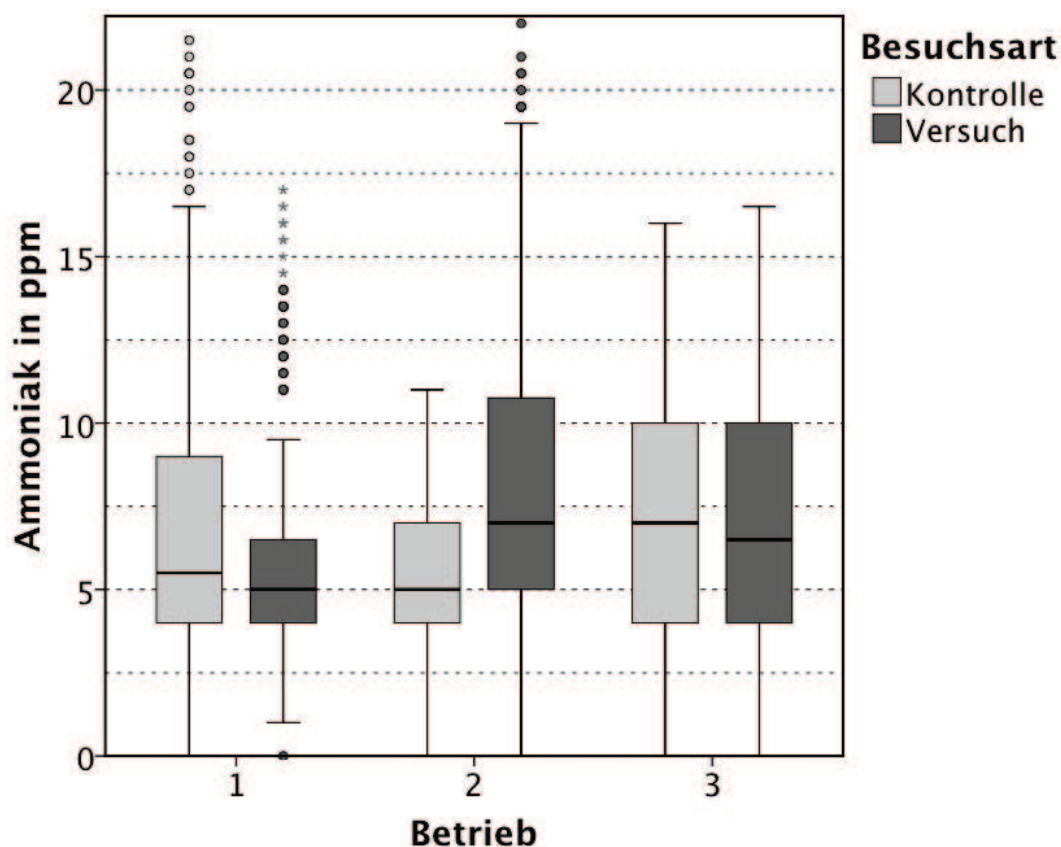


Abb. 45: Übersicht Ammoniak, Betriebe im Vergleich (n = 2905 (Anzahl an durchgeführten Messungen); Einheit: ppm)

Tab. 105: Ergänzung Abb. 45: Übersicht: Ammoniak, Betriebe im Vergleich (n = Anzahl an durchgeführten Messungen: Einheit: ppm)

		Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3	
		Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
N		525	490	405	360	495	630
MW		6,86	5,57	5,19	8,15	7,35	6,89
SEM		0,17	0,12	0,11	0,24	0,16	0,14
SD		3,98	2,70	2,29	4,53	3,54	3,55
Min.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max.		21,50	17,00	11,00	22,00	16,00	16,50
Perzentile	25	4,00	4,00	3,50	5,00	4,00	4,00
	50	5,50	5,00	5,00	7,00	7,00	6,50
	75	9,00	6,50	7,00	10,88	10,00	10,00

Tab. 106: Multiples, lineares Regressionsmodell $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betriebe im Vergleich
 (Anzahl n = 2905; Anzahl n in der Analyse = 2905; $R^2 = 0,050$ (korrigiertes $R^2 = 0,048$; a = dieser Parameter wird auf 0 gesetzt, weil er redundant ist)

Parameter		β	$\exp(\beta)$	SE	p
Intercept		2,02	7,53	0,02	
Betrieb					0,000
	Betrieb 1	-0,07	0,93	0,03	0,017
	Betrieb 2	-0,28	0,75	0,03	0,000
	Betrieb 3	0a	.	.	.
Besuchsart					0,006
	Kontrolle	0a	.	.	.
	Versuch	-0,07	0,93	0,03	0,017
Betrieb * Besuchsart					0,000
	Betrieb 1 * Versuch	-0,06	0,94	0,04	0,122
	Betrieb 2 * Versuch	0,42	1,51	0,05	0,000
	Betrieb 3 * Kontrolle	0a	.	.	.

Tab. 107: Ergänzung Tab. 106: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Besuchsart * Betrieb des multiplen linearen Regressionsmodells $\ln(1 + \text{Ammoniak})$, Betriebe im Vergleich

Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Versuch	1	1,82	0,02	1,77	1,86
	2	2,08	0,03	2,03	2,13
	3	1,95	0,02	1,91	1,99
Kontrolle	1	1,95	0,02	1,91	1,99
	2	1,74	0,02	1,69	1,78
	3	2,02	0,02	1,98	2,06

Tab. 108: Ergänzung Abb. 33: Übersicht: Ammoniak (MW ± SEM), Betriebe im Vergleich (n = Anzahl an Durchgängen)

Betrieb	Besuchsart	Zeitfenster	n	MW ± SEM	SD
Betrieb 1	Kontrolle	1. ZF	7	6,71 ± 1,26	3,33
		2. ZF	8	6,99 ± 1,38	3,91
	Versuch	1. ZF	7	6,13 ± 1,29	3,42
		2. ZF	7	5,00 ± 0,25	0,66
Betrieb 2	Kontrolle	1. ZF	4	4,33 ± 1,21	2,41
		2. ZF	5	5,89 ± ,048	1,07
	Versuch	1. ZF	5	7,78 ± 1,83	4,09
		2. ZF	3	8,76 ± 3,19	5,52
Betrieb 3	Kontrolle	1. ZF	6	7,58 ± 1,45	3,56
		2. ZF	5	7,07 ± 1,59	3,55
	Versuch	1. ZF	7	7,17 ± 1,37	3,61
		2. ZF	7	6,61 ± 1,33	3,51

Tab. 109: Ergänzung Tab. 50: Einfluss des Zeitfensters auf ln(1 + Ammoniak), Basis für t-Test (n = Anzahl an Durchgängen; Einheit: ppm)

Betrieb	Besuchsart	Zeitfenster	n	MW ± SEM	SD
Betrieb 1	Kontrolle	1. ZF	7	1,97 ± 0,15	0,39
		2. ZF	8	1,99 ± 0,153	0,43
	Versuch	1. ZF	7	1,89 ± 0,149	0,39
		2. ZF	7	1,79 ± 0,04	0,18
Betrieb 2	Kontrolle	1. ZF	4	1,60 ± 0,22	0,45
		2. ZF	5	1,92 ± 0,07	0,15
	Versuch	1. ZF	5	2,07 ± 0,24	0,54
		2. ZF	3	2,18 ± 0,31	0,53
Betrieb 3	Kontrolle	1. ZF	6	2,06 ± 0,19	0,48
		2. ZF	5	2,01 ± 0,19	0,43
	Versuch	1. ZF	7	2,02 ± 0,16	0,43
		2. ZF	7	1,93 ± 0,18	0,48

Tab. 110: Ergänzung Abb. 34: Schlachtwerte Betrieb 1

Besuchart	Geschlecht	Gewicht in Gramm	n	Minimum	Maximum	MW ± SEM	SD	Perzentile			Anteil am Schlachtkörper in %
								25	50	75	
Kontrolle	♀ & ♂	Lebendgewicht	40	2320,00	3360,00	2921,00 ± 32,19	203,61	2825,00	2930,00	3070,00	-
	♂	Lebendgewicht	20	2480,00	3360,00	2994,00 ± 39,12	174,97	2905,00	2980,00	3070,00	-
	♀	Lebendgewicht	20	2320,00	3120,00	2848,00 ± 46,51	207,99	2740,00	2860,00	2740,00	-
	♀ & ♂	Lebendgewicht	40	2480,00	3760,00	3113,50 ± 37,77	238,90	2945,00	3100,00	3230,00	-
	♂	Lebendgewicht	20	2480,00	3760,00	3078,00 ± 61,97	277,12	2910,00	3070,00	3200,00	-
Versuch	♀	Lebendgewicht	20	2820,00	3600,00	3149,00 ± 43,42	194,18	3025,00	3110,00	3270,00	-
	♀ & ♂	Schlachtgewicht	40	1646,00	2380,00	2046,75 ± 24,45	154,65	1978,50	2048,00	2126,00	-
	♂	Schlachtgewicht	20	1698,00	2380,00	2090,40 ± 32,85	146,91	2021,50	2081,00	2166,50	-
	♀	Schlachtgewicht	20	1646,00	2258,00	2003,10 ± 34,28	153,30	1946,50	2012,00	2114,00	-
	♀ & ♂	Schlachtgewicht	40	1412,00	2590,00	2141,05 ± 31,93	201,92	2041,00	2134,00	2270,00	-
Kontrolle	♂	Schlachtgewicht	20	1412,00	2590,00	2086,90 ± 53,98	241,42	1963,50	2068,00	2240,00	-
	♀	Schlachtgewicht	20	1950,00	2496,00	2195,20 ± 31,01	138,69	2099,50	2174,00	2297,50	-
	♀ & ♂	Brust	40	178,00	316,00	252,60 ± 5,17	32,68	233,00	251,00	275,50	12,34
	♂	Brust	20	178,00	286,00	239,40 ± 6,65	29,75	218,50	237,00	270,50	11,45
	♀	Brust	20	214,00	316,00	265,80 ± 6,86	30,67	241,00	267,00	295,00	13,27
Versuch	♀ & ♂	Brust	40	206,00	364,00	270,20 ± 7,06	44,63	234,50	256,00	296,00	12,62
	♂	Brust	20	206,00	364,00	251,40 ± 8,40	37,59	227,50	236,00	277,50	12,05
	♀	Brust	20	224,00	358,00	289,00 ± 9,83	43,95	252,00	287,00	332,00	13,17
	♀ & ♂	Schenkelpaar	40	398,00	630,00	508,40 ± 7,79	49,26	475,50	510,00	536,50	24,84
	♂	Schenkelpaar	20	420,00	630,00	518,80 ± 11,77	52,66	500,00	520,00	551,50	24,82
Kontrolle	♀	Schenkelpaar	20	398,00	580,00	498,00 ± 9,95	44,51	469,50	501,00	526,50	24,86
	♀ & ♂	Schenkelpaar	40	380,00	618,00	508,60 ± 8,10	51,20	476,00	510,00	549,50	23,75
	♂	Schenkelpaar	20	430,00	618,00	527,90 ± 11,24	50,29	505,50	536,00	554,00	25,30
	♀	Schenkelpaar	20	380,00	558,00	489,30 ± 10,17	45,48	452,00	495,00	517,50	22,29
	♀ & ♂	Rest	38	1028,60	1497,40	1239,27 ± 15,91	98,10	1173,40	1238,10	1297,10	60,55
Versuch	♂	Rest	20	1092,60	1497,40	1283,55 ± 18,88	84,43	1234,95	1284,40	1311,80	61,40
	♀	Rest	18	1028,60	1356,40	1190,07 ± 21,22	90,04	1130,75	1179,70	1232,55	59,41
	♀ & ♂	Rest	40	1007,10	1572,90	1331,05 ± 19,10	120,77	1253,43	1319,60	1424,33	62,17
	♂	Rest	20	1007,10	1568,60	1297,85 ± 30,16	134,87	1218,03	1266,35	1380,78	62,19
	♀	Rest	20	1201,80	1572,90	1364,25 ± 21,71	97,11	1290,80	1339,10	1439,33	62,15

Tab. 111: Ergänzung Abb. 34: Schlachtwerte Betrieb 2

Besuchsart	Geschlecht	Gewicht in Gramm	n	Minimum	Maximum	MW ± SEM	SD	Perzentile			Anteil am Schlachtkörper in %
								25	50	75	
Kontrolle	♀ & ♂	Lebendgewicht	40	2420,00	3480,00	3016,50 ± 37,45	236,85	2880,00	3000,00	3180,00	-
	♂	Lebendgewicht	20	2840,00	3480,00	3113,00 ± 40,71	182,07	2985,00	3110,00	3235,00	-
	♀	Lebendgewicht	20	2420,00	3460,00	2920,00 ± 55,86	249,80	2730,00	2930,00	3015,00	-
	♀ & ♂	Lebendgewicht	40	2320,00	3820,00	3008,25 ± 43,64	276,02	2865,00	2990,00	3155,00	-
Versuch	♂	Lebendgewicht	20	2760,00	3820,00	3134,00 ± 59,26	265,02	2930,00	3090,00	3290,00	-
	♀	Lebendgewicht	20	2320,00	3200,00	2882,50 ± 51,41	229,92	2785,00	2880,00	3102,50	-
Kontrolle	♀ & ♂	Schlachtgewicht	40	1686,00	2312,00	2037,70 ± 24,63	155,77	1925,00	2028,00	2120,00	-
	♂	Schlachtgewicht	20	1842,00	2298,00	2087,80 ± 27,84	124,50	1999,00	2093,00	2200,00	-
	♀	Schlachtgewicht	20	1686,00	2312,00	1987,60 ± 38,09	170,36	1859,50	1969,00	2073,00	-
	♀ & ♂	Schlachtgewicht	40	1596,00	2316,00	2039,90 ± 26,26	166,09	1934,00	2030,00	2190,50	-
Versuch	♂	Schlachtgewicht	20	1820,00	2316,00	2087,50 ± 33,94	151,78	1952,50	2051,00	2233,00	-
	♀	Schlachtgewicht	20	1596,00	2238,00	1992,30 ± 37,96	169,75	1910,50	2011,00	2111,50	-
Kontrolle	♀ & ♂	Brust	40	196,00	364,00	237,60 ± 5,86	37,09	248,50	267,00	297,00	13,43
	♂	Brust	20	222,00	350,00	274,50 ± 6,73	30,09	262,50	270,00	287,00	13,15
	♀	Brust	20	196,00	364,00	272,70 ± 9,79	43,77	242,00	256,00	310,00	13,72
	♀ & ♂	Brust	40	206,00	344,00	282,90 ± 5,51	34,83	254,00	284,00	315,00	13,87
	♂	Brust	20	226,00	344,00	282,90 ± 7,45	33,31	255,50	286,00	307,00	13,55
	♀	Brust	20	206,00	338,00	282,90 ± 8,31	37,15	254,00	279,00	320,50	14,20
Kontrolle	♀ & ♂	Schenkelpaar	40	390,00	596,00	489,95 ± 8,29	52,41	443,50	487,00	526,00	24,04
	♂	Schenkelpaar	20	432,00	596,00	516,20 ± 10,54	47,13	486,50	518,00	547,00	24,72
	♀	Schenkelpaar	20	390,00	564,00	463,70 ± 9,91	44,34	426,00	472,00	488,50	23,33
	♀ & ♂	Schenkelpaar	40	384,00	578,00	468,10 ± 7,20	45,51	462,00	485,00	523,50	23,83
	♂	Schenkelpaar	20	416,00	578,00	499,90 ± 10,15	45,40	474,50	503,00	529,00	23,95
	♀	Schenkelpaar	20	384,00	536,00	472,30 ± 9,46	42,29	441,00	470,00	503,50	23,71
Kontrolle	♀ & ♂	Rest	39	1026,40	1508,40	1258,85 ± 15,68	97,92	1181,10	1261,90	1319,20	61,78
	♂	Rest	20	1129,40	1400,00	1286,40 ± 15,71	70,26	1264,33	1289,50	1331,43	61,61
	♀	Rest	19	1026,40	1508,40	1229,85 ± 26,46	115,32	1166,30	1218,20	1247,40	61,88
	♀ & ♂	Rest	40	973,08	1433,70	1239,95 ± 16,71	105,68	1183,05	1233,10	1322,68	60,78
Versuch	♂	Rest	20	1141,60	1433,70	1272,91 ± 19,26	86,15	1198,55	1275,15	1351,08	60,98
	♀	Rest	20	973,08	1387,90	1206,98 ± 25,71	114,96	1152,65	1207,60	1277,74	60,58

Tab. 112: Ergänzung Abb. 34: Schlachtwerte Betrieb 3

Besuchsart	Geschlecht	Gewicht in Gramm	n	Minimum	Maximum	MW \pm SEM	SD	Perzentile			Anteil am Schlachtkörper in %
								25	50	75	
Kontrolle	♀ & ♂	Lebendgewicht	40	2260,00	3360,00	2804,50 \pm 40,79	257,98	2605,00	2790,00	3000,00	-
	♂	Lebendgewicht	20	2320,00	3360,00	2938,00 \pm 59,35	265,40	2800,00	3000,00	3075,00	-
	♀	Lebendgewicht	20	2260,00	2980,00	2671,00 \pm 37,85	169,27	2530,00	2700,00	2790,00	-
	♀ & ♂	Lebendgewicht	40	2340,00	3660,00	3107,50 \pm 37,35	236,20	3000,00	3100,00	3220,00	-
	♂	Lebendgewicht	20	2340,00	3660,00	3174,00 \pm 62,44	279,25	3035,00	3170,00	3350,00	-
Kontrolle	♀	Lebendgewicht	20	2720,00	3440,00	3041,00 \pm 36,89	164,98	2950,00	3060,00	3100,00	-
	♀ & ♂	Schlachtgewicht	40	1546,00	2384,00	1969,90 \pm 31,55	199,53	1819,50	2008,00	2095,50	-
	♂	Schlachtgewicht	20	1574,00	2384,00	2050,20 \pm 49,03	219,29	1999,50	2092,00	2159,50	-
	♀	Schlachtgewicht	20	1546,00	2094,00	1889,60 \pm 31,67	141,62	1771,50	1890,00	2027,00	-
	♀ & ♂	Schlachtgewicht	40	1532,00	2570,00	2163,28 \pm 29,49	186,50	2072,50	2155,00	2242,50	-
Versuch	♂	Schlachtgewicht	20	1532,00	2570,00	2203,05 \pm 49,08	219,51	2115,00	2184,00	2346,00	-
	♀	Schlachtgewicht	20	1850,00	2440,00	2123,50 \pm 31,53	140,99	2046,00	2110,00	2214,50	-
	♀ & ♂	Brust	40	154,00	346,00	253,85 \pm 7,32	46,31	230,00	255,00	285,50	12,89
	♂	Brust	20	154,00	316,00	246,20 \pm 9,77	43,70	221,00	239,00	278,50	12,01
	♀	Brust	20	156,00	346,00	261,50 \pm 10,88	48,67	230,50	270,00	289,00	13,84
Versuch	♀ & ♂	Brust	40	112,00	376,00	280,55 \pm 7,41	46,89	249,50	278,00	311,50	12,97
	♂	Brust	20	112,00	344,00	271,80 \pm 12,16	54,36	242,50	269,00	309,50	12,34
	♀	Brust	20	226,00	376,00	289,30 \pm 8,36	37,37	265,50	284,00	312,00	13,62
	♀ & ♂	Schenkelpaar	40	366,00	566,00	482,50 \pm 6,91	43,67	451,00	490,00	516,00	24,49
	♂	Schenkelpaar	20	366,00	566,00	498,30 \pm 10,95	48,99	475,00	514,00	531,00	24,30
Versuch	♀	Schenkelpaar	20	414,00	516,00	466,70 \pm 7,03	31,46	445,00	468,00	493,00	24,70
	♀ & ♂	Schenkelpaar	40	424,00	636,00	533,40 \pm 5,91	37,41	514,50	538,00	556,00	24,66
	♂	Schenkelpaar	20	424,00	636,00	544,60 \pm 9,31	41,62	528,00	543,00	566,00	24,72
	♀	Schenkelpaar	20	446,00	576,00	522,20 \pm 6,62	29,60	510,50	519,00	545,50	24,59
	♀ & ♂	Rest	37	972,00	1448,00	1212,19 \pm 21,34	129,81	1117,20	1198,30	1335,70	61,54
Kontrolle	♂	Rest	18	1004,70	1448,00	1296,72 \pm 28,53	121,03	1261,65	1335,70	1359,33	63,25
	♀	Rest	19	972,00	1248,90	1132,12 \pm 17,70	77,17	1041,90	1145,10	1197,30	59,91
	♀ & ♂	Rest	40	986,90	1556,30	1344,72 \pm 17,61	111,39	1278,43	1351,90	1412,15	62,16
	♂	Rest	20	986,90	1556,30	1377,90 \pm 27,66	123,71	1338,88	1384,00	1451,00	62,54
	♀	Rest	20	1162,40	1494,00	1311,55 \pm 19,81	88,59	1248,38	1289,90	1370,53	61,76

Tab. 113: Ergänzung Tab. 52: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb *
Besuchsart des Regressionsmodells Schlachtwerte (alle Angaben in Gramm; Rest setzt sich zusammen aus: Karkasse, Fett, Haut, Flügelpaar und Innereien)

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Lebendgewicht	Versuch	1	3113,50	35,32	3043,89	3183,11
		2	3008,25	35,32	2938,64	3077,86
		3	3107,50	35,32	3037,89	3177,11
	Kontrolle	1	2932,56	36,29	2861,04	3004,07
		2	3021,76	35,78	2951,24	3092,28
		3	2820,03	36,74	2747,62	2892,43
Schlachtgewicht	Versuch	1	2141,05	27,04	2087,75	2194,35
		2	2039,90	27,04	1986,60	2093,20
		3	2163,28	27,04	2109,98	2216,57
	Kontrolle	1	2055,87	27,79	2001,11	2110,62
		2	2041,16	27,40	1987,17	2095,16
		3	1980,60	28,13	1925,17	2036,04
Gewicht Brust	Versuch	1	270,20	6,35	257,68	282,72
		2	282,90	6,35	270,38	295,42
		3	280,55	6,35	268,03	293,07
	Kontrolle	1	253,70	6,53	240,84	266,56
		2	274,20	6,44	261,51	286,88
		3	255,18	6,61	242,16	268,20
Gewicht Schenkel- paar	Versuch	1	508,60	6,99	494,81	522,39
		2	486,10	6,99	472,31	499,89
		3	533,40	6,99	519,61	547,19
	Kontrolle	1	509,90	7,19	495,74	524,06
		2	490,68	7,09	476,71	504,64
		3	485,03	7,28	470,69	499,36
Rest	Versuch	1	1331,05	16,16	1299,20	1362,90
		2	1239,95	16,16	1208,10	1271,80
		3	1344,72	16,16	1312,87	1376,57
	Kontrolle	1	1236,81	16,60	1204,09	1269,53
		2	1258,12	16,37	1225,86	1290,39
		3	1214,42	16,81	1181,29	1247,55

Tab. 114: Ergänzung Tab. 52: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht des Regressionsmodells Schlachtwerte (alle Angaben in Gramm; Rest setzt sich zusammen aus: Karkasse, Fett, Haut, Flügelpaar und Innereien)

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	Sex	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Lebendgewicht	Versuch	1	♂	3078,00	49,95	2979,56	3176,44
			♀	3149,00	49,95	3050,56	3247,44
		2	♂	3134,00	49,95	3035,56	3232,44
			♀	2882,50	49,95	2784,06	2980,94
		3	♂	3174,00	49,95	3075,56	3272,44
			♀	3041,00	49,95	2942,56	3139,44
	Kontrolle	1	♂	2994,00	49,95	2895,56	3092,44
			♀	2871,11	52,66	2767,34	2974,88
		2	♂	3113,00	49,95	3014,56	3211,44
			♀	2930,53	51,25	2829,52	3031,53
		3	♂	2961,11	52,66	2857,34	3064,88
			♀	2678,95	51,25	2577,95	2779,95
Schlachtgewicht	Versuch	1	♂	2086,90	38,25	2011,53	2162,27
			♀	2195,20	38,25	2119,83	2270,57
		2	♂	2087,50	38,25	2012,13	2162,87
			♀	1992,30	38,25	1916,93	2067,67
		3	♂	2203,05	38,25	2127,68	2278,42
			♀	2123,50	38,25	2048,13	2198,87
	Kontrolle	1	♂	2090,40	38,25	2015,03	2165,77
			♀	2021,33	40,31	1941,88	2100,78
		2	♂	2087,80	38,25	2012,43	2163,17
			♀	1994,53	39,24	1917,20	2071,86
		3	♂	2066,89	40,31	1987,44	2146,34
			♀	1894,32	39,24	1816,99	1971,65
Gewicht Brust	Versuch	1	♂	251,40	8,98	233,69	269,11
			♀	289,00	8,98	271,29	306,71
		2	♂	282,90	8,98	265,19	300,61
			♀	282,90	8,98	265,19	300,61
		3	♂	271,80	8,98	254,09	289,51
			♀	289,30	8,98	271,59	307,01
	Kontrolle	1	♂	239,40	8,98	221,69	257,11
			♀	268,00	9,47	249,34	286,66
		2	♂	274,50	8,98	256,79	292,21
			♀	273,89	9,22	255,73	292,06
		3	♂	248,89	9,47	230,23	267,55
			♀	261,47	9,22	243,31	279,64
Gewicht Schenkelpaar	Versuch	1	♂	527,90	9,89	508,40	547,40
			♀	489,30	9,89	469,80	508,80
		2	♂	499,90	9,89	480,40	519,40
			♀	472,30	9,89	452,80	491,80
		3	♂	544,60	9,89	525,10	564,10
			♀	522,20	9,89	502,70	541,70
	Kontrolle	1	♂	518,80	9,89	499,30	538,30
			♀	501,00	10,43	480,45	521,55
		2	♂	516,20	9,89	496,70	535,70
			♀	465,16	10,15	445,16	485,16
		3	♂	501,00	10,43	480,45	521,55
			♀	469,05	10,15	449,05	489,05
Rest	Versuch	1	♂	1297,85	22,86	1252,81	1342,89
			♀	1364,25	22,86	1319,21	1409,29
		2	♂	1272,91	22,86	1227,87	1317,95
			♀	1206,98	22,86	1161,94	1252,03
		3	♂	1377,90	22,86	1332,85	1422,94
			♀	1311,55	22,86	1266,50	1356,59
	Kontrolle	1	♂	1283,55	22,86	1238,50	1328,59
			♀	1190,07	24,09	1142,59	1237,55
		2	♂	1286,40	22,86	1241,35	1331,44
			♀	1229,85	23,45	1183,64	1276,07
		3	♂	1296,72	24,09	1249,24	1344,20
			♀	1132,12	23,45	1085,91	1178,33

Tab. 115: Ergänzung Abb. 35 und 36: Blutwerte Betrieb 1

Besuchsart	Geschlecht	Blutparameter	n	Minimum	Maximum	Mittelwert ± SEM	SD	Perzentile		
								25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Hämoglobin	34	6,06	8,07	7,15 ± 0,07	0,44	6,94	7,15	7,36
	♂	Hämoglobin	18	6,06	8,07	7,09 ± 0,12	0,49	6,79	7,10	7,32
	♀	Hämoglobin	16	6,48	7,80	7,21 ± 0,09	0,37	6,98	7,18	7,53
Versuch	♀ & ♂	Hämoglobin	35	5,70	7,30	6,58 ± 0,06	0,36	6,34	6,57	6,91
	♂	Hämoglobin	18	6,04	7,07	6,56 ± 0,07	0,28	6,33	6,54	6,86
	♀	Hämoglobin	17	5,70	7,30	6,60 ± 0,10	0,43	6,41	6,61	6,96
Kontrolle	♀ & ♂	Hämatokrit	34	31,00	41,00	37,18 ± 0,41	2,37	36,00	37,00	38,25
	♂	Hämatokrit	18	31,00	41,00	36,94 ± 0,67	2,84	35,00	37,00	38,50
	♀	Hämatokrit	16	35,00	41,00	37,44 ± 0,44	1,75	36,25	37,00	38,75
Versuch	♀ & ♂	Hämatokrit	35	28,00	43,00	34,57 ± 0,63	3,70	32,00	34,00	37,00
	♂	Hämatokrit	18	28,00	38,00	32,61 ± 0,62	2,62	31,00	32,50	34,25
	♀	Hämatokrit	17	28,00	43,00	36,65 ± 0,87	3,60	34,50	37,00	38,00
Kontrolle	♀ & ♂	IgY	0	-	-	-	-	-	-	-
	♂	IgY	0	-	-	-	-	-	-	-
	♀	IgY	0	-	-	-	-	-	-	-
Versuch	♀ & ♂	IgY	40	2,21	15,58	8,31 ± 0,50	3,14	6,15	7,57	11,07
	♂	IgY	20	2,21	11,15	6,97 ± 0,48	2,15	5,81	6,77	8,32
	♀	IgY	20	4,52	15,58	9,65 ± 0,77	3,44	6,32	10,64	12,42

Tab. 116: Ergänzung Abb. 35 und 36: Blutwerte Betrieb 2

Besuchsart	Geschlecht	Blutparameter	n	Minimum	Maximum	Mittelwert \pm SEM	SD	Perzentile		
								25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Hämoglobin	40	5,97	8,07	6,75 \pm 0,07	0,44	6,47	6,74	6,99
	♂	Hämoglobin	20	6,13	8,07	6,81 \pm 0,10	0,43	6,50	6,78	7,01
Versuch	♀	Hämoglobin	20	5,97	7,75	6,70 \pm 0,10	0,44	6,38	6,62	6,99
	♀ & ♂	Hämoglobin	40	4,90	7,37	6,44 \pm 0,09	0,57	6,18	6,52	6,81
	♂	Hämoglobin	20	4,90	7,16	6,19 \pm 0,14	0,63	5,65	6,21	6,71
	♀	Hämoglobin	20	5,97	7,37	6,70 \pm 0,08	0,35	6,50	6,66	6,95
Kontrolle	♀ & ♂	Hämatokrit	40	33,00	46,00	38,75 \pm 0,48	3,06	37,00	38,50	40,75
	♂	Hämatokrit	20	33,00	43,00	37,95 \pm 0,59	2,65	36,00	38,00	40,00
	♀	Hämatokrit	20	34,00	46,00	39,55 \pm 0,74	3,30	37,25	39,00	41,75
Versuch	♀ & ♂	Hämatokrit	40	25,00	41,00	35,60 \pm 0,59	3,71	33,25	36,00	38,00
	♂	Hämatokrit	20	25,00	40,00	33,70 \pm 0,87	3,89	30,25	34,00	37,50
	♀	Hämatokrit	20	32,00	41,00	37,50 \pm 0,53	2,35	36,00	37,50	39,75
Kontrolle	♀ & ♂	IgY	40	5,55	26,47	12,63 \pm 0,76	4,83	9,68	11,08	15,89
	♂	IgY	20	5,91	19,59	11,68 \pm 0,89	4,00	9,46	10,64	15,41
Versuch	♀	IgY	20	5,55	26,47	13,66 \pm 1,22	5,46	10,16	12,50	15,89
	♀ & ♂	IgY	40	4,06	16,71	10,57 \pm 0,52	3,29	7,94	10,39	12,87
	♂	IgY	20	6,35	16,70	9,84 \pm 0,61	2,72	7,94	9,66	10,46
	♀	IgY	20	4,06	16,71	11,30 \pm 0,83	3,69	8,49	11,32	14,30

Tab. 117: Ergänzung Abb. 35 und 36: Blutwerte Betrieb 3

Besuchsart	Geschlecht	Blutparameter	n	Minimum	Maximum	Mittelwert \pm SEM	SD	Perzentile		
								25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Hämoglobin	40	6,04	8,19	6,97 \pm 0,07	0,46	6,59	7,05	7,27
	♂	Hämoglobin	20	6,04	7,80	6,96 \pm 0,11	0,47	6,59	7,02	7,29
	♀	Hämoglobin	20	6,20	8,19	6,98 \pm 0,10	0,47	6,60	7,06	7,22
	♀ & ♂	Hämoglobin	40	5,22	7,68	6,79 \pm 0,08	0,50	6,53	6,77	7,20
	♂	Hämoglobin	20	6,09	7,68	6,86 \pm 0,09	0,41	6,55	6,77	7,20
	♀	Hämoglobin	20	5,22	7,64	6,73 \pm 0,13	0,57	6,31	6,76	7,21
Kontrolle	♀ & ♂	Hämatokrit	40	28,00	42,00	32,75 \pm 0,40	2,51	36,00	37,50	39,00
	♂	Hämatokrit	20	28,00	40,00	37,10 \pm 0,62	2,75	36,25	37,50	39,00
	♀	Hämatokrit	20	34,00	42,00	37,40 \pm 0,52	2,30	35,00	37,50	39,00
	♀ & ♂	Hämatokrit	39	33,00	42,00	36,90 \pm 0,36	2,23	35,00	36,00	38,00
	♂	Hämatokrit	19	33,00	38,00	35,89 \pm 0,39	1,70	35,00	36,00	38,00
	♀	Hämatokrit	20	35,00	42,00	37,85 \pm 0,51	2,30	35,25	38,00	40,00
Kontrolle	♀ & ♂	IgY	40	1,14	30,24	7,77 \pm 0,74	4,68	5,52	7,40	8,98
	♂	IgY	20	1,14	30,24	8,61 \pm 1,33	1,14	5,61	7,58	9,51
	♀	IgY	20	2,79	13,82	6,93 \pm 0,64	2,79	4,58	7,04	8,32
	♀ & ♂	IgY	40	1,97	82,07	11,24 \pm 1,96	12,39	6,76	8,48	10,53
	♂	IgY	20	1,97	82,07	13,31 \pm 3,83	17,11	6,49	8,15	10,87
	♀	IgY	20	2,86	17,88	9,18 \pm 0,82	3,68	6,96	8,77	9,90

**Tab. 118: Ergänzung Tab. 55: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb *
Besuchsart des Regressionsmodells Hämatokrit und Hämoglobin**

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Hämatokrit	Versuch	1	34,63	0,47	33,71	35,55
		2	35,60	0,44	34,74	36,46
		3	36,87	0,44	36,00	37,74
	Kontrolle	1	37,19	0,47	36,26	38,12
		2	38,75	0,44	37,89	39,61
		3	37,25	0,44	36,39	38,11
Hämoglobin	Versuch	1	6,58	0,08	6,43	6,73
		2	6,44	0,07	6,30	6,59
		3	6,78	0,07	6,64	6,92
	Kontrolle	1	7,15	0,08	7,00	7,31
		2	6,75	0,07	6,61	6,90
		3	6,97	0,07	6,83	7,11

Tab. 119: Ergänzung Tab. 55: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht des Regressionsmodells Hämatokrit und Hämoglobin

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	Sex	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Hämatokrit	Versuch	1	♂	32,61	0,65	31,33	33,89
			♀	36,65	0,67	35,33	37,96
		2	♂	33,70	0,62	32,49	34,91
			♀	37,50	0,62	36,29	38,71
		3	♂	35,89	0,63	34,65	37,14
			♀	37,85	0,62	36,64	39,06
	Kontrolle	1	♂	36,94	0,65	35,67	38,22
			♀	37,44	0,69	36,08	38,79
		2	♂	37,95	0,62	36,74	39,16
			♀	39,55	0,62	38,34	40,76
		3	♂	37,10	0,62	35,89	38,31
			♀	37,40	0,62	36,19	38,61
Hämoglobin	Versuch	1	♂	6,56	0,11	6,35	6,77
			♀	6,60	0,11	6,38	6,82
		2	♂	6,19	0,10	5,98	6,39
			♀	6,70	0,10	6,50	6,90
		3	♂	6,83	0,11	6,63	7,04
			♀	6,73	0,10	6,52	6,93
	Kontrolle	1	♂	7,09	0,11	6,88	7,30
			♀	7,21	0,11	6,99	7,44
		2	♂	6,81	0,10	6,61	7,01
			♀	6,70	0,10	6,50	6,90
		3	♂	6,96	0,10	6,76	7,16
			♀	6,98	0,10	6,78	7,18

Tab. 120: Ergänzung Tab. 57: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb *
Besuchsart des Regressionsmodells IgY (a = Diese Stufenkombination der Faktoren wurde nicht beobachtet, daher ist das entsprechende Grundgesamtheits-Randmittel nicht schätzbar)

Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Versuch	1	8,31	0,66	7,02	9,60
	2	10,57	0,66	9,27	11,86
	3	9,43	0,66	8,12	10,74
Kontrolle	1	.a	.	.	.
	2	12,67	0,66	11,38	13,96
	3	7,77	0,66	6,47	9,06

Tab. 121: Ergänzung Abb. 37: Femurparameter Betrieb 1

Besuchsart	Geschlecht	Parameter	Einheit	n		Maximum	MW \pm SEM	SD	Perzentile		
				Gesamt	linke F.				rechte F.	25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Länge	mm	71	33	38	67,85 \pm 0,44	2,70	65,61	68,03	70,16
	♂	Länge	mm	36	18	18	69,63 \pm 0,40	1,70	68,90	69,80	70,76
	♀	Länge	mm	35	15	20	66,25 \pm 0,54	2,43	64,85	65,86	66,89
Versuch	♀ & ♂	Länge	mm	72	37	35	68,43 \pm 0,41	2,53	66,57	68,72	70,45
	♂	Länge	mm	34	18	16	70,20 \pm 0,42	1,85	68,82	70,45	71,24
	♀	Länge	mm	38	19	19	66,74 \pm 0,42	1,86	65,53	67,13	68,24
Kontrolle	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	6,91 \pm 0,04	0,24	6,71	6,91	7,12
	♂	Breite	mm	40	20	20	6,88 \pm 0,05	0,22	6,69	6,88	7,11
	♀	Breite	mm	40	20	20	6,93 \pm 0,06	0,26	6,72	6,92	7,13
Versuch	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	6,63 \pm 0,06	0,35	6,34	6,64	6,89
	♂	Breite	mm	40	20	20	6,74 \pm 0,08	0,37	6,45	6,70	7,01
	♀	Breite	mm	40	20	20	6,51 \pm 0,07	0,31	6,27	6,51	6,83
Kontrolle	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	8,27 \pm 0,08	0,52	7,98	8,31	8,60
	♂	Höhe	mm	40	20	20	8,39 \pm 0,10	0,43	8,11	8,44	8,67
	♀	Höhe	mm	40	20	20	8,16 \pm 0,13	0,58	7,76	8,24	8,56
Versuch	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	8,10 \pm 0,08	0,49	7,74	8,21	8,44
	♂	Höhe	mm	40	20	20	8,14 \pm 0,12	0,55	7,69	8,25	8,44
	♀	Höhe	mm	40	20	20	8,06 \pm 0,09	0,42	7,74	8,16	8,43
Kontrolle	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	231,00 \pm 4,00	25,30	214,18	226,00	252,00
	♂	Kraft	N	40	20	20	234,15 \pm 5,33	23,83	219,15	232,85	257,31
	♀	Kraft	N	40	20	20	227,85 \pm 6,02	26,94	207,01	223,04	247,85
Versuch	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	230,07 \pm 4,18	26,43	211,63	226,94	245,76
	♂	Kraft	N	40	20	20	233,27 \pm 7,35	32,85	226,48	229,03	251,17
	♀	Kraft	N	40	20	20	226,86 \pm 4,08	18,26	227,79	226,94	273,74
Kontrolle	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	2,02 \pm 0,04	0,23	1,83	2,00	2,21
	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,01 \pm 0,05	0,23	1,83	1,98	2,10
	♀	Dehnung	mm	40	20	20	2,03 \pm 0,05	0,24	1,80	2,02	2,23
Versuch	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	2,11 \pm 0,05	0,29	1,91	2,08	2,25
	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,25 \pm 0,07	0,31	2,10	2,19	2,36
	♀	Dehnung	mm	40	20	20	1,98 \pm 0,05	0,20	1,81	1,92	2,07

Tab. 122: Ergänzung Abb. 37: Femurparameter Betrieb 2

Besuchsart	Geschlecht	Parameter	Einheit	n		Maximum	MW \pm SEM	SD	Perzentile		
				Gesamt	rechte F.				linke F.	25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Länge	mm	69	32	37	72,24	2,67	65,60	67,64	70,00
	♂	Länge	mm	31	13	18	72,24	1,83	67,64	68,85	70,78
Versuch	♀	Länge	mm	38	19	19	71,63	2,57	64,24	65,68	67,76
	♀ & ♂	Länge	mm	59	29	30	72,07	2,44	66,46	67,73	69,66
	♂	Länge	mm	26	13	13	73,56	1,37	69,03	70,06	70,79
	♀	Länge	mm	33	16	17	67,99	1,69	64,09	66,88	67,35
Kontrolle	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	7,40	0,27	6,57	6,70	6,96
	♂	Breite	mm	40	20	20	7,40	0,28	6,62	6,78	7,06
Versuch	♀	Breite	mm	40	20	20	7,11	0,23	6,49	6,61	6,87
	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	7,77	0,34	6,69	6,88	7,23
	♂	Breite	mm	40	20	20	7,77	0,34	6,76	7,09	7,25
	♀	Breite	mm	40	20	20	7,42	0,32	6,63	6,77	7,17
Kontrolle	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	8,83	0,39	7,68	7,97	8,22
	♂	Höhe	mm	40	20	20	8,83	0,39	7,95	8,06	8,41
Versuch	♀	Höhe	mm	40	20	20	8,57	0,32	7,62	7,77	7,99
	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	9,45	0,46	8,04	8,41	8,74
	♂	Höhe	mm	40	20	20	9,45	0,46	8,21	8,46	8,91
	♀	Höhe	mm	40	20	20	9,08	0,43	7,90	8,36	8,69
Kontrolle	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	299,82	23,49	217,97	235,28	250,31
	♂	Kraft	N	40	20	20	299,82	22,23	226,48	236,68	251,17
Versuch	♀	Kraft	N	40	20	20	271,15	23,47	213,39	225,41	248,42
	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	338,83	29,31	231,21	247,89	273,87
	♂	Kraft	N	40	20	20	338,83	30,84	234,66	255,08	273,87
	♀	Kraft	N	40	20	20	295,28	27,65	227,79	243,66	273,74
Kontrolle	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	2,82	0,23	1,97	2,11	2,26
	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,45	0,22	1,93	2,09	2,25
Versuch	♀	Dehnung	mm	40	20	20	2,82	0,24	1,98	2,11	2,30
	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	3,15	0,29	1,92	2,13	2,32
	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,56	0,26	1,93	2,14	2,36
	♀	Dehnung	mm	40	20	20	3,15	0,32	1,91	2,09	2,29

Tab. 123: Ergänzung Abb. 37: Femurparameter Betrieb 3

Besuchsart	Geschlecht	Parameter	Einheit	n		Maximum	MW \pm SEM	SD	Perzentile		
				Gesamt	linke F.				rechte F.	25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Länge	mm	72	37	35	68,58 \pm 0,52	3,27	66,35	68,86	70,84
	♂	Länge	mm	32	17	15	70,91 \pm 0,53	2,30	68,81	70,84	72,03
Versuch	♀	Länge	mm	40	20	20	66,35 \pm 0,53	2,38	64,35	66,38	68,95
	♀ & ♂	Länge	mm	70	34	36	69,38 \pm 0,46	2,83	67,44	69,58	71,18
	♂	Länge	mm	32	16	16	71,43 \pm 0,47	2,01	70,18	71,19	72,20
	♀	Länge	mm	38	18	20	67,54 \pm 0,47	2,11	66,19	67,95	69,47
Kontrolle	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	6,99 \pm 0,07	0,43	6,67	6,94	7,22
	♂?	Breite	mm	40	20	20	7,16 \pm 0,10	0,46	6,77	7,20	7,29
Versuch	♀	Breite	mm	40	20	20	6,81 \pm 0,07	0,31	6,58	6,83	7,07
	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	6,89 \pm 0,05	0,33	6,64	6,88	7,15
	♂	Breite	mm	40	20	20	6,97 \pm 0,09	0,39	6,59	6,97	7,27
	♀	Breite	mm	40	20	20	6,81 \pm 0,06	0,25	6,64	6,86	6,95
Kontrolle	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	8,07 \pm 0,10	0,60	7,74	8,06	8,41
	♂	Höhe	mm	40	20	20	8,35 \pm 0,12	0,55	7,90	8,26	8,61
Versuch	♀	Höhe	mm	40	20	20	7,79 \pm 0,12	0,53	7,20	7,97	8,22
	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	8,48 \pm 0,06	0,39	8,24	8,53	8,77
	♂	Höhe	mm	40	20	20	8,67 \pm 0,07	0,31	8,51	8,69	8,84
	♀	Höhe	mm	40	20	20	8,29 \pm 0,09	0,38	8,00	8,28	8,55
Kontrolle	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	240,11 \pm 4,45	28,15	220,42	239,44	260,05
	♂	Kraft	N	40	20	20	247,45 \pm 5,88	26,28	224,23	246,87	261,92
Versuch	♀	Kraft	N	40	20	20	232,77 \pm 6,41	28,68	208,30	229,92	251,73
	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	254,14 \pm 4,64	29,35	235,61	251,67	274,45
	♂	Kraft	N	40	20	20	257,37 \pm 7,80	34,86	230,69	251,53	284,12
	♀	Kraft	N	40	20	20	250,91 \pm 5,15	23,05	235,85	251,75	267,23
Kontrolle	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	2,18 \pm 0,05	0,29	1,94	2,20	2,41
	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,15 \pm 0,08	0,34	1,82	2,15	2,44
Versuch	♀	Dehnung	mm	40	20	20	2,21 \pm 0,05	0,24	1,98	2,23	2,41
	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	2,04 \pm 0,03	0,17	1,91	2,05	2,15
	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,02 \pm 0,04	0,16	1,89	2,03	2,13
	♀	Dehnung	mm	40	20	20	2,06 \pm 0,04	0,19	1,91	2,07	2,22

**Tab. 124: Ergänzung Tab. 59: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb *
Besuchsart des Regressionsmodells Femura**

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Länge	Versuch	1	68,47	0,33	67,82	69,12
		2	68,06	0,34	67,39	68,72
		3	69,48	0,33	68,83	70,14
	Kontrolle	1	67,94	0,33	67,29	68,60
		2	67,52	0,33	66,87	68,17
		3	68,63	0,33	67,99	69,28
Breite	Versuch	1	6,63	0,05	6,53	6,72
		2	6,92	0,05	6,82	7,02
		3	6,90	0,05	6,80	7,00
	Kontrolle	1	6,90	0,05	6,80	7,01
		2	6,76	0,05	6,66	6,86
		3	7,00	0,05	6,91	7,10
Höhe	Versuch	1	8,10	0,07	7,95	8,24
		2	8,40	0,08	8,25	8,55
		3	8,47	0,07	8,32	8,61
	Kontrolle	1	8,28	0,07	8,13	8,42
		2	7,99	0,07	7,84	8,13
		3	8,07	0,07	7,93	8,21
Knochenbruch- festigkeit	Versuch	1	228,79	4,30	220,32	237,26
		2	250,40	4,42	241,68	259,12
		3	252,92	4,36	244,33	261,51
	Kontrolle	1	230,26	4,36	221,67	238,85
		2	236,33	4,30	227,86	244,80
		3	240,75	4,30	232,28	249,22
Dehnung	Versuch	1	2,12	0,04	2,04	2,20
		2	2,12	0,04	2,04	2,20
		3	2,03	0,04	1,95	2,11
	Kontrolle	1	2,00	0,04	1,92	2,08
		2	2,13	0,04	2,05	2,21
		3	2,19	0,04	2,11	2,27

Tab. 125: Ergänzung Tab. 59: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht des Regressionsmodells Femura

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	Sex	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Länge	Versuch	1	♂	70,20	0,47	69,27	71,13
			♀	66,74	0,46	65,84	67,64
		2	♂	70,12	0,50	69,14	71,10
			♀	65,99	0,46	65,09	66,90
		3	♂	71,43	0,48	70,48	72,38
			♀	67,54	0,46	66,63	68,44
	Kontrolle	1	♂	69,63	0,48	68,68	70,58
			♀	66,25	0,46	65,35	67,15
		2	♂	68,99	0,47	68,07	69,92
			♀	66,04	0,46	65,14	66,95
		3	♂	70,91	0,47	69,99	71,84
			♀	66,35	0,46	65,45	67,26
Breite	Versuch	1	♂	6,74	0,07	6,59	6,88
			♀	6,51	0,07	6,38	6,65
		2	♂	6,96	0,08	6,81	7,11
			♀	6,88	0,07	6,74	7,02
		3	♂	6,99	0,07	6,84	7,13
			♀	6,81	0,07	6,67	6,95
	Kontrolle	1	♂	6,88	0,07	6,73	7,02
			♀	6,93	0,07	6,79	7,07
		2	♂	6,87	0,07	6,73	7,01
			♀	6,66	0,07	6,52	6,80
		3	♂	7,19	0,07	7,05	7,34
			♀	6,81	0,07	6,68	6,95
Höhe	Versuch	1	♂	8,13	0,10	7,93	8,34
			♀	8,06	0,10	7,86	8,26
		2	♂	8,50	0,11	8,28	8,72
			♀	8,31	0,10	8,11	8,51
		3	♂	8,65	0,11	8,43	8,86
			♀	8,29	0,10	8,09	8,49
	Kontrolle	1	♂	8,40	0,11	8,19	8,61
			♀	8,16	0,10	7,95	8,36
		2	♂	8,15	0,10	7,95	8,36
			♀	7,82	0,10	7,62	8,03
		3	♂	8,35	0,10	8,14	8,56
			♀	7,79	0,10	7,59	7,99
Knochenbruchfestigkeit	Versuch	1	♂	230,72	6,15	218,59	242,85
			♀	226,86	6,00	215,04	238,68
		2	♂	252,97	6,51	240,15	265,80
			♀	247,83	6,00	236,00	259,65
		3	♂	254,93	6,32	242,47	267,40
			♀	250,91	6,00	239,09	262,73
	Kontrolle	1	♂	232,67	6,32	220,21	245,13
			♀	227,85	6,00	216,02	239,67
		2	♂	243,45	6,15	231,32	255,58
			♀	229,21	6,00	217,39	241,03
		3	♂	248,72	6,15	236,59	260,85
			♀	232,77	6,00	220,95	244,60
Dehnung	Versuch	1	♂	2,26	0,06	2,15	2,37
			♀	1,98	0,06	1,87	2,09
		2	♂	2,11	0,06	1,99	2,23
			♀	2,13	0,06	2,02	2,24
		3	♂	2,00	0,06	1,89	2,12
			♀	2,06	0,06	1,95	2,17
	Kontrolle	1	♂	1,97	0,06	1,85	2,08
			♀	2,03	0,06	1,92	2,14
		2	♂	2,10	0,06	1,99	2,22
			♀	2,15	0,06	2,05	2,26
		3	♂	2,17	0,06	2,06	2,28
			♀	2,21	0,06	2,10	2,32

Tab. 126: Ergänzung Abb. 38: Tibiotarsparameter Betrieb 1

Besuchsart	Geschlecht	Parameter	Einheit	n		Minimum	Maximum	MW \pm SEM	SD	Perzentile		
				Gesamt	rechte T.					linke T.	25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Länge	mm	80	40	104,81	116,50	110,56 \pm 0,55	3,50	107,06	111,11	113,64
	♂	Länge	mm	40	20	106,45	116,50	112,40 \pm 0,63	2,81	111,32	112,09	114,52
Versuch	♀	Länge	mm	40	20	104,81	115,48	108,72 \pm 0,71	3,18	106,52	107,62	110,33
	♀ & ♂	Länge	mm	78	40	103,02	120,23	112,30 \pm 0,63	3,97	109,19	112,88	114,98
	♂	Länge	mm	38	20	103,02	120,23	114,68 \pm 0,79	3,51	113,33	114,97	117,25
	♀	Länge	mm	40	20	105,03	114,62	109,92 \pm 0,64	2,86	108,12	109,49	112,83
Kontrolle	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	6,07	7,86	7,04 \pm 0,06	0,39	6,83	7,07	7,25
	♂	Breite	mm	40	20	6,07	7,82	6,91 \pm 0,09	0,41	6,56	7,00	7,11
	♀	Breite	mm	40	20	6,53	7,86	7,17 \pm 0,07	0,33	6,87	7,21	7,33
	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	6,58	8,57	7,46 \pm 0,07	0,43	7,19	7,40	7,75
	♂	Breite	mm	40	20	7,01	8,57	7,55 \pm 0,08	0,38	7,28	7,44	7,75
Kontrolle	♀	Breite	mm	40	20	6,58	8,38	7,36 \pm 0,10	0,46	6,98	7,36	7,75
	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	5,50	7,82	6,35 \pm 0,09	0,58	5,98	6,25	6,70
	♂	Höhe	mm	40	20	5,50	6,73	6,02 \pm 0,08	0,34	5,67	6,10	6,28
	♀	Höhe	mm	40	20	5,90	7,82	6,60 \pm 0,13	0,59	6,17	6,53	7,31
	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	5,73	7,32	6,44 \pm 0,06	0,37	6,16	6,47	6,67
Kontrolle	♂	Höhe	mm	40	20	5,90	7,32	6,60 \pm 0,08	0,37	6,25	6,61	6,90
	♀	Höhe	mm	40	20	5,73	6,71	6,28 \pm 0,07	0,31	6,03	6,34	6,57
	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	130,27	261,83	178,49 \pm 4,50	28,43	158,82	176,79	185,54
	♂	Kraft	N	40	20	154,66	261,83	192,56 \pm 6,75	30,20	171,44	183,07	204,28
	♀	Kraft	N	40	20	130,27	201,02	164,42 \pm 4,06	18,18	147,90	167,52	177,94
Versuch	♀ & ♂	Kraft	N	79	39	119,20	280,48	172,23 \pm 4,61	29,18	152,91	168,86	186,66
	♂	Kraft	N	40	20	127,89	280,48	183,79 \pm 7,08	31,64	166,83	176,97	201,32
	♀	Kraft	N	39	19	119,20	201,08	160,68 \pm 4,83	21,59	145,31	157,58	175,72
	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	2,60	5,11	3,98 \pm 0,11	0,68	3,60	4,07	4,54
Kontrolle	♂	Dehnung	mm	40	20	2,60	4,61	3,87 \pm 0,13	0,60	3,61	3,99	4,36
	♀	Dehnung	mm	40	20	2,74	5,11	4,09 \pm 0,17	0,76	3,56	4,33	4,63
	♀ & ♂	Dehnung	mm	79	39	2,57	5,06	4,02 \pm 0,11	0,72	3,47	4,17	4,68
	♂	Dehnung	mm	40	20	2,57	4,97	4,00 \pm 0,15	0,66	3,47	4,09	4,59
	♀	Dehnung	mm	39	19	2,61	5,06	4,05 \pm 0,18	0,79	3,30	4,25	3,30

Tab. 127: Ergänzung Abb. 38: Tibiotarsparameter Betrieb 2

Besuchsart	Geschlecht	Parameter	Einheit	n		Gesamt	Minimum	Maximum	MW ± SEM	SD	Perzentile		
				rechte T.	linke T.						25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Länge	mm	32	35	67	102,19	117,25	111,20 ± 0,56	3,43	108,78	111,92	113,73
	♂	Länge	mm	18	20	38	107,20	117,25	113,08 ± 0,55	2,45	111,59	113,57	114,72
	♀	Länge	mm	14	15	29	102,19	113,74	109,00 ± 0,76	3,12	106,92	108,92	111,68
Versuch	♀ & ♂	Länge	mm	40	39	79	102,42	118,07	111,26 ± 0,58	3,69	108,49	111,56	113,96
	♂	Länge	mm	20	19	39	110,55	118,07	113,94 ± 0,47	2,09	112,36	113,90	115,13
	♀	Länge	mm	20	20	40	102,42	113,84	108,58 ± 0,65	2,92	107,04	108,61	110,69
Kontrolle	♀ & ♂	Breite	mm	40	40	80	6,69	8,30	7,38 ± 0,05	0,34	7,21	7,41	7,58
	♂	Breite	mm	20	20	40	7,14	8,30	7,50 ± 0,07	0,30	7,31	7,43	7,61
	♀	Breite	mm	20	20	40	6,69	7,93	7,26 ± 0,08	0,34	6,97	7,32	7,52
Versuch	♀ & ♂	Breite	mm	40	40	80	6,50	8,28	7,42 ± 0,06	0,40	7,17	7,42	7,70
	♂	Breite	mm	20	20	40	6,69	8,28	7,56 ± 0,08	0,38	7,35	7,56	7,84
	♀	Breite	mm	20	20	40	6,50	8,06	7,28 ± 0,09	0,39	7,00	7,35	7,46
Kontrolle	♀ & ♂	Höhe	mm	40	40	80	5,68	7,00	6,32 ± 0,05	0,29	6,13	6,28	6,51
	♂	Höhe	mm	20	20	40	5,82	7,00	6,45 ± 0,07	0,31	6,24	6,48	6,63
	♀	Höhe	mm	20	20	40	5,68	6,51	6,18 ± 0,05	0,20	6,08	6,21	6,29
Versuch	♀ & ♂	Höhe	mm	40	40	80	5,85	7,56	6,57 ± 0,06	0,37	6,27	6,54	6,83
	♂	Höhe	mm	20	20	40	6,05	7,34	6,61 ± 0,07	0,33	6,33	6,60	6,88
	♀	Höhe	mm	20	20	40	5,85	7,56	6,52 ± 0,09	0,41	6,19	6,51	6,80
Kontrolle	♀ & ♂	Kraft	N	40	40	80	124,87	243,36	180,95 ± 4,19	26,50	163,59	179,19	195,23
	♂	Kraft	N	20	20	40	151,59	243,36	189,11 ± 5,98	26,73	164,97	190,88	204,03
	♀	Kraft	N	20	20	40	124,87	218,88	172,78 ± 5,42	24,22	159,10	174,79	187,49
Versuch	♀ & ♂	Kraft	N	40	40	80	145,23	255,83	195,15 ± 4,64	29,36	171,22	191,79	214,18
	♂	Kraft	N	20	20	40	162,95	255,83	212,68 ± 5,87	26,23	197,91	208,79	235,89
	♀	Kraft	N	20	20	40	145,23	232,10	177,62 ± 4,66	20,84	161,55	175,47	188,13
Kontrolle	♀ & ♂	Dehnung	mm	40	40	80	2,85	6,12	4,04 ± 0,11	0,71	3,63	3,92	4,52
	♂	Dehnung	mm	20	20	40	2,85	5,18	3,94 ± 0,13	0,58	3,66	3,90	4,37
	♀	Dehnung	mm	20	20	40	2,91	6,12	4,14 ± 0,18	0,82	3,40	4,27	4,63
Versuch	♀ & ♂	Dehnung	mm	40	40	80	2,75	5,28	3,80 ± 0,10	0,65	3,22	3,76	4,26
	♂	Dehnung	mm	20	20	40	2,75	4,76	3,71 ± 0,13	0,57	3,22	3,63	4,23
	♀	Dehnung	mm	20	20	40	2,81	5,28	3,89 ± 0,16	0,73	3,19	3,86	4,34

Tab. 128: Ergänzung Abb. 38: Tibiotarsparameter Betrieb 3

Besuchsart	Geschlecht	Parameter	Einheit	n		Minimum	Maximum	MW \pm SEM	SD	Perzentile		
				Gesamt	rechte T.					linke T.	25	50	75
Kontrolle	♀ & ♂	Länge	mm	77	38	39	101,65	121,96	4,73	107,98	111,24	115,53
	♂	Länge	mm	39	19	20	108,68	121,96	3,68	112,03	113,69	117,26
Versuch	♀	Länge	mm	38	19	19	101,65	115,53	3,32	105,88	107,98	110,57
	♀ & ♂	Länge	mm	80	40	40	99,87	120,53	4,61	110,00	112,12	115,29
	♂	Länge	mm	40	20	20	99,87	120,53	4,33	112,05	115,08	116,92
	♀	Länge	mm	40	20	20	102,34	113,44	3,59	108,33	110,42	112,36
Kontrolle	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	6,42	9,00	0,60	6,99	7,37	7,84
	♂	Breite	mm	40	20	20	6,42	9,00	0,63	7,41	7,78	8,12
	♀	Breite	mm	40	20	20	6,53	7,85	0,38	6,76	7,13	7,36
	♀ & ♂	Breite	mm	80	40	40	6,66	8,58	0,48	7,29	7,53	8,02
	♂	Breite	mm	40	20	20	6,93	8,58	0,49	7,35	7,87	8,14
Kontrolle	♀	Breite	mm	40	20	20	6,66	8,36	0,42	7,18	7,47	7,60
	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	5,46	8,02	0,62	6,36	6,78	7,12
	♂	Höhe	mm	40	20	20	6,29	8,02	0,51	6,58	6,97	7,45
	♀	Höhe	mm	40	20	20	5,46	7,44	0,58	5,91	6,45	6,94
	♀ & ♂	Höhe	mm	80	40	40	5,80	7,15	0,31	6,20	6,42	6,62
Kontrolle	♂	Höhe	mm	40	20	20	6,11	7,12	0,27	6,23	6,55	6,70
	♀	Höhe	mm	40	20	20	5,80	7,15	0,34	6,00	6,37	6,60
	♀ & ♂	Kraft	N	80	40	40	127,89	268,87	34,89	157,45	183,90	214,68
	♂	Kraft	N	40	20	20	170,38	268,87	27,09	185,60	210,91	237,80
	♀	Kraft	N	40	20	20	127,89	214,37	22,53	144,38	159,25	178,94
Versuch	♀ & ♂	Kraft	N	78	39	39	141,04	265,55	29,89	166,48	182,35	202,73
	♂	Kraft	N	39	20	19	162,33	265,55	31,03	182,34	197,16	232,36
	♀	Kraft	N	39	19	20	141,04	227,78	19,32	162,06	172,25	186,88
	♀ & ♂	Dehnung	mm	80	40	40	2,84	6,15	0,65	3,91	4,37	4,77
Kontrolle	♂	Dehnung	mm	40	20	20	2,84	6,15	0,75	4,12	4,61	4,84
	♀	Dehnung	mm	40	20	20	3,29	4,84	0,50	3,79	4,09	4,72
	♀ & ♂	Dehnung	mm	76	39	37	3,12	6,68	0,74	3,85	4,18	4,87
	♂	Dehnung	mm	37	20	17	3,12	6,68	0,77	3,85	4,25	4,89
	♀	Dehnung	mm	39	19	20	3,35	5,97	0,73	3,82	4,12	4,85

Tab. 129: Ergänzung Tab. 61: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb *
Besuchsart des Regressionsmodells Tibiotarsi

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Länge	Versuch	1	112,30	0,51	111,30	113,30
		2	111,26	0,51	110,26	112,26
		3	111,94	0,51	110,93	112,96
	Kontrolle	1	110,56	0,51	109,56	111,56
		2	111,04	0,53	109,99	112,08
		3	111,50	0,51	110,49	112,52
Breite	Versuch	1	7,46	0,07	7,33	7,59
		2	7,42	0,07	7,29	7,55
		3	7,61	0,07	7,48	7,74
	Kontrolle	1	7,04	0,07	6,91	7,17
		2	7,36	0,07	7,22	7,49
		3	7,42	0,07	7,28	7,55
Höhe	Versuch	1	6,44	0,06	6,31	6,56
		2	6,57	0,06	6,44	6,69
		3	6,42	0,06	6,29	6,54
	Kontrolle	1	6,35	0,06	6,23	6,48
		2	6,31	0,07	6,18	6,44
		3	6,70	0,06	6,57	6,82
Knochenbruch- festigkeit	Versuch	1	172,23	4,03	164,29	180,18
		2	195,15	4,03	187,21	203,10
		3	189,55	4,08	181,50	197,60
	Kontrolle	1	178,49	4,03	170,54	186,43
		2	181,38	4,21	173,09	189,67
		3	187,22	4,08	179,17	195,27
Dehnung	Versuch	1	4,02	0,11	3,81	4,24
		2	3,80	0,11	3,58	4,01
		3	4,35	0,11	4,14	4,57
	Kontrolle	1	3,98	0,11	3,77	4,20
		2	4,07	0,11	3,84	4,29
		3	4,38	0,11	4,16	4,59

Tab. 130: Ergänzung Tab. 61: geschätzte Randmittel der Wechselwirkung Betrieb * Besuchsart * Geschlecht des Regressionsmodells Tibiotarsi

Abhängige Variable	Besuchsart	Betrieb	Sex	MW	SE	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Länge	Versuch	1	♂	114,68	0,72	113,26	116,09
			♀	109,92	0,72	108,51	111,34
		2	♂	113,94	0,72	112,53	115,36
			♀	108,58	0,72	107,17	110,00
		3	♂	114,35	0,74	112,90	115,80
			♀	109,54	0,72	108,12	110,95
	Kontrolle	1	♂	112,40	0,72	110,98	113,81
			♀	108,72	0,72	107,30	110,13
		2	♂	113,08	0,72	111,66	114,50
			♀	109,00	0,78	107,46	110,53
		3	♂	114,68	0,72	113,27	116,10
			♀	108,32	0,74	106,87	109,77
Breite	Versuch	1	♂	7,55	0,09	7,36	7,73
			♀	7,36	0,09	7,18	7,55
		2	♂	7,56	0,09	7,37	7,74
			♀	7,28	0,09	7,10	7,47
		3	♂	7,78	0,10	7,59	7,97
			♀	7,44	0,09	7,26	7,63
	Kontrolle	1	♂	6,91	0,09	6,72	7,09
			♀	7,17	0,09	6,99	7,36
		2	♂	7,50	0,09	7,32	7,68
			♀	7,22	0,10	7,02	7,42
		3	♂	7,72	0,09	7,53	7,90
			♀	7,11	0,10	6,92	7,30
Höhe	Versuch	1	♂	6,60	0,09	6,42	6,77
			♀	6,28	0,09	6,11	6,45
		2	♂	6,61	0,09	6,44	6,79
			♀	6,52	0,09	6,34	6,69
		3	♂	6,51	0,09	6,33	6,68
			♀	6,33	0,09	6,16	6,50
	Kontrolle	1	♂	6,02	0,09	5,85	6,20
			♀	6,69	0,09	6,51	6,86
		2	♂	6,45	0,09	6,28	6,63
			♀	6,17	0,10	5,98	6,36
		3	♂	7,02	0,09	6,85	7,20
			♀	6,38	0,09	6,20	6,56
Knochenbruchfestigkeit	Versuch	1	♂	183,79	5,70	172,55	195,03
			♀	160,68	5,70	149,44	171,91
		2	♂	212,68	5,70	201,45	223,92
			♀	177,62	5,70	166,38	188,86
		3	♂	205,18	5,85	193,65	216,71
			♀	173,91	5,70	162,68	185,15
	Kontrolle	1	♂	192,56	5,70	181,32	203,80
			♀	164,42	5,70	153,18	175,65
		2	♂	189,11	5,70	177,88	200,35
			♀	173,64	6,19	161,45	185,83
		3	♂	211,30	5,70	200,06	222,54
			♀	163,15	5,85	151,62	174,68
Dehnung	Versuch	1	♂	4,00	0,15	3,70	4,30
			♀	4,05	0,15	3,74	4,35
		2	♂	3,71	0,15	3,40	4,01
			♀	3,89	0,15	3,59	4,19
		3	♂	4,37	0,16	4,05	4,68
			♀	4,34	0,15	4,04	4,65
	Kontrolle	1	♂	3,87	0,15	3,57	4,18
			♀	4,09	0,15	3,79	4,40
		2	♂	3,94	0,15	3,64	4,25
			♀	4,19	0,17	3,86	4,52
		3	♂	4,55	0,15	4,24	4,85
			♀	4,20	0,16	3,89	4,51

Tab. 131: Ergänzung Abb. 39: Hyperkeratose der Paddel, Betrieb 1 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 100)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Hyperkeratose		Gesamt
		nicht vorhanden	vorhanden	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	85	315	400
	Prozent	21,3 %	78,8 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	85	315	400
	Prozent	21,3 %	78,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	63	337	400
	Prozent	15,8 %	84,3 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	79	321	400
	Prozent	19,8 %	80,3 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	82	318	400
	Prozent	20,5 %	79,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	102	298	400
	Prozent	25,5 %	74,5 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	44	306	350
	Prozent	12,6 %	87,4 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	79	271	350
	Prozent	22,6 %	77,4 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	619	2481	3100
	Prozent	20,0 %	80,0 %	100,0 %

Tab. 132: Ergänzung Abb. 39: Hyperkeratose der Paddel, Betrieb 2 (Anzahl Gesamt: n = 2000; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Hyperkeratose		Gesamt
		nicht vorhanden	vorhanden	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	53	197	250
	Prozent	21,2 %	78,8 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	41	209	250
	Prozent	16,4 %	83,6 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	26	224	250
	Prozent	10,4 %	89,6 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	16	234	250
	Prozent	6,4 %	93,6 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	37	213	250
	Prozent	14,8 %	85,2 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	26	224	250
	Prozent	10,4 %	89,6 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	24	226	250
	Prozent	9,6 %	90,4 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	23	227	250
	Prozent	9,2 %	90,8 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	246	1754	2000
	Prozent	12,3 %	87,7 %	100,0 %

Tab. 133: Ergänzung Abb. 39: Hyperkeratose der Paddel, Betrieb 3 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 600)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Hyperkeratose		Gesamt
		nicht vorhanden	vorhanden	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	52	248	300
	Prozent	17,3 %	82,7 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	64	236	300
	Prozent	21,3 %	78,7 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	56	244	300
	Prozent	18,7 %	81,3 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	43	257	300
	Prozent	14,3 %	85,7 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	46	304	350
	Prozent	13,1 %	86,9 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	60	290	350
	Prozent	17,1 %	82,9 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	53	297	350
	Prozent	15,1 %	84,9 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	60	290	350
	Prozent	17,1 %	82,9 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	434	2166	2600
	Prozent	16,7 %	83,3 %	100,0 %

Tab. 134: Ergänzung Abb. 40: Nekrose der Paddel, Bonitur, Betrieb 1 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 100)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Nekrose der Paddel				Gesamt
		keine	leicht	mittelgr.	hochgr.	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	264	83	43	10	400
	Prozent	66,0 %	20,8 %	10,8 %	2,5 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	261	89	40	10	400
	Prozent	65,3 %	22,3 %	10,0 %	2,5 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	226	107	51	16	400
	Prozent	56,5 %	26,8 %	12,8 %	4,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	246	87	49	18	400
	Prozent	61,5 %	21,8 %	12,3 %	4,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	211	98	73	18	400
	Prozent	52,8 %	24,5 %	18,3 %	4,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	229	88	69	14	400
	Prozent	57,3 %	22,0 %	17,3 %	3,5 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	216	70	52	12	350
	Prozent	61,7 %	20,0 %	14,9 %	3,4 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	228	69	38	15	350
	Prozent	65,1 %	19,7 %	10,9 %	4,3 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1881	691	415	113	3100
	Prozent	60,7 %	22,3 %	13,4 %	3,6 %	100,0 %

Tab. 135: Ergänzung Abb. 40: Nekrose der Paddel, Bonitur, Betrieb 2 (Anzahl Gesamt: n = 2000; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Nekrose der Paddel				Gesamt
		keine	leicht	mittelgr.	hochgr.	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	187	41	22	0	250
	Prozent	74,8 %	16,4 %	8,8 %	0 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	166	50	28	6	250
	Prozent	66,4 %	20,0 %	11,2 %	2,4 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	206	27	9	8	250
	Prozent	82,4 %	10,8 %	3,6 %	3,2 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	192	32	17	9	250
	Prozent	76,8 %	12,8 %	6,8 %	3,6 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	136	62	42	10	250
	Prozent	54,4 %	24,8 %	16,8 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	137	47	50	16	250
	Prozent	54,8 %	18,8 %	20,0 %	6,4 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	146	55	24	25	250
	Prozent	58,4 %	22,0 %	9,6 %	10,0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	132	54	36	28	250
	Prozent	52,8 %	21,6 %	14,4 %	11,2 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1302	368	228	102	2000
	Prozent	65,1 %	18,4 %	11,4 %	5,1 %	100,0 %

Tab. 136: Ergänzung Abb. 40: Nekrose der Paddel, Bonitur, Betrieb 3 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Nekrose der Paddel				Gesamt
		keine	leicht	mittelgr.	hochgr.	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	257	90	40	13	400
	Prozent	64,3 %	22,5 %	10,0 %	3,3 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	246	92	44	18	400
	Prozent	61,5 %	23,0 %	11,0 %	4,5 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	269	75	41	15	400
	Prozent	67,3 %	18,8 %	10,3 %	3,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	242	81	55	22	400
	Prozent	60,5 %	20,3 %	13,8 %	5,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	222	99	63	16	400
	Prozent	55,5 %	24,8 %	15,8 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	235	94	54	17	400
	Prozent	58,8 %	23,5 %	13,5 %	4,3 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	232	90	49	29	400
	Prozent	58,0 %	22,5 %	12,3 %	7,3 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	243	68	59	30	400
	Prozent	60,8 %	17,0 %	14,8 %	7,5 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1946	689	405	160	3200
	Prozent	60,8 %	21,5 %	12,7 %	5,0 %	100,0 %

Tab. 137: Ergänzung Abb. 41: Augenumgebung, Bonitur, Betrieb 1 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 100)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Verschmutzungsgrad				Gesamt
		sauber	leicht	mittelgr.	stark	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	76	271	48	5	400
	Prozent	19,0 %	67,8 %	12,0 %	1,3 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	66	279	48	7	400
	Prozent	16,5 %	69,8 %	12,0 %	1,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	59	265	63	13	400
	Prozent	14,8 %	66,3 %	15,8 %	3,3 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	57	263	72	8	400
	Prozent	14,3 %	65,8 %	18,0 %	2,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	171	202	26	1	400
	Prozent	42,8 %	50,5 %	6,5 %	0,3 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	212	163	24	1	400
	Prozent	53,0 %	40,8 %	6,0 %	0,3 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	124	168	44	14	350
	Prozent	35,4 %	48,0 %	12,6 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	187	123	31	9	350
	Prozent	53,4 %	35,1 %	8,9 %	2,6 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	952	1734	356	58	3100
	Prozent	30,7 %	55,9 %	11,5 %	1,9 %	100,0 %

Tab. 138: Ergänzung Abb. 41: Augenumgebung, Bonitur, Betrieb 2 (Anzahl Gesamt: n = 2000; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Verschmutzungsgrad				Gesamt
		sauber	leicht	mittelgr.	hochgr.	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	66	175	8	1	250
	Prozent	26,4 %	70,0 %	3,2 %	0,4 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	44	199	6	1	250
	Prozent	17,6 %	79,6 %	2,4 %	0,4 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	46	191	12	1	250
	Prozent	18,4 %	76,4 %	4,8 %	0,4 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	67	176	6	1	250
	Prozent	26,8 %	70,4 %	2,4 %	0,4 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	133	107	10	0	250
	Prozent	53,2 %	42,8 %	4,0 %	0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	166	72	11	1	250
	Prozent	66,4 %	28,8 %	4,4 %	0,4 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	167	74	8	1	250
	Prozent	66,8 %	29,6 %	3,2 %	0,4 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	212	32	5	1	250
	Prozent	84,8 %	12,8 %	2,0 %	0,4 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	901	1026	66	7	2000
	Prozent	45,1 %	51,3 %	3,3 %	0,4 %	100,0 %

Tab. 139: Ergänzung Abb. 41: Augenumgebung, Bonitur, Betrieb 3 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Verschmutzungsgrad				Gesamt
		sauber	leicht	mittelgr.	hochgr.	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	74	279	40	7	400
	Prozent	18,5 %	69,8 %	10,0 %	1,8 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	83	270	43	4	400
	Prozent	20,8 %	67,5 %	10,8 %	1,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	109	242	48	1	400
	Prozent	27,3 %	60,5 %	12,0 %	0,3 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	112	243	43	2	400
	Prozent	28,0 %	60,8 %	10,8 %	0,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	186	180	33	1	400
	Prozent	46,5 %	45,0 %	8,3 %	0,3 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	264	129	7	0	400
	Prozent	66,0 %	32,3 %	1,8 %	0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	235	131	29	5	400
	Prozent	58,8 %	32,8 %	7,3 %	1,3 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	277	102	20	1	400
	Prozent	69,3 %	25,5 %	5,0 %	0,3 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1340	1576	263	21	3200
	Prozent	41,9 %	49,3 %	8,2 %	0,7 %	100,0 %

Tab. 140: Ergänzung Abb. 42: Augentzündung, Bonitur, Betrieb 1 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 100)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Augentzündung			Gesamt
		keine	einseitig	beidseitig	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	337	45	18	400
	Prozent	84,3 %	11,3 %	4,5 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	325	53	22	400
	Prozent	81,3 %	13,3 %	5,5 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	312	68	20	400
	Prozent	78,0 %	17,0 %	5,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	310	62	28	400
	Prozent	77,5 %	15,5 %	7,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	353	36	11	400
	Prozent	88,3 %	9,0 %	2,8 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	367	27	6	400
	Prozent	91,8 %	6,8 %	1,5 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	264	59	27	350
	Prozent	75,4 %	16,9 %	7,7 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	286	47	17	350
	Prozent	81,7 %	13,4 %	4,9 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	2554	397	149	3100
	Prozent	82,4 %	12,8 %	4,8 %	100,0 %

Tab. 141: Ergänzung Abb. 42: Augentzündung, Bonitur, Betrieb 2 (Anzahl Gesamt: n = 2000; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Augentzündung			Gesamt
		keine	einseitig	beidseitig	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	222	17	11	250
	Prozent	88,8 %	6,8 %	4,4 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	220	23	7	250
	Prozent	88,0 %	9,2 %	2,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	207	37	6	250
	Prozent	82,8 %	14,8 %	2,4 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	221	21	8	250
	Prozent	88,4 %	8,4 %	3,2 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	217	23	10	250
	Prozent	86,8 %	9,2 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	212	28	10	250
	Prozent	84,8 %	11,2 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	207	30	13	250
	Prozent	82,8 %	12,0 %	5,2 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	215	25	10	250
	Prozent	86,0 %	10,0 %	4,0 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1721	204	75	2000
	Prozent	86,1 %	10,2 %	3,8 %	100,0 %

Tab. 142: Ergänzung Abb. 42: Augenentzündung, Bonitur, Betrieb 3 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Augenentzündung			Gesamt
		keine	einseitig	beidseitig	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	345	33	22	400
	Prozent	86,3 %	8,3 %	5,5 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	335	38	27	400
	Prozent	83,8 %	9,5 %	6,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	334	50	16	400
	Prozent	83,5 %	12,5 %	4,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	328	56	16	400
	Prozent	82,0 %	14,0 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	362	30	8	400
	Prozent	90,5 %	7,5 %	2,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	383	17	0	400
	Prozent	95,8 %	4,3 %	0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	329	49	22	400
	Prozent	82,3 %	12,3 %	5,5 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	357	34	9	400
	Prozent	89,3 %	8,5 %	2,3 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	2773	307	120	3200
	Prozent	86,7 %	9,6 %	3,8 %	100,0 %

Tab. 143: Ergänzung Abb. 43: Ulcus corneae, Bonitur, Betrieb 1 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 100)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Ulcus corneae		Gesamt
		nicht vorhanden	vorhanden	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	391	9	400
	Prozent	97,8 %	2,3 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	385	15	400
	Prozent	96,3 %	3,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	381	19	400
	Prozent	95,3 %	4,8 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	382	18	400
	Prozent	95,5 %	4,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	390	10	400
	Prozent	97,5 %	2,5 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	386	14	400
	Prozent	96,5 %	3,5 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	337	13	350
	Prozent	96,3 %	3,7 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	331	19	350
	Prozent	94,6 %	5,4 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	2983	117	3100
	Prozent	96,2 %	3,8 %	100,0 %

Tab. 144: Ergänzung Abb. 43: Ulcus corneae, Bonitur, Betrieb 2 (Anzahl Gesamt: n = 2000; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Ulcus corneae		Gesamt
		nicht vorhanden	vorhanden	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	245	5	250
	Prozent	98,0 %	2,0 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	240	10	250
	Prozent	96,0 %	4,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	235	15	250
	Prozent	94,0 %	6,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	241	9	250
	Prozent	96,4 %	3,6 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	237	13	250
	Prozent	94,8 %	5,2 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	225	25	250
	Prozent	90,0 %	10,0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	232	18	250
	Prozent	92,8 %	7,2 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	236	14	250
	Prozent	94,4 %	5,6 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	1891	109	2000
	Prozent	94,6 %	5,5 %	100,0 %

Tab. 145: Ergänzung Abb. 43: Ulcus corneae, Bonitur, Betrieb 3 (Anzahl Gesamt: n = 3200; fehlende Fälle: n = 0)

Besuchsart, Zeitfenster, Stallseite		Ulcus corneae		Gesamt
		nicht vorhanden	vorhanden	
Kontrolle, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	394	6	400
	Prozent	98,5 %	1,5 %	100,0 %
Kontrolle, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	387	13	400
	Prozent	96,8 %	3,3 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	388	12	400
	Prozent	97,0 %	3,0 %	100,0 %
Kontrolle, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	384	16	400
	Prozent	96,0 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, NT-Seite	Anzahl	388	12	400
	Prozent	97,0 %	3,0 %	100,0 %
Versuch, 1. ZF, RT-Seite	Anzahl	384	16	400
	Prozent	96,0 %	4,0 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, NT-Seite	Anzahl	383	17	400
	Prozent	95,8 %	4,3 %	100,0 %
Versuch, 2. ZF, RT-Seite	Anzahl	392	8	400
	Prozent	98,0 %	2,0 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	3100	100	3200
	Prozent	96,9 %	3,1 %	100,0 %

Besuchsart

Kontrolle

Versuch

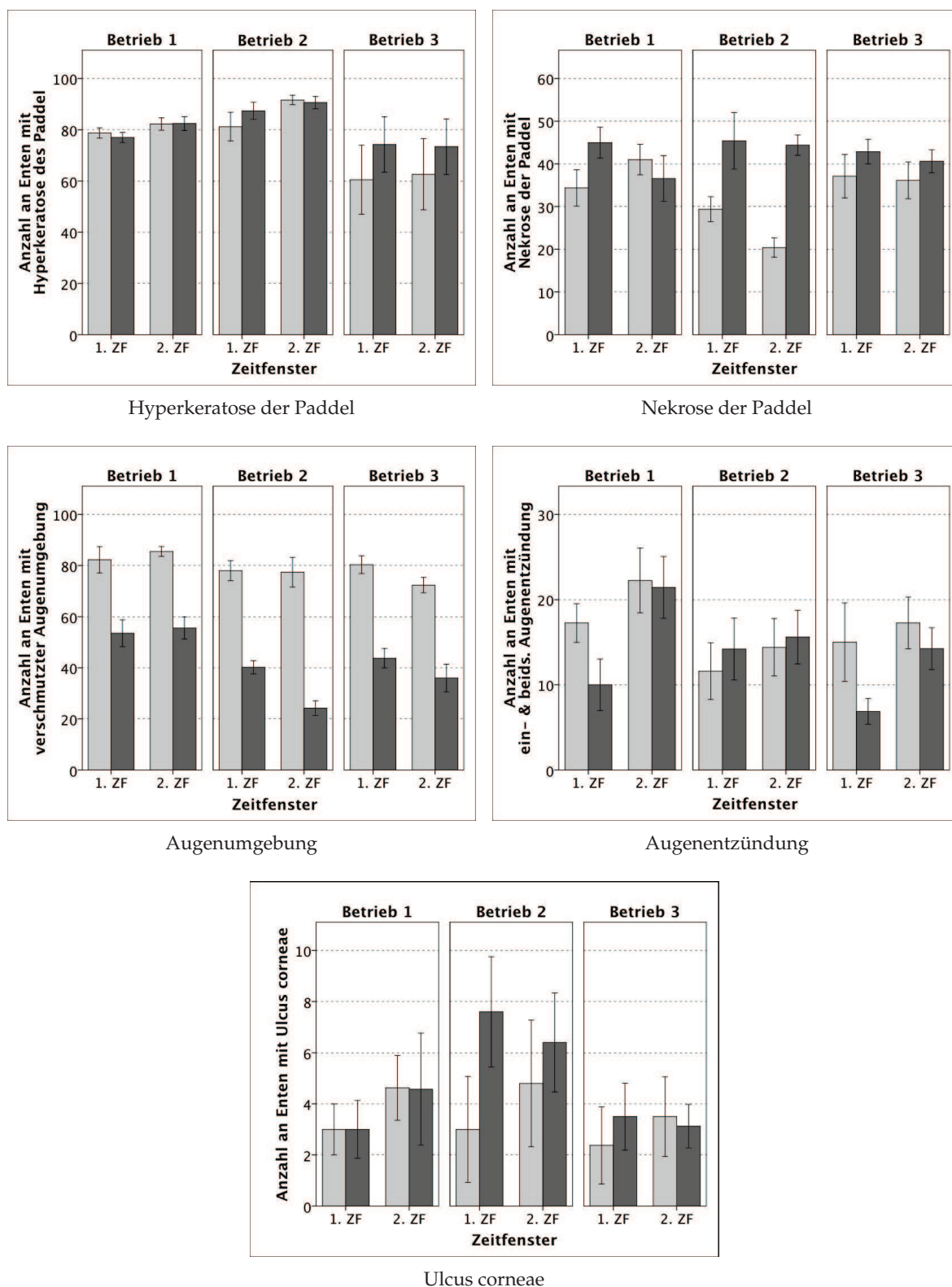


Abb. 46: Bonitur: Mittelwerte \pm SEM (n = 5 (Betrieb 2) Durchgänge bzw. 8 (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; ZF = Zeitfenster; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuche: 100; die Nekrose der Paddel umfasst die Noten leicht, mittelgradig und hochgradig; die verschmutzte Augenumgebung umfasst die Bonturnoten leicht, mittelgradig und stark)

Tab. 146: Bonitur Paddel: Mittelwerte zu Abb. 46 (n = 5 (Betrieb 2) Durchgänge bzw. 8 (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuche: 100; die verschmutzte Nekrose der Paddel umfasst die Boniturnoten leicht, mittelgradig und hochgradig)

Boniturmerkmal	Betrieb	Zeitfenster	Besuchsart	n	Mittelwert ± SEM	SD
Hyperkeratose der Paddel vorhanden	Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	78,75 ± 2,02	5,73
			Versuch	8	77,00 ± 1,98	5,61
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	82,25 ± 2,43	6,88
			Versuch	7	82,43 ± 2,73	7,23
	Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	81,20 ± 5,58	12,48
			Versuch	5	87,40 ± 3,36	7,50
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	91,60 ± 1,86	4,16
			Versuch	5	90,60 ± 2,42	5,41
	Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	60,50 ± 13,51	38,20
			Versuch	8	74,25 ± 10,82	30,62
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	62,63 ± 13,92	39,36
			Versuch	8	73,38 ± 10,86	30,72
Nekrose der Paddel vorhanden	Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	34,38 ± 4,26	12,04
			Versuch	8	45,00 ± 3,63	10,25
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	41,00 ± 3,59	10,16
			Versuch	7	36,57 ± 5,35	14,16
	Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	29,40 ± 2,93	6,54
			Versuch	5	45,40 ± 6,63	14,83
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	20,40 ± 2,25	5,03
			Versuch	5	44,40 ± 2,38	5,32
	Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	37,1 ± 5,08	14,37
			Versuch	8	42,88 ± 2,89	8,17
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	36,13 ± 4,31	12,19
			Versuch	8	40,63 ± 2,69	7,62

Tab. 147: Bonitur Paddel: Ergänzender Mann-Whitney U-Test zu Diagramm 46 und Tab. 146 (n = 5 (Betrieb 2) Durchgänge bzw. 8 (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuche: 100; die Nekrose umfasst die Boniturnoten leicht, mittelgradig und hochgradig; Nullhypothese: die Verteilung des Boniturmerkmals innerhalb der Kategorien der Besuchsart ist identisch)

Merkmal	Betrieb	Besuchsart	<i>p</i>	Nullhypothese beibehalten
Hyperkeratose der Paddel vorhanden	Betrieb 1	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,382	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,189	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,645	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,955	Ja
	Betrieb 2	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,095	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,421	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,690	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,690	Ja
	Betrieb 3	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,798	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	1,000	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,382	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,721	Ja
Nekrose der Paddel vorhanden	Betrieb 1	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,234	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,281	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,038	Nein
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,631	Ja
	Betrieb 2	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,095	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,690	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,056	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,008	Nein
	Betrieb 3	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	1,000	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,574	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,382	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,382	Ja

Tab. 148: Bonitur Augen: Mittelwerte zu Abb. 46 (n = 5 (Betrieb 2) Durchgänge bzw. 8 (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuche: 100; die verschmutzte Augenumgebung umfasst die Boniturnoten leicht, mittelgradig und stark)

Boniturmerkmal	Betrieb	Zeitfenster	Besuchsart	n	Mittelwert ± SEM	SD
verschmutzte Augenumgebung vorhanden	Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	82,25 ± 5,19	14,67
			Versuch	8	53,50 ± 5,26	14,87
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	85,50 ± 1,96	5,56
			Versuch	7	55,57 ± 4,34	11,47
	Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	78,00 ± 3,92	8,78
			Versuch	5	40,20 ± 2,60	5,81
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	77,40 ± 5,81	12,99
			Versuch	5	24,20 ± 2,85	6,38
	Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	80,38 ± 3,51	9,91
			Versuch	8	43,75 ± 3,80	10,75
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	72,38 ± 3,00	8,48
			Versuch	8	36,00 ± 5,42	15,33
Augenentzündung, ein- oder beidseitig vorhanden	Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	17,25 ± 2,27	6,41
			Versuch	8	10,00 ± 3,02	8,54
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	22,25 ± 3,81	10,77
			Versuch	7	21,43 ± 3,62	9,59
	Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	11,60 ± 3,33	7,44
			Versuch	5	14,20 ± 3,64	8,14
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	14,40 ± 3,37	7,54
			Versuch	5	15,60 ± 3,14	7,02
	Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	15,00 ± 4,61	13,05
			Versuch	8	6,88 ± 1,51	4,26
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	17,25 ± 3,03	8,58
			Versuch	8	14,25 ± 2,46	6,94
Ulcus corneae vorhanden	Betrieb 1	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	3,00 ± 1,00	2,83
			Versuch	8	3,00 ± 1,13	3,21
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	4,63 ± 1,27	3,58
			Versuch	7	4,57 ± 2,19	5,80
	Betrieb 2	1. Zeitfenster	Kontrolle	5	3,00 ± 2,07	4,64
			Versuch	5	7,60 ± 2,16	4,83
		2. Zeitfenster	Kontrolle	5	4,80 ± 2,48	5,54
			Versuch	5	6,40 ± 1,94	4,34
	Betrieb 3	1. Zeitfenster	Kontrolle	8	2,38 ± 1,51	4,27
			Versuch	8	3,50 ± 1,31	3,70
		2. Zeitfenster	Kontrolle	8	3,50 ± 1,56	4,41
			Versuch	8	3,13 ± 0,85	2,42

Tab. 149: Bonitur Augen: Ergänzender Mann-Whitney U-Test zu Diagramm 46 und Tab. 148 (n = 5 (Betrieb 2) Durchgänge bzw. 8 (Betrieb 1 und 3) Durchgänge; Anzahl an bonitierten Tieren pro Besuche: 100; die verschmutzte Augenumgebung umfasst die Boniturnoten leicht, mittelgradig und stark; Nullhypothese: die Verteilung des Boniturmerkmals innerhalb der Kategorien der Besuchsart ist identisch)

Merkmals	Betrieb	Besuchsart	<i>p</i>	Nullhypothese beibehalten
verschmutzte Augenumgebung vorhanden	Betrieb 1	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,798	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,694	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,003	Nein
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	< 0,001	Nein
	Betrieb 2	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,841	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,016	Nein
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,008	Nein
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,008	Nein
	Betrieb 3	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,083	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,279	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	< 0,001	Nein
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,001	Nein
Augenentzündung, ein- oder beidseitig vorhanden	Betrieb 1	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,382	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,029	Nein
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,065	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,867	Ja
	Betrieb 2	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,690	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	1,000	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,548	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,841	Ja
	Betrieb 3	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,574	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,038	Nein
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,065	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,505	Nein
Ulcus corneae vorhanden	Betrieb 1	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,505	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,694	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,878	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,536	Ja
	Betrieb 2	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,421	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,841	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,161	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,421	Ja
	Betrieb 3	Kontrolle, 1. ZF vs. Kontrolle, 2. ZF	0,442	Ja
		Versuch, 1. ZF vs. Versuch, 2. ZF	1,000	Ja
		Kontrolle, 1. ZF vs. Versuch, 1. ZF	0,442	Ja
		Kontrolle, 2. ZF vs. Versuch, 2. ZF	0,878	Ja