

Haltung unkupierter Legehennen in alternativen
Haltungssystemen unter Berücksichtigung
der Tiergesundheit und des Stallklimas

von Adriane Maria Hammes

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

München

Haltung unkupierter Legehennen in alternativen
Haltungssystemen unter Berücksichtigung
der Tiergesundheit und des Stallklimas

von Adriane Maria Hammes

aus Itapiranga

München 2017

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen

Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde,

Tierhygiene und Tierhaltung

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

Mitbetreuung durch Dr. A. Schwarzer und Dr. H. Louton

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

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

Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Thomas Göbel

Tag der Promotion: 11. Februar 2017

*Für meine Familie
und Adrian*

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung	1
II. Literatur	2
1. Rechtliche Anforderungen an die Legehennenhaltung	2
2. Federpicken und Kannibalismus.....	3
2.1. Arten des Federpickens	3
2.2. Prädilektionsstellen für Federpicken.....	4
2.3. Federfressen.....	4
2.4. Kannibalismus	5
2.5. Risikofaktoren für Federpicken und Kannibalismus	5
2.5.1. Genetik und gemischte Herden.....	5
2.5.2. Tageszeit	6
2.5.3. Stallklima.....	7
2.5.3.1. Schadgase - Ammoniak.....	7
2.5.3.2. Stalltemperatur.....	9
2.5.3.3. Beleuchtungsstärke	9
2.5.3.4. Staub.....	11
2.5.4. Einstreu	12
2.5.5. Futtermittelstruktur.....	14
2.5.6. Maßnahmen zur Besserung der Stallluftqualität.....	14
III. Material und Methoden	15
1. Das Forschungsvorhaben	15
2. Betriebe.....	15
3. Stallungen, Haltungsformen und Hybridlinien.....	17
3.1. Stallungen und Haltungsformen.....	17
3.2. Hybridlinien und Herden	18
4. Datenerfassung in den Betrieben	21
4.1. Erfassung der Tiergesundheit (Bonitur)	21
4.1.1. Allgemeine Parameter.....	21
4.1.2. Einteilung der Körperregionen für die Gefieder- und Verletzungsbonitur..	21
4.1.2.1. Variablen zur Beurteilung des Gefiederzustandes.....	22
4.1.2.2. Variablen zur Beurteilung von Hautverletzungen.....	22
4.1.3. Variablen für die statistische Auswertung des Gefieder- und	
Verletzungszustandes.....	23
4.1.3.1. Gefiederschäden.....	23
4.1.3.2. Verletzungen.....	24
4.2. Fuß- und Zehenballengesundheit.....	24
4.3. Erfassung des Stallklimas.....	24
4.3.1. Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit.....	25
4.3.2. Ammoniakkonzentration.....	25
4.3.3. Luftströmung.....	26
4.3.4. Lichtintensität	26
4.3.5. Staubbelastung	26
4.4. Einstreu	27

5. Statistische Auswertung	27
IV. Ergebnisse	30
1. Aufzuchtbetriebe	30
1.1. Gefiederbonitur in der Aufzucht	30
1.2. Verletzungsbonitur in der Aufzucht	32
1.2.1. Fuß- und Zehenballengesundheit	33
1.3. Stallklimatische Faktoren	33
1.3.1. Betriebsbesuche	33
1.3.2. Ammoniakkonzentration	34
1.3.3. Beleuchtungsstärke	35
1.3.4. Temperatur	38
1.3.5. Relative Luftfeuchtigkeit	39
1.3.6. Staubkonzentration in der Stallluft	40
1.3.7. Luftströmung	42
1.4. Einstreutiefe, -qualität und -struktur	43
1.4.1. Einstreutiefe	43
1.4.2. Einstreuqualität und -struktur	43
1.5. Unifaktorielle Betrachtung von Einflussfaktoren auf Gefiederschäden bei nicht-schnabelküperten Junghennen	44
1.5.1. Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und gemischten / nicht-gemischten Herden	45
2. Legebetriebe	46
2.1. Gefiederbonitur in den Legebetrieben	46
2.2. Verletzungsbonitur in den Legebetrieben	48
2.2.1. Kannibalismusverletzungen „Rücken / Stoß / Bauch“	49
2.2.2. Kannibalismusverletzungen „Kloake“	50
2.2.3. Kannibalismusverletzungen „Zehenoberseite“	52
2.3. Fuß- und Zehenballengesundheit	54
2.3.1. Fußballen-Läsionen	54
2.3.2. Fußballen-Hyperkeratose	55
2.3.3. Zehenballen-Läsionen	56
2.3.4. Zehenballen-Hyperkeratose	58
2.4. Stallklimatische Faktoren	60
2.4.1. Betriebsbesuche	60
2.4.2. Ammoniakkonzentration	60
2.4.3. Beleuchtungsstärke	62
2.4.4. Temperatur	66
2.4.5. Relative Luftfeuchtigkeit	68
2.4.6. Staubkonzentration	69
2.4.7. Luftströmung	70
2.5. Einstreutiefe, -qualität und -struktur	72
2.5.1. Einstreutiefe	72
2.5.2. Einstreuqualität und -struktur	73
2.6. Unifaktorielle Betrachtung von Einflussfaktoren auf Gefiederschäden und Verletzungen bei nicht-schnabelküperten Legehennen	74
2.6.1. Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und Stallklima	75
2.6.2. Zusammenhang zwischen Verletzungen und Stallklima	76

2.6.2.1. Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“	76
2.6.2.2. Verletzungen an der Kloake	77
2.6.2.3. Verletzungen an der Zehenoberseite	78
2.6.3. Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden / Verletzungen und dem Stallklima in Abhängigkeit von „gemischten / nicht-gemischten Herden“	79
2.6.4. Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und Verletzungen	81
V. Diskussion	82
1. Methodik	82
2. Aufzucht	82
2.1. Gefiederschäden in der Aufzucht	82
2.2. Kannibalismusverletzungen in der Aufzucht	83
2.3. Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und stallklimatischen Faktoren in der Aufzucht	83
2.3.1. Ammoniak	83
2.3.2. Beleuchtungsstärke	84
2.3.3. Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Luftströmung	85
2.3.4. Staub	86
2.3.5. Einstreutiefe und -struktur	86
2.4. Gefiederschäden bei gemischten und nicht-gemischten Herden	87
3. Legehennen	87
3.1. Gefiederschäden in den Legebetrieben	87
3.1.1. Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in den Legebetrieben	88
3.2. Kannibalismusverletzungen in den Legebetrieben	88
3.2.1. Kannibalismus „Rücken / Stoß / Bauch“	88
3.2.2. Kloakenkannibalismus	89
3.2.3. Zehenkannibalismus	90
3.3. Zusammenhang zwischen Gefiederschäden sowie Verletzungen und stallklimatischen Faktoren in den Legebetrieben	90
3.3.1. Ammoniak	90
3.3.2. Beleuchtungsstärke	91
3.3.3. Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Luftströmung	92
3.3.4. Staub	93
3.3.5. Einstreutiefe und -struktur	93
3.3.6. Gefiederschäden und Verletzungen bei gemischten und nicht-gemischten Herden	94
4. Schlussfolgerungen	95
VI. Zusammenfassung.....	97
VII. Summary.....	100
VIII. Literaturnachweis	103
IX. Anhang.....	113
1. Aufzucht	113
1.1. Gefiederschäden in der Aufzucht	113
1.2. Prozentualer Anteil Verletzungen „Rücken, Stoß und Bauch“ in der Aufzucht einzeln dargestellt	114
1.3. Verletzungen „Kloake“ in der Aufzucht	117

1.4. Verletzungen „Zehenoberseite“ in der Aufzucht	118
1.5. Läsionen an „Fuß- und Zehenballen“ in der Aufzucht	118
1.6. Boniturschema Aufzuchtbetriebe	120
1.7. Tabellen zur Deskriptiven Auswertung zum Abschnitt IV.1.3 (stallklimatische Faktoren)	123
2. Legehennen	128
2.1. Gefiederschäden in den Legebetrieben	128
2.2. Prozentualer Anteil Verletzungen „Rücken, Stoß und Bauch“ in den Legebetrieben einzeln dargestellt	130
2.3. Verletzungen „Kloake“ in den Legebetrieben	132
2.4. Boniturschema Legebetriebe	133
2.5. Tabellen zur Deskriptiven Auswertung zum Abschnitt IV.2.4 (stallklimatische Faktoren) in den Legebetrieben	136
X. Danksagung.....	148

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BB	Bovan Brown
HFP	High featherpecking
IFP	Intermediate featherpecking
KG	Kontrollgruppe
LB	Lohmann Brown
LFP	Low featherpecking
LSL	Lohmann Selected Leghorn
LW	Lebenswoche
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MW	Mittelwert
n.a.	not available
p	Signifikanz
Phi	Phi-Koeffizient
PM	Particulate Matter
ppm	parts per million
RIR	Rhode Island Red
SE	Standardfehler des Mittelwerts
VG	Versuchsgruppe
WL	White Leghorn

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht über die Aufzuchtställe in den Aufzuchtbetrieben und die Zuordnung zu den Legebetrieben	16
Tabelle 2: Alter der Tiere in Lebenswochen in der Aufzucht- und Legephase bei unterschiedlichen Betriebsbesuchen.....	17
Tabelle 3: Absolute und relative Anzahl der bonitierten Junghennen für die einzelnen Legelinien in den Versuchs- und Kontrollgruppen zusammengefasst für alle Aufzuchtbetriebe	18
Tabelle 4: Übersicht über die Herdengröße der untersuchten Versuchs- und Kontrollgruppen sowie die Verteilung der Legelinien in den Gruppen in den Aufzuchtbetrieben	19
Tabelle 5: Absolute und relative Anzahl der bonitierten Legehennen für die einzelnen Legelinien in den Versuchs- und Kontrollgruppen zusammengefasst für alle Legebetriebe.....	20
Tabelle 6: Übersicht über die Herdengröße der untersuchten Versuchs- und Kontrollgruppen sowie die Verteilung der Legelinien in den Gruppen in den Legebetrieben	20
Tabelle 7: Gefiederscore der Körperregionen „Hals dorsal“, „Rücken“ und „Flügeldecken“ für Jung- und Legehennen	22
Tabelle 8: Verletzungsscore der Körperregionen „Rücken“, „Stoß“, „Bauch“, „Kloake“ und „Zehenoberseite“ bei Jung- und Legehennen.....	23
Tabelle 9: Skala für die im Stall ermittelte Luftströmung mittels Strömungsprüfröhrchen	26
Tabelle 10: Einteilung der Einstreuqualität nach dem Welfare Quality Assessment Protocol (WELFARE QUALITY®, 2009)	27
Tabelle 11: Kategorisierung der ausgezählten Bodenfedern auf einer Fläche von einem Quadratmeter im Einstreubereich	27
Tabelle 12: Binäre Kategorisierung der untersuchten Variablen.....	28
Tabelle 13: Mittelwerte, Minima und Maxima der Gefiederscores bei nicht-schnabelkupierten (VG) und schnabelkupierten (KG) Junghennen beim ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht	31
Tabelle 14: Median, Minima und Maxima der Luftströmung in den einzelnen Betrieben beim ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht	42

Tabelle 15: Mittelwerte, Minima, Maxima der Einstreutiefen in den einzelnen Betrieben bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht.....	43
Tabelle 16: Mediane der Einstreuqualität und der Einstreustruktur bei den einzelnen Betriebsbesuchen in der Aufzucht.....	44
Tabelle 17: Binäre Kategorisierung der untersuchten Variablen.....	45
Tabelle 18: Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test in der Aufzucht.....	45
Tabelle 19: Zusammenhänge zwischen „Herden gemischt“ und Gefiederschäden aus dem Chi-Quadrat-Test in der Aufzucht.....	46
Tabelle 20: Mittelwerte, Minima und Maxima der Gefiederscores sowie der prozentuale Anteil an Hennen mit Gefiederschäden bei nicht-schnabelkupierten (VG) und schnabelkupierten (KG) Legehennen beim ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch in den Legebetrieben.....	47
Tabelle 21: Prozentualer Anteil nicht-schnabelkupierter (VG) und schnabelkupierter Legehennen (KG) mit kannibalistischen Verletzungen für die Körperregionen „Rücken / Stoß / Bauch“ bei den drei Betriebsbesuchen in den Betrieben.....	49
Tabelle 22: Prozentualer Anteil nicht-schnabelkupierter (VG) und schnabelkupierter Legehennen (KG) mit kannibalistischen Verletzungen an der „Kloake“ bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	51
Tabelle 23: Prozentualer Anteil nicht-schnabelkupierter (VG) und schnabelkupierter (KG) Legehennen mit Pickverletzungen an der „Zehenoberseite“ bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	52
Tabelle 24: Prozentualer Anteil an Hennen mit Fußballenläsionen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	54
Tabelle 25: Prozentualer Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen an den Fußballen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	55
Tabelle 26: Einteilung der Betriebe in Abhängigkeit von dem Anteil der Legehennen mit mittel- bis hochgradigen Fußballen-Hyperkeratosen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	56
Tabelle 27: Prozentualer Anteil an Hennen mit Zehenläsionen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	57
Tabelle 28: Prozentualer Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen an den Zehenballen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	58

Tabelle 29: Einteilung der Betriebe in Abhängigkeit von dem Anteil der Legehennen mit mittel- bis hochgradigen Zehenballen-Hyperkeratosen bei den drei Betriebsbesuchen während der Legephase	59
Tabelle 30: Median, Minima und Maxima der Luftströmung in den einzelnen Betrieben bei den drei Betriebsbesuch in den Legebetrieben.....	71
Tabelle 31: Mittelwerte, Minima, Maxima der Einstreutiefen in den einzelnen Betrieben bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	72
Tabelle 32: Mediane der Einstreuqualität und der Einstreustruktur bei den einzelnen Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	74
Tabelle 33: Binäre Kategorisierung der untersuchten Variablen.....	75
Tabelle 34: Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben	75
Tabelle 35: Zusammenhänge zwischen Verletzungen an „Rücken, Stoß, Bauch“ und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben.....	76
Tabelle 36: Zusammenhänge zwischen Verletzungen an der Kloake und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben	77
Tabelle 37: Zusammenhänge zwischen Verletzungen an der Zehenoberseite und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben	78
Tabelle 38: Signifikanzen der Zusammenhänge zwischen „gemischte Herde“ und Gefiederschäden bzw. Verletzungen aus dem Chi-Quadrat-Test in den Legebetrieben	79
Tabelle 39: Stochastische Testung auf Unabhängigkeit zwischen „Legelinien gemischt“ und den Stallklimafaktoren in den Legebetrieben.....	80
Tabelle 40: Signifikanzen der Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und Verletzungen in den Legebetrieben.....	81
Tabelle 41: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Gefiederschäden bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch.....	113
Tabelle 42: Signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Gefiederscores zwischen Betriebsbesuchen 1 und 2 bei der Versuchs- und Kontrollgruppe sowie zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe beim ersten und zweiten Betriebsbesuch.....	114

Tabelle 43: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen am „Rücken“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch	114
Tabelle 44: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen am „Stoß“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch	115
Tabelle 45: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen am „Bauch“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch	116
Tabelle 46: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen an der „Kloake“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch	117
Tabelle 47: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen an den „Zehenoberseiten“ in der Versuchs- und Kontrollgruppe bei beiden Betriebsbesuchen	118
Tabelle 48: Prozentualer Anteil der vier Läsionsgrade an den Fußballen der untersuchten Junghennen bei den zwei Betriebsbesuchen	118
Tabelle 49: Prozentualer Anteil der vier Läsionsgrade an den Zehenballen der untersuchten Junghennen bei den zwei Betriebsbesuchen	119
Tabelle 50: Mittelwerte, Minima und Maxima der Ammoniakkonzentrationen in ppm in den Aufzuchtbetrieben bei den beiden Betriebsbesuchen	123
Tabelle 51: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Scharraum“ in den Aufzuchtbetrieben	123
Tabelle 52: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Ebenen“ in den Aufzuchtbetrieben	124
Tabelle 53: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Sitzstangen“ in den Aufzuchtbetrieben	125
Tabelle 54: Mittelwerte, Minima und Maxima der aufgezeichneten Temperaturen aus dem Datenlogger bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht	126
Tabelle 55: Mittelwerte, Minima und Maxima der relativen Luftfeuchtigkeit in Prozent in den Betrieben bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch	126
Tabelle 56: Mittelwerte, Minima und Maxima der Staubkonzentrationen in mg/m ³ in den Betrieben bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht	127
Tabelle 57: Prozentualer Anteil an Legehennen mit Gefiederschäden beim ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	128

Tabelle 58: Signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Gefiederscores zwischen Betriebsbesuchen 1 und 2 und 1 und 3 bei der Versuchs- und Kontrollgruppe sowie zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bei den drei Betriebsbesuchen	129
Tabelle 59: Anteil an Legehennen mit Verletzungen am „Rücken“ bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	130
Tabelle 60: Anteil an Legehennen mit Verletzungen am „Stoß“ bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	130
Tabelle 61: Anteil an Legehennen mit Verletzungen am „Bauch“ bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	131
Tabelle 62: Prozentualer Anteil an Legehennen mit Verletzungen an der Kloake bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	132
Tabelle 63: Mittelwerte, Minima und Maxima der Ammoniakkonzentrationen in ppm in den Legebetrieben bei den drei Betriebsbesuchen	136
Tabelle 64: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Scharraum“	137
Tabelle 65: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Ebenen“	139
Tabelle 66: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Sitzstangen“	140
Tabelle 67: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Nester“	142
Tabelle 68: Mittelwerte, Minima und Maxima der Stalltemperatur (°C) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	143
Tabelle 69: Mittelwerte, Minima und Maxima der relativen Luftfeuchtigkeit (%) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	145
Tabelle 70: Mittelwerte, Minima und Maxima der Staubkonzentration bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch	146

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Schematische Einteilung der Körperregionen zur Beurteilung der Gefieder- und Verletzungsbonitur bei Jung- und Legehennen, verändert nach Bilcik und Keeling (1999)	22
Abbildung 2: Visualisierung der Jahreszeit, zu welcher die einzelnen Betriebsbesuche in den Aufzuchtbetrieben erfolgt sind	33
Abbildung 3: Mittelwerte der Ammoniakkonzentrationen bei dem ersten und dem zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht	34
Abbildung 4: Mittelwerte der Beleuchtungsstärken (Lux) in den verschiedenen Funktionsbereichen Scharraum, Ebenen und Sitzstangen bei den beiden Betriebsbesuchen in den Aufzuchtbetrieben	36
Abbildung 5: Mittelwerte der Beleuchtungsstärken (Lux) aus den zwei Betriebsbesuchen für die Betriebe in den Stallbereichen Scharraum, Ebenen und Sitzstangen in der Aufzucht	38
Abbildung 6: Mittelwerte der aufgezeichneten Temperaturen aus dem Datenlogger für die Betriebe bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht	39
Abbildung 7: Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit in Prozent in den Betrieben bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht	40
Abbildung 8: Mittelwerte der Staubkonzentrationen in mg/m ³ in den einzelnen Betrieben bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht	41
Abbildung 9: Visualisierung der Jahreszeit, zu welcher die einzelnen Betriebsbesuche in den Legebetrieben erfolgt sind	60
Abbildung 10: Mittelwerte der Ammoniakkonzentrationen in den Ställen für die einzelnen Betriebe bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch in den Legebetrieben	61
Abbildung 11: Mittelwerte der Beleuchtungsstärke (Lux) in den verschiedenen Funktionsbereichen (Scharraum, Ebene, Sitzstange, Nester) in den Legebetrieben	64
Abbildung 12: Mittelwerte der Beleuchtungsstärken in den drei Funktionsbereichen (Scharraum, Ebenen, Sitzstangen) zusammengefasst für die einzelnen Betriebe bei den einzelnen Betriebsbesuchen in den Legebetrieben	66
Abbildung 13: Temperaturen in den Ställen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben	67

Abbildung 14: Relative Luftfeuchtigkeit (%) in den Ställen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben	68
Abbildung 15: Mittelwerte der Staubkonzentrationen in mg/m ³ in den einzelnen Betrieben bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben.....	69

I. EINLEITUNG

In Deutschland werden derzeit ca. 39,6 Millionen Legehennen gehalten, davon etwa 81 % in Boden- und Freilandhaltung (Statistisches Bundesamt, 2015). Bei nahezu allen Küken, die für die Produktion von Eiern als Legehennen in oben genannten Haltungsformen gehalten werden, wird die Spitze des Schnabels gestutzt (MORITZ, 2014). Dieser Eingriff ist zwar laut §6 des Tierschutzgesetzes (2006) verboten, kann aber unter bestimmten Voraussetzungen von der zuständigen Behörde erlaubt werden. Das Schnabelkupieren wird als symptomatische Maßnahme angesehen, um Verhaltensstörungen, wie Federpicken und Kannibalismus, in der Legehennenhaltung zu reduzieren (KEPPLER, 2010).

Da aufgrund verschiedener, sehr heterogener Studien (GENTLE et al., 1982; BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989; GENTLE et al., 1990; GENTLE et al., 1991; VAN LIERE, 1995; GENTLE et al., 1997; MARTINEC et al., 2002; SANDILANDS und SAVORY, 2002) letztendlich Schmerzen und andere negative Auswirkungen auf das Verhalten und Wohlbefinden der Tiere nach der Schnabelamputation nicht sicher ausgeschlossen werden können, gibt es in immer mehr Ländern Bestrebungen, auf das Kupieren der Schnäbel bei Legehennen ganz zu verzichten. In einigen europäischen Ländern, wie Finnland, Norwegen, Schweden und Österreich wird das Schnabelkürzen bei Legehennen bereits unterlassen. In Deutschland soll ab 1. Januar 2017 die Einstellung schnabelgekürzter Junghennen nicht mehr erfolgen, so dass ab dem 1. August 2016 keine Schnabelamputationen bei den Küken, die für die Legehennenhaltung in Deutschland vorgesehen sind, vorgenommen werden sollen (BMEL, 2014).

Thema dieser Dissertation war die Untersuchung der Haltung unkupierter Legehennen in alternativen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Stallklimas. Speziell sollte untersucht werden, wie sich Stallklimafaktoren und bestimmte Managementmaßnahmen, z.B. Einstreu, auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus auswirken, mit dem Ziel, auf das Kupieren der Schnäbel verzichten zu können.

Die vorliegende Arbeit ist Teil des Projektes „Maßnahmen zur Verbesserung des Tierschutzes bei Legehennen in Praxisbetrieben“, welches aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) sowie des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert wurde.

II. LITERATUR

1. Rechtliche Anforderungen an die Legehennenhaltung

In den letzten Jahren gab es bei der Haltung von Legehennen wesentliche Veränderungen, welche auch gesetzlich verankert wurden:

Bei den Haltungssystemen von Legehennen unterscheidet man zwischen Käfighaltung (konventionelle und Kleingruppenhaltung) und Bodenhaltung. Die konventionelle Käfighaltung ist seit 2012 in allen EU-Staaten verboten (RICHTLINIE-1999/74/EG, 1999). In Deutschland wurde diese EU-Richtlinie bereits zum 1. Januar 2010 umgesetzt. Die Bodenhaltung wird, zusammen mit der Freiland- und der ökologischen Legehennenhaltung, als alternatives Haltungssystem bezeichnet.

Zum 1.12.2014 nutzten in Deutschland 63 % der Betriebe die klassische Bodenhaltung, 18 % die Freilandhaltung und 8 % der Betriebe führten eine ökologische Legehennenhaltung durch. Kleingruppenhaltung bestand bei 11 % der Betriebe (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2015). Somit dominierten 2014 die alternativen Haltungssysteme von Legehennen mit 89 % der Haltungsformen.

Bei der klassischen Bodenhaltung verfügen die Hühner über einen eingestreuten Bereich zum Scharren, Picken und Staubbaden. Zusätzlich ist der Stall mit Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen sowie Nestern zur Eiablage, Ebenen, ggf. auch Sitzstangen sowie Kotgruben ausgestattet. Bei der Freilandhaltung haben die Hühner zusätzlich zu der Stalleinrichtung, wie bei der klassischen Bodenhaltung, einen Zugang zu einer Auslauffläche (Weidefläche), die mindestens so groß sein muss, dass alle Hühner diese gleichzeitig nutzen können (TIERSCHNUTZTV, 2006). Es müssen Tränken sowie Schutzvorrichtungen vor „widrigen Witterungsbedingungen und vor Raubtieren“ vorhanden sein (RICHTLINIE-1999/74/EG, 1999).

Die Mindestanforderungen bei der Haltung von Legehennen sind in der Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 (RICHTLINIE-1999/74/EG, 1999), geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 806/2003 des Rates vom 14. April 2003, festgelegt. Die Umsetzung dieser Richtlinie ist in der „Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere“ im Abschnitt 3 „Anforderungen an das Halten von Legehennen“ geregelt (TIERSCHNUTZTV, 2006). Die besonderen Anforderungen an die alternativen Haltungssysteme sind in § 13a „Besondere Anforderungen an Haltungseinrichtungen für Legehennen“ dieser Verordnung festgelegt.

2. Federpicken und Kannibalismus

Kannibalismus und Federpicken werden als häufige Probleme besonders in der alternativen Legehennenhaltung angesehen (KNIERIM et al., 2007). Dabei kann es entweder infolge von Federpicken zu Kannibalismus kommen; Kannibalismus kann aber auch unabhängig von Federpicken auftreten.

2.1. ARTEN DES FEDERPICKENS

Die Art des Pickens bei Hühnern unterscheidet sich in Abhängigkeit davon, ob es bei der Futtersuche, beim Staubbaden oder beim Federpicken auftritt (DIXON et al., 2008). Dabei wird der Begriff des Federpickens in der Literatur von verschiedenen Autoren unterschiedlich definiert und benutzt. Einige Autoren bezeichneten als „Federpicken“ lediglich die Form des Federpickens, welche zu einer Schädigung des Gefieders führt (VESTERGAARD, 1994).

SAVORY (1995) unterschied zwischen fünf Arten des Pickens: Aggressives Picken, Federpicken ohne Federverlust, Federpicken mit Federverlust, Bepicken federloser Hautstellen und Bepicken der Kloake.

BILCIK und KEELING (1999) bezeichneten als „Federpicken“ das Bepicken, Herausziehen und Fressen von Federn eines anderen Huhns. Sie unterteilten in so genannte aggressive Pickschläge, starke Pickschläge und sanfte Pickschläge. In Legehennengruppen war eine steigende Anzahl erhaltener aggressiver Pickschläge mit einer Abnahme des Körpergewichts sowie einer Zunahme der Gefiederschäden in den Lebenswochen 27 und 32 assoziiert. Die Anzahl starker Pickschläge war mit signifikanten Gefiederschäden sowie mit Hautschäden in jedem Lebensalter korreliert, hingegen konnte bei sanften Pickschlägen keine Zunahme der Gefiederschäden beobachtet werden.

Auch LAMBTON et al. (2010) unterschied zwischen starkem und sanftem Federpicken; hier wurde das starke Federpicken als Ursache für Gefiederschäden angesehen. Die Häufigkeit des schweren Federpickens nahm mit Größe der Auslauffläche sowie auch mit Zunahme der Temperatur innerhalb der Ställe ab.

WECHSLER et al. (1998) unterschied während der Aufzuchtphase vier Arten des Federpickens; „pecking without pinching“ (Picken), „pinching with pulling slightly“ (Kneifen), „pulling with vigorous backward movement of the head“ (Ziehen) und „plucking“ (Herauszipfen). Die Häufigkeiten der unterschiedlichen Arten des Federpickens waren: 54,4 % Picken, 19,8 % Kneifen, 23,4 % Ziehen und 2,4 % Herauszipfen. Die Autoren beobachteten, dass im Durchschnitt 83 % aller Gruppenmitglieder mindestens einmal Initiator für Federpicken waren, allerdings in jeder beobachteten Gruppe immer einige wenige Tiere mehr als doppelt so oft an Pickaktionen beteiligt waren. Das schwere Federpicken dieser Tiere wurde dem „Herauszipfen“ zugeordnet.

Es besteht noch kein Konsens, ob es sich bei starkem Federpicken um ein umgeleitetes Bodenpicken bzw. eine umgeleitete Nahrungsmittelsuche handelt (BLOKHUIS, 1986) oder es mit dem Staubbaden assoziiert ist (VESTERGAARD et al., 1993; HANSEN und BRAASTAD, 1994).

BLOKHUIS (1986) beobachtete dabei eine umgekehrte Korrelation zwischen Bodenpicken und Federpicken gegenüber Artgenossen. VESTERGAARD et al. (1993) beobachteten bei Haushühnern, dass starkes Federpicken am Häufigsten während des Staubbadens auftrat. Die Autoren teilten hier in leichte „allopreening pecks“ (Pickschläge zur gegenseitigen Gefiederpflege) und starke „feather pecks“ (starke Pickschläge). Die Anzahl der erhaltenen starken Pickschläge eines Tieres war mit dem Ausmaß der Gefiederschäden korreliert. Hühner, die am häufigsten pickten waren solche, die am meisten Angst zu haben schienen und die am wenigsten am Staubbaden in ihrer Gruppe teilnahmen. Auch HANSEN und BRAASTAD (1994) beobachten bei Junghennen in der 12. Lebenswoche eine starke Korrelation zwischen Staubbaden und Federpicken; dabei war in Gruppen mit höherer Besatzdichte mehr Staubbaden und mehr Federpicken zu beobachten.

2.2. PRÄDILEKTIONSSTELLEN FÜR FEDERPICKEN

WECHSLER et al. (1998) beobachtete keine bestimmten Körperregionen als Prädilektionsstellen für Federpicken, während LUGMAIR (2009) fand, dass beim Federpicken Rücken, Hals- und Brustregion bevorzugt werden. Andere Autoren sahen den Schwanz und die Flügel als Prädilektionsstellen an (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997); an diesen Stellen können große federlose, z.T. blutige Stellen entstehen, welche für Artgenossen einen erneuten Reiz zum Weiterpicken darstellen können. Durch anfangs kleine Pickverletzungen können Wunden entstehen, die letztendlich zum Verenden der Tiere führen (Kannibalismus).

2.3. FEDERFRESSEN

Federpicken und Federfressen scheinen bei Legehennen miteinander assoziiert zu sein. Herden, bei denen Federfressen auftrat, zeigten in Untersuchungen von NIEBUHR et al. (2006) und LUGMAIR (2009) einen signifikant höheren Anteil an Hennen mit Gefiederschäden. Gefiederschäden durch Federpicken schienen direkt abhängig vom Ausmaß des Federfressens zu sein (MCKEEGAN und SAVORY, 1999). MCKEEGAN und SAVORY (1999) beobachteten den höchsten Grad an Federfressen in Junghennenherden, bei denen die schwersten Ausbrüche von Federpicken und Kannibalismus auftraten. Ebenso schien ein geringes oder fehlendes Vorhandensein von Bodenfedern zu einem gesteigerten Federpicken bei den Artgenossen zu führen. Das Nicht-Vorhandensein von Bodenfedern und die Zunahme von Federmaterial im Kot der Tiere könnte somit als indirektes Zeichen für das Ausmaß von Federfressen angesehen werden.

Möglicherweise spielt das Federfressen auch für die Futterpassage bei Legehennen eine entscheidende Rolle. Das Fressen von Federn schien die Futterpassage bei Legehennen deutlich zu beschleunigen und den gleichen Effekt auf diese zu haben wie unlösliche Ballaststoffe (HARLANDER-MATAUSCHEK et al., 2006).

Beim Federfressen schien auch die physikalische Beschaffenheit der Feder eine wichtige Rolle zu spielen (HARLANDER-MATAUSCHEK und FEISE, 2009): Legehennen präferierten beim Federfressen eindeutig kürzere und weichere Federteile. Daneben könnte die Körperregion für das Federpicken und Federfressen eine wichtige Rolle spielen. In Untersuchungen von HARLANDER-MATAUSCHEK et al. (2007) war eine Präferenz der Hühner für Federn aus der Brustregion zu erkennen. Die Gründe für diese Präferenz von Federn bestimmter Körperregionen könnten mit der unterschiedlichen physikalischen Beschaffenheit der Federn dieser Körperregionen zusammenhängen.

2.4. KANNIBALISMUS

Kannibalismus wurde definiert als das „Picken und Ziehen an Haut und Gewebe eines anderen Tiers“ (KEELING, 1994). KEPPLER (2010) bestätigte in ihren Untersuchungen, dass durch das Herausziehen von Federn Verletzungen an der Haut der Hennen entstehen können, die dann von anderen Hennen weiter bepickt werden und schließlich zum Tod der Henne führen kann. In der Literatur wurden auch Kloaken- und Zehenkannibalismus beschrieben, die unabhängig von Federpicken auftreten konnten (SAVORY, 1995; GUNNARSSON et al., 1999; STAACK et al., 2010). GREEN et al. (2000) beobachteten allerdings eine starke positive Korrelation zwischen dem Auftreten von Federpicken und Kloakenkannibalismus; dabei trat das Federpicken im Durchschnitt 8,3 Wochen vor dem Kloakenkannibalismus auf.

2.5. RISIKOFAKTOREN FÜR FEDERPICKEN UND KANNIBALISMUS

Als wesentliche Risikofaktoren für Federpicken und Kannibalismus werden unter anderem hohe Besatzdichte, Gruppengröße, Haltungsformen, genetische Faktoren, Stallklima, Einstreubeschaffenheit und Futtermittelstruktur angesehen (BLOKHUIS und ARKES, 1984; KJAER und VESTERGAARD, 1999; AERNI et al., 2000b; EL-LETHEY et al., 2000; GREEN et al., 2000; BUITENHUIS et al., 2003; KNIERIM et al., 2007; LUGMAIR, 2009).

2.5.1. GENETIK UND GEMISCHTE HERDEN

Untersuchungen zeigten, dass genetische Faktoren einen wichtigen Einfluss auf Verhaltensstörungen wie Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen haben (HOCKING et al., 2001; KJÆR und SØRENSEN, 2002; BUITENHUIS et al., 2003; HOCKING et al., 2004; UITDEHAAG et al., 2008; LUGMAIR, 2009; UITDEHAAG et al., 2009; RODENBURG et al., 2010; DAMME K. et al., 2014).

Auch in der Art der Futtersuche schienen sich Legelinien zu unterscheiden. Die Gesamtzeit, welche für die Futtersuche verwendet wurde, differierte dabei allerdings nicht (KLEIN et al., 2000). Das Federpickverhalten scheint zwischen den Legelinien unterschiedlich ausgeprägt zu sein. Einzelne Genloci im Hühnergenom, die mit dem Federpickverhalten zu tun haben, wurden bereits identifiziert und könnten in Zukunft eine Rolle bei der genetischen Selektion der Hybridlinien spielen (BUITENHUIS et al., 2003; RODENBURG et al., 2004).

DAMME K. et al. (2014) verglichen drei Braunlegerlinien („Bovans Brown“, „Novogen Brown“ und „Lohmann Brown“) mit der Weißlegerlinie „Dekalb White“ in der 73. Lebenswoche: Die Braunleger wiesen mehr starke Gefiederschäden auf als die „Dekalb White“ Hennen (6,5 % vs. 0,0 %). Zuvor verglichen sie die Braunlegerlinien „Tetra Brown“, „Novogen Brown“ und „Lohmann Brown“ mit der Weißlegerlinie „Lohmann Selected Leghorn“: Auch hier zeigten die Braunleger in der 73. Lebenswoche einen deutlich höheren Anteil betroffener Hennen mit starken Gefiederschäden im Vergleich zu der Weißlegerlinie (45,1 % vs. 7,7 %) (DAMME K. et al., 2011).

Auch die Inhomogenität einer Herde in Bezug auf die Legelinie scheint einen wichtigen Einfluss auf Gefiederschäden zu haben: Untersuchungen von UITDEHAAG et al. (2009) zeigten, dass White Leghorn-Hennen in gemischten Herden deutlich mehr Gefiederschäden durch schweres Federpicken aufwiesen als in nicht-gemischten Herden. Auch PLATTNER (2015) beobachtete bei Lohmann Brown-Hennen in gemischten Herden eine höhere Federpickrate als in nicht-gemischten Herden.

Insgesamt schienen Verhaltensweisen wie Federpicken, Kannibalismus und das allgemeine Pickverhalten höchst abhängig von dem Genotyp zu sein (KJÆR und SØRENSEN, 2002; HOCKING et al., 2004). Ebenfalls schien das Federpickverhalten mit dem Lebensalter der Hennen zuzunehmen, wie z.B. bei Hennen vom Typ „White Leghorn“ von KJÆR und SØRENSEN (1997) untersucht wurde. KJÆR et al. (2001) konnten nachweisen, dass durch direkte Selektion von Legehennen mit starkem und schwachem Pickverhalten über drei Generationen das Federpickverhalten beeinflusst werden konnte und sich bei den beiden Gruppen deutliche Unterschiede im Gefiederzustand darstellten. Eine Strategie zur Reduktion des Federpickens und des Kannibalismus wäre also, auf Legelinien mit hohem genetischen Potential für Federpicken zu verzichten; allerdings zeigen häufig gerade diese Legelinien eine hohe Legeleistung (HOCKING et al., 2001).

2.5.2. TAGESZEIT

Es konnte eine Abhängigkeit des Federpickverhaltens von der Tageszeit nachgewiesen werden: Dabei nahm die Federpickaktivität im Laufe des Tages zu (KJÆR, 2000). Auch PRESTON (1987) stellte eine Tageszeitabhängigkeit fest, wobei die Häufigkeit des Federpickens am Nachmittag ca. viermal höher war als

am Morgen. Der Anteil starken Federpickens war allerdings unabhängig von der Tageszeit.

2.5.3. STALLKLIMA

Die Tiergesundheit und das Wohlbefinden der Tiere scheinen von den klimatischen Faktoren in den Ställen stark beeinflusst zu werden. „Ein optimales Stallklima ist Grundvoraussetzung für eine artgemäße Tierhaltung“ (BAUMANN, 2004). Als Stallklima werden die „chemischen und physikalischen Bedingungen der Stallluft zusammengefasst“ (RICHTER, 2006b). Dazu gehören u.a. der Ammoniakgehalt der Luft, die Stalltemperatur und relative Luftfeuchtigkeit, die Beleuchtungsstärke, der Luftstrom sowie der Staubgehalt der Stallluft. Nach Richtlinie 1999/74/EG zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen müssen die Temperatur, die Luftzirkulation, die relative Luftfeuchtigkeit, der Staubgehalt der Luft und die Gaskonzentrationen im Stall in einem Bereich gehalten werden, der „für die Tiere unschädlich ist“ (RICHTLINIE-1999/74/EG, 1999).

2.5.3.1. SCHADGASE - AMMONIAK

Als Hauptschadgas in der Tierhaltung kommt dem Ammoniak eine Schlüsselrolle zu. Ammoniak ist ein farbloses und wasserlösliches Gas mit stechendem Geruch, das bei der Geflügelhaltung durch mikrobielle Stoffwechselaktivität durch den Abbau von Harnsäure und aus Aminosäuren im Kot entsteht. „Die mikrobielle Aktivität ist [...] von Substrat, Temperatur, Feuchte und Zeit abhängig“ (RICHTER, 2006b). Die Ammoniakfreisetzung steigt mit der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und mit Feuchtigkeit in der Einstreu an (KOERKAMP et al., 1999).

Für den Menschen ist der Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) von Ammoniak nach den technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin auf 20 ppm festgelegt. Wiederholte Exposition von Arbeitern in der Geflügelhaltung gegenüber Ammoniakkonzentrationen über 12 ppm war mit einer signifikanten Verschlechterung der Lungenfunktion korreliert (DONHAM et al., 2000).

Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2006) muss der Stall mit einer Lüftungsvorrichtung ausgestattet sein, welche die Einhaltung von Mindestluft-raten sicherstellt. Dabei soll die Ammoniakkonzentration der Stallluft im Aufenthaltsbereich der Tiere 10 ppm und darf dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten (TIERSCHNUTZTV, 2006).

Während bei der Rinderhaltung mittlere Ammoniakkonzentrationen unter 8 ppm und bei Schweinen unter 18 ppm gemessen wurden, wurden in der Geflügelhaltung in Abhängigkeit des Haltungssystems mit 30 ppm deutlich höhere Kon-

zentrationen nachgewiesen (GROOT KOERKAMP et al., 1998; NIMMERMARK et al., 2009; HINZ et al., 2010).

Die Ammoniakkonzentration in der Stallluft ist wesentlich von dem Haltungssystem und auch von der Jahreszeit abhängig (SALEH, 2006; HINZ et al., 2010). HINZ et al. (2010) untersuchten unterschiedliche Haltungssysteme bei Legehennen: Boden-, Freiland-, Volieren- und Kleingruppenhaltung. Es zeigte sich, dass bei allen Haltungssystemen der Ammoniakgehalt im Winter deutlich höher war als im Sommer. Bei der Kleingruppenhaltung wurden die niedrigsten Ammoniakemissionswerte, bei der Bodenhaltung dagegen die höchsten Werte gemessen. Dabei wurde bei der Bodenhaltung die vorgegebene Grenze von 20 ppm sogar im Sommer überschritten. Auch Untersuchungen von NIMMERMARK et al. (2009) belegten, dass die Ammoniakkonzentrationen bei der Bodenhaltung signifikant höher als bei Volierensystemen waren. Die von NIMMERMARK et al. (2009) untersuchten drei Haltungssysteme zeigten dabei sehr große Unterschiede: Die höchsten Konzentrationen mit einem Mittelwert von 85 ppm bestanden bei der Bodenhaltung, Konzentrationen von 32 ppm bei „Multilevelsystemen“ (Voliere), die niedrigsten Konzentrationen von etwa 5 ppm bei der Kleingruppenhaltung. Die Abhängigkeit der Ammoniakkonzentration von der Jahreszeit wird auch von MORGAN et al. (2014) bestätigt. Als Ursache wurde während der Wintermonate eine verminderte Belüftung angenommen. In den Sommermonaten bestand eine verbesserte Belüftungssituation sowie eine trockenere Beschaffenheit der Einstreu und der Exkremete.

Die Höhe der Ammoniakkonzentration hatte einen signifikanten Einfluss auf die Futtersuche, das Ruheverhalten sowie auf die Gefiederpflege der Tiere (KRISTENSEN et al., 2000). Bei freier Wahl hielten sich Legehennen bevorzugt in Bereichen mit niedrigeren Ammoniakkonzentration auf. Während bei der Futteraufnahme kein Unterschied sichtbar war, zeigte sich eine signifikante Reduktion des Futtersuchverhaltens in Umgebungen mit höheren Ammoniakkonzentrationen. Durch Entzündungen wird das Sehvermögen der Tiere eingeschränkt und damit die Futter- und Wassersuche erschwert (KRISTENSEN et al., 2000). Die Legeleistung blieb von der Ammoniakkonzentration unbeeinträchtigt.

Auch bei Masthähnchen konnte beobachtet werden, dass bei freier Wahl von Stallbereichen mit unterschiedlichen Ammoniakkonzentrationen zwischen 4 und 37 ppm die Tiere Bereiche mit höheren Konzentrationen als ca. 10 ppm mieden und Bereiche niedrigerer Ammoniakkonzentrationen bevorzugten (JONES et al., 2005). Bei Masthähnchenküken wurde bei Exposition gegenüber Ammoniakkonzentrationen zwischen 25 und 50 ppm die Induktion von Augenläsionen nach ca. 7 Tagen beschrieben (OLANREWAJU et al., 2007). Auch MILES et al. (2006) stellten in Untersuchungen mit Masthähnchenküken bei 25 ppm Augenveränderungen fest; bei Ammoniakkonzentration zwischen 50 und 75 ppm zeigten diese Tiere starke Augenläsionen.

Bei Untersuchungen von KNIERIM et al. (2007) war der Anteil an Legehennen mit Verletzungen deutlich niedriger in den Herden, die während der Aufzuchtphase einer Ammoniakkonzentration von weniger als 15 ppm im Vergleich zu Herden mit höheren Ammoniakkonzentrationen im Stall ausgesetzt waren (2,64 % versus 14,10 %). Bei Junghennen im Alter zwischen der 15. und 17. Lebenswoche trat bei höherem Ammoniakgehalt Federpicken früher auf (DRAKE et al., 2010). Bei höheren Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft wurden auch mehr Gefiederschäden festgestellt. Auch in Untersuchungen von LUGMAIR (2009) wurden bei Legehennenherden, die in Ställen mit höheren Ammoniakkonzentrationen gehalten wurden, stärkere Gefiederschäden beobachtet als in Ställen mit niedrigeren Konzentrationen.

2.5.3.2. STALLTEMPERATUR

In einer Untersuchung von NIEBUHR et al. (2006) wurde festgestellt, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Stalltemperatur und den Pickverletzungen bei Legehennen, allerdings nur im Winter, bestand. Die Untersuchung zeigte auch, dass der Anteil der Hennen mit Pickverletzungen pro Grad Celsius Temperaturanstieg um 2,74 % sank. GREEN et al. (2000) beobachteten eine Zunahme des Risikos von Federpicken bei Legehennen bei Stalltemperaturen unter 20 °C. Untersuchungen von PÖTZSCH et al. (2001) bestätigten, dass Temperaturen über 20 °C das Risiko von Kloakenkannibalismus signifikant reduzieren können. In Untersuchungen von LAMBTON et al. (2010) wiesen die Legehennen in Ställen mit höherer Temperatur hingegen mehr Gefiederschäden auf.

2.5.3.3. BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Hühner sind sehr visuelle, tagaktive und soziale Tiere. Bei Vögeln ist die „Sehstärke und das Auflösungsvermögen deutlich höher als bei Menschen; [...] sie können UV-Licht und Flackerfusionsfrequenzen von über 150 Hz wahrnehmen“ (RICHTER, 2006b).

Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung Abschnitt 3 §13 Abs. 3 und §14 Abs. 1 Nr. 2 müssen die Ställe „so beleuchtet sein, dass sich die Tiere untereinander erkennen und durch die mit der Fütterung und Pflege betrauten Personen in Augenschein genommen werden können“ (TIERSCHNUTZTV, 2006). Die Ställe müssen „seit März 2002 mit Lichtöffnungen versehen sein, die mindestens 3 Prozent der Grundfläche des Stalls entsprechen und die so angeordnet sind, dass eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Lichts gewährleistet wird“.

Für Aktivitäten wie Nahrungsaufnahme sowie Komfort-, Sozial- und Sexualverhalten benötigen Hühner eine bestimmte Lichtintensität (RICHTER, 2006a). Dies bestätigten auch COLLINS et al. (2011) bei der Verhaltensuntersuchung zwischen genetisch blinden und sehenden Hühnern. Im Vergleich zu den sehenden Hühnern zeigten die genetisch blinden Hühner vermehrt Gefiederputzen

und abnormale Verhaltensweisen, wie „Luftpicken“ oder „im Kreis laufen“. Zudem waren die Aktivität und das Körpergewicht der genetisch blinden Tiere vermindert. Ähnliche Ergebnisse ergaben auch Untersuchungen von O'CONNOR E et al. (2011): Legehennen, die bei niedrigeren Lichtintensitäten (5 Lux) gehalten wurden, waren weniger aktiv und beschäftigten sich mehr mit Gefiederpflege und Sandbaden als solche, die bei höheren Lichtintensitäten (150 Lux) gehalten wurden.

Die Lichtintensität im Stall hat einen bedeutenden Einfluss auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen (KNIERIM et al., 2007). Bei einer Lichtintensität von 80 Lux hatten deutlich mehr Hennen Gefiederschäden als Tiere, die bei 4 - 6 Lux gehalten wurden. In Bezug auf Kannibalismus hatten die Ställe mit wenig Licht mehr verletzte Tiere als die stärker beleuchteten Ställe (KNIERIM et al., 2007). Dabei schienen Junghennen, die bei einer Beleuchtungsstärke unter 5 Lux gehalten wurden, ein ruhigeres und weniger schreckhaftes Verhalten zu zeigen als Junghennen, die bei hellerer (50 – 80 Lux) Lichtintensität aufwuchsen (HARTINI et al., 2002).

In Bezug auf die Ausleuchtung der Nester zeigten Untersuchungen von GREEN et al. (2000), dass das Risiko für Federpicken durch zusätzliche Ausleuchtung steigt. PÖTZSCH et al. (2001) konnten diese Beobachtung auch in Zusammenhang mit einer Steigerung des Risikos für Kloakenkannibalismus bestätigen. Als Begründung wurde die erhöhte Attraktivität der Kloakenschleimhaut nach der Eiablage bei zusätzlicher Lichtexposition angesehen.

Auch KJAER und VESTERGAARD (1999) untersuchten die Entwicklung von Federpicken bei Legehennen in Abhängigkeit von der Lichtintensität und vom Lebensalter (0 bis 46 LW) der Tiere; dabei wurde in „leichtes“ oder „schweres“ Federpicken unterteilt: Bei Hennen, die bei einer Lichtintensität von 3 Lux gehalten wurden, zeigte sich eine bis zu zwanzigfache Zunahme der Häufigkeit des leichten Federpickens; hingegen trat bei einer Lichtintensität von 30 Lux zwei- bis dreimal häufiger schweres Federpicken im Vergleich zu niedrigeren Lichtintensitäten, mit deutlich erhöhter Mortalitätsrate, auf. Es wurde interpretiert, dass Dunkelheit den Tieren die Möglichkeit nimmt, ihre Umgebung ausreichend visuell zu erfassen und deshalb die Tiere „explorativ“ leicht picken. Bei einer Lichtstärke von 50 Lux zeigten die Legehennen signifikant häufiger Federpicken und aggressives Verhalten im Vergleich zu den Hennen, die bei 5 Lux gehalten wurden (MOHAMMED et al., 2010). DRAKE et al. (2010) beobachteten ebenfalls ein früheres Auftreten von Federpicken in Ställen mit hoher Lichtintensität. Auch KJÆR und SØRENSEN (2002) bestätigen einen Effekt der Lichtintensität während der Aufzuchtphase auf das Federpickverhalten; insgesamt schätzten diese Autoren den Effekt solcher Umweltfaktoren geringer ein als die genetische Prädisposition.

Dabei schien die physische Aktivität von Legehennen sowie deren Energieaufwand positiv mit der Lichtintensität im Stall zu korrelieren (BOSHOUWERS

und NICAISE, 1987). Kunstlicht mit Dämmerungsphase verringerte starke Gefiederschäden. In der Untersuchung von LUGMAIR (2009) hatten die Hennen, die in Stallungen gehalten wurden, bei der das Kunstlicht beim Ein- bzw. Ausschalten keine Dimmphase hatte, eine 33 % höhere Wahrscheinlichkeit für starke Gefiederschäden im Vergleich zu den Hennen in Stallungen mit Dimmphase.

Die Lichtintensität hatte während der Aufzuchtphase keinen Einfluss auf die Inzidenz von Kannibalismus (HARTINI et al., 2002).

Untersuchungen von AHMAD et al. (2011) zeigten an Masthähnchen, die bei einer geringen Lichtintensität von 4 Lux gehalten wurden, eine leicht, jedoch nicht signifikant erhöhte Produktionsleistung im Vergleich zu Hühnern, die bei hoher Lichtintensität gehalten wurden. Die Mortalität war in der Gruppe mit der höchsten Lichtstärke am höchsten. DEEP et al. (2010) wiesen in Untersuchungen an Masthähnchen keine Abhängigkeit des Körpergewichts, der Futtermenge und der Mortalität von der Lichtintensität nach. Ulzerative Fußballenläsionen waren linear mit Zunahme der Lichtintensität rückläufig.

2.5.3.4. STAUB

Bei Geflügel entsteht Staub aus Einstreu, Futter, Haut und Federn (GRUB et al., 1965). In Bezug auf die Staubkonzentration in verschiedenen Haltungssystemen von Legehennen werden einheitlich die höchsten Konzentrationen bei der Bodenhaltung und die geringsten Staubkonzentrationen bei der Kleingruppenhaltung gemessen (SALEH, 2006; NIMMERMARK et al., 2009; HINZ et al., 2011). Ebenso war die Konzentration an Bakterien in den Bodenhaltungssystemen am höchsten und stieg auch mit zunehmender Staubkonzentration an (NIMMERMARK et al., 2009).

Bei den Untersuchungen von SALEH (2006) wurden bei Legehennen in Volierenhaltungen einatembare Staubkonzentrationen im Durchschnitt zwischen 1,0 und 5,0 mg/m³ gemessen; in ausgestalteter Käfighaltung hingegen wurden deutlich niedrigere Mittelwerte zwischen 0,3 und 0,9 mg/m³ gemessen. Ebenfalls war die alveolargängige Staubkonzentration in der Voliere höher im Vergleich zu ausgestalteter Käfighaltung (Höchstmittelwert von 2,1 mg/m³ vs. 0,62 mg/m³).

NANNEN und BÜSCHER (2007) untersuchten die Verteilung der Partikelgrößen (0,3 bis 5 µm; 5 bis 10 µm und > 10 µm) bei Legehennen in Käfig- und Volierenhaltung. Bei der Käfighaltung blieb die Partikelkonzentration im Sommer und den Übergangsmonaten gering, während in der Volierenhaltung die Partikelkonzentrationen aller Größenklassen sehr stark anstiegen; dabei wurde der höchste Anteil an kleinen Partikeln mit einer Größe von 0,5 bis 5 µm festgestellt. Auch in den Untersuchungen von BROER L. et al. (2013) wies über 80 % des gemessenen Staubes eine Partikelgröße kleiner als 4 µm auf.

Staub wird als disperse Verteilung fester Stoffe in der Luft, die durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelungen entstanden sind, bezeichnet (DFG, 2015). Partikelförmige Stoffe können durch Irritationen, Allergien oder toxische Wirkungen verschiedene Erkrankungen in den Atmungsorganen verursachen; dabei ist die Wirkung vom Ablagerungsort der eingeatmeten Partikel im Respirationstrakt abhängig (DFG, 2015). Die eingeatmeten Staubpartikel („einatembare Staub“) gelangen in Abhängigkeit von ihrem aerodynamischen Durchmesser in den extrathorakalen (Nase-Rachen-Kehlkopf-) Bereich, Thorax- oder Alveolarbereich („alveolargängiger Staub“) und können sich dort ablagern (DFG, 2015). Staub kann bei Menschen und Tieren Reizungen und Erkrankungen von Schleimhäuten, insbesondere des Respirationstraktes verursachen. Insbesondere kann es über eine chronische Entzündung des Bronchialsystems zu der Entwicklung einer chronischen Lungenerkrankung mit Reduktion der Lungenfunktion kommen (PEARSON und SHARPLES, 1995). Staub ist als Hauptursache für Erkrankungen des respiratorischen Systems bei Tieren anzunehmen. Er kann sowohl einen physikalischen als auch einen chemischen Effekt auf die Schleimhäute der Tiere haben und zudem als Träger für verschiedene Mikroorganismen dienen (WEBSTER, 1981).

Für den Menschen ist der Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) von Staub nach den technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin auf $1,25 \text{ mg/m}^3$ (Schichtmittelwert) für alveolargängigen Staub (Fraktion A) und 4 mg/m^3 (Jahresmittelwert) für einatembaren Staub (Fraktion E) begrenzt (BAUA, 2014). Wiederholte Exposition von Arbeitern in der Geflügelhaltung gegenüber Staubkonzentrationen über $2,4 \text{ mg/m}^3$ (atembare Fraktion) und $0,16 \text{ mg/m}^3$ (alveolargängige Fraktion) war mit einer signifikanten Verschlechterung der Lungenfunktion assoziiert (DONHAM et al., 2000).

In der Nutztierhaltung sind bislang keine gesetzlichen Grenzwerte für Staubkonzentrationen festgelegt.

Die Staubbelastung in der Stallluft ist von vielen Faktoren abhängig, insbesondere von der Aktivität der Tiere (HINZ et al., 2011; BROER L. et al., 2013). Zusätzlich haben die Art des Haltungssystems, der Tierbesatz sowie die Luftzirkulation im Stall einen großen Einfluss (RICHTER, 2006b; SALEH, 2006).

Hennen, die in Stallungen mit hoher Staubbelastung gehalten wurden, hatten ein 49 % erhöhtes Risiko starker Gefiederschäden im Vergleich zu Hennen in Stallungen ohne Staubbelastung (LUGMAIR, 2009).

2.5.4. EINSTREU

Um die Verhaltensansprüche der Hühner, wie das Staubbaden und Futtersuchverhalten (Scharren, Picken), zu ermöglichen, ist die Beschaffenheit und eine gute Qualität der Einstreu wichtig. Außerdem dient sie als Isolierungsschicht vor der

Bodenkälte und kann die Ausscheidungen der Tiere teilweise aufnehmen (MARTIN, 2005).

NØRGAARD-NIELSEN et al. (1993) konnten zeigen, dass der Zugang zu Sand und Torf zum Staubbaden während der Aufzuchtphase die Tendenz der Entwicklung zu Federpicken in der späteren Legephase deutlich reduzierte. Auch SANOTRA et al. (1995), die Federpicken als fehlgeleitete Entwicklung des Staubbadens, ebenso wie VESTERGAARD et al. (1993), deuten, bestätigten, dass ein geeignetes Einstreusubstrat, wie z.B. Sand, bereits in den ersten Lebenstagen geeignet ist, um spätere Entwicklungsstörungen in Bezug auf Staubbaden und auch auf Federpicken zu reduzieren oder zu verhindern. Auch Untersuchungen von HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) und JOHNSEN et al. (1998) zeigten, dass bei Küken, die seit dem ersten oder bis zum zehnten Lebenstag Zugang zu Sand oder Stroh hatten, weniger Federpicken und Kannibalismusvorfälle während der Legephase auftraten, als bei Hennen, die keine Einstreu in den ersten Lebenstagen zur Verfügung hatten.

BLOKHUIS und ARKES (1984) beobachteten deutliche Unterschiede beim Federpicken in Abhängigkeit des Vorhandenseins von Einstreu bei Aufzuchtgehühnern zwischen dem Schlüpfen bis zur 17. Lebenswoche: Dabei nahm bei den Junghennen, die ohne Einstreu aufwuchsen, das Federpicken deutlich zu im Vergleich zu den Tieren, die Einstreu zur Verfügung hatten. Nach dem Umsetzen der Tiere, welche zunächst Einstreu zur Verfügung hatten, in einstreulose Gruppen nahm das Federpicken bei diesen Tieren deutlich zu.

Zudem war die Abwesenheit einer Einstreu in den ersten vier Lebenswochen sowie die Abwesenheit von Tageslicht in den Wochen 7 bis 17 signifikant mit Gefiederschäden während der Legephase assoziiert (BESTMAN et al., 2009). Junghennen, die in der Aufzuchtphase keine Gefiederschäden durch Federpicken zeigten, zeigten zu einem hohen Prozentsatz in der Legephase ebenfalls keine Gefiederschäden.

Mehrere Untersuchungen (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; AERNI et al., 2000b; NICOL et al., 2001) sprechen dafür, dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Futtersuchverhalten und Federpicken besteht: Je länger die Hühner mit der Futtersuche beschäftigt waren, desto weniger wurde Federpicken beobachtet. Die Dauer der Futtersuche war abhängig von der Beschaffenheit der Einstreu. Dieses bestätigt eine Arbeit von AERNI et al. (2000b); dort wurden Legehennen mit und ohne Zugang zur Einstreu mit Langstroh sowie mit unterschiedlichen Futterformen (Mais, Pellets) in Bezug auf Federpicken und Gefiederschäden untersucht. Dabei zeigte sich eine besonders hohe Rate von Federpicken und Gefiederschäden bei Legehennen, die keinen Zugang zu dem Langstroh hatten und die mit Pellets gefüttert wurden.

Wurde während der Legephase Hennen, die ohne Einstreu gehalten wurden, Einstreu angeboten, konnte innerhalb weniger Tage eine signifikante Zunahme

des Bodenpickens und eine Abnahme des Federpickens beobachtet werden; im Gegensatz dazu führte ein plötzliches Entfernen der Einstreu zu einer sofortigen Abnahme des Bodenpickens und zu einer Zunahme des Federpickens (NICOL et al., 2001).

Während das Vorhandensein einer geeigneten Einstreu einen Einfluss auf das Futtersuchverhalten und somit auf die Reduktion von Federpicken hatte, konnte durch eine Steigerung der Möglichkeit zum Staubbaden, z.B. durch Vorhandensein von Sandflächen, ein derartiger positiver Einfluss nicht gesehen werden (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997).

Der pH-Wert sowie die Temperatur der Einstreu scheinen keine Rolle bei der Entwicklung von Federpicken zu spielen (DRAKE et al., 2010).

2.5.5. FUTTERMITTELSTRUKTUR

Die Form oder Struktur sowie die Zusammensetzung des Futters scheinen ebenfalls Federpicken zu beeinflussen; dabei beobachteten EL-LETHEY et al. (2000) höchste Raten an Federpicken bei Legehennen, welche mit pelletiertem anstatt mit geschroteten oder mehligem Futtermitteln gefüttert wurden. Auch Untersuchungen von WALSER (1997) ergaben, dass feinstrukturiertes Futter die Ausprägung von Gefiederschäden positiv beeinflusste.

2.5.6. MAßNAHMEN ZUR BESSERUNG DER STALLLUFTQUALITÄT

Durch den Einbau eines technischen Systems, welches durch einen Luftstrom die Einstreu trocknet, konnten Ammoniakemissionen auf das Niveau einstreuloser Haltungssysteme reduziert werden (KOERKAMP et al., 1998; GUSTAFSSON und VON WACHENFELT, 2000). Ebenso konnte in Legeställen durch regelmäßiges Ausmisten (Räumen der Kotbänder) (MORGAN et al., 2014) eine starke Reduktion der Ammoniakkonzentrationen erzielt werden. Dies trifft auch auf andere Strategien, wie Trocknung der Einstreu und Stressreduktion bei den Hennen (PATTERSON, 2005) zu. BROER L. et al. (2013) fanden heraus, dass durch eine Entmistung der Bodenfläche in Verbindung mit einer dreimaligen Kotbandräumung pro Woche die Staubkonzentration, der Keimgehalt und die Ammoniakkonzentration in alternativen Haltungssystemen deutlich reduziert werden konnten.

Eine effektive Reduktion von Staub sollte auf verschiedenen Wegen erfolgen und umfasst regelmäßige Stallreinigung, unterschiedliche Filtertechniken, Lüftungen und die Art des Umgangs mit den Hühnern (PATTERSON, 2005).

III. MATERIAL UND METHODEN

1. Das Forschungsvorhaben

Die Feldstudie dieses Projektes wurde im Zeitraum von März 2012 bis August 2013 im Rahmen des Projektes „Maßnahmen zur Verbesserung des Tierschutzes bei Legehennen in Praxisbetrieben“ des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU München durchgeführt. Das Projekt wurde aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), sowie des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen ausgewählten Stallklimafaktoren und der Tiergesundheit besteht und ob durch Optimierung der Stallklimaparameter eine Reduktion des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus, besonders bei nicht-schnabelkupierten Legehennen, erzielt werden kann. Damit soll ein Beitrag auf den künftigen Verzicht auf das Schnabelkupieren bei Legehennen geleistet werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurden parallel Dissertationen von Frau Dr. Alice Lenz und Frau Dr. Anna Szczepanek zu Management und Haltung unkupierter Legehennen in alternativen Haltungssystemen und Frau Dr. Christina Plattner zum Verhalten nicht-schnabelgekürzter Legehennen in Boden- und Freilandhaltung mit Fokus auf das Pickverhalten angefertigt. Weiterhin entstanden die Arbeiten von Frau Laura Herr zu Schlachthofbefunden bei Legehennen (eingereicht 2016) und Herrn Markus Elger (eingereicht 2016) im Rahmen dieses Forschungsvorhabens.

2. Betriebe

Alle Legebetriebe nahmen freiwillig an dem Projekt teil. Voraussetzungen für die Teilnahme waren konventionelle Boden- oder Freilandhaltung, eine Betriebsgröße von mindestens 1000 Haltungsplätzen und ein Betriebsstandort in Bayern. Die Legebetriebe erklärten sich bereit, eine Herde nicht-schnabelgekürzter Legehennen einzustallen.

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden in insgesamt 9 Aufzucht- und 16 Legehennenbetrieben erhoben. Die Aufzuchtbetriebe befanden sich in Bayern (sechs Betriebe), Nordrhein-Westfalen (ein Betrieb), Niedersachsen (ein Betrieb) und in Österreich (ein Betrieb). Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Aufzuchtbetriebe und die dazugehörigen Legebetriebe.

Tabelle 1: Übersicht über die Aufzuchtställe in den Aufzuchtbetrieben und die Zuordnung zu den Legebetrieben

Aufzuchtbetriebe Nummer	Stall	Aufzucht für Legebetrieb	Kodierung der Aufzuchtbetriebe in Lenz, (2015)
1	Stall 1	1a & 1b	A
2	n.a.	2	B
3	Stall 1	3, 3a & 3b	C
4	Stall 1	4 & 5	D
5	Stall 1	4 & 5	D
6	Stall 3	6a & 6b	D
7	Stall 1	7 & 16	E
8	Stall 3	8	C
9	Stall 1	9	F
10	Stall 1	10	F
11	Stall 4	11	C
13	Stall 2	13	F
12	Stall 1	12	G
14	Stall 1	14	H
15	Stall 1	15	I

Die Junghennen der Aufzuchtbetriebe 1, 3 und 6 wurden bei der Umstallung in die Legebetriebe in jeweils getrennte Ställe eingestallt: Die Kontrollgruppe des Aufzuchtbetriebes 1 wurde in den Legebetrieb 1a eingestallt, die Versuchsgruppe in den Legebetrieb 1b. Die Versuchsgruppe des Aufzuchtbetriebes 3 wurde in Legebetrieb 3 und die dazu gehörende Kontrollgruppe in Legebetrieb 3b eingestallt. Zusätzlich wurde ein Stall mit gleichaltrigen schnabelkupierte Legehennen der Legelinie LSL untersucht; dieser wurde als Legebetrieb 3a bezeichnet. Die im Aufzuchtbetrieb 6 gemeinsamen gehaltenen Legelinien LB und LSL wurden in die Legebetriebe 6a (LB) und 6b (LSL) eingestallt. Aufzuchtbetrieb 7 zog zusätzlich Junghennen für den Legebetrieb 16 auf.

Die Betriebe wurden während der Aufzuchtphase zweimal und in der Legephase dreimal untersucht. Eine Übersicht über die Betriebsbesuche in der Aufzucht- und Legephase ist in Tabelle 2 dargestellt.

Bei Legebetrieb 7 war in der 30. Lebenswoche ein außerplanmäßiger Betriebsbesuch wegen eines Kannibalismusausbruchs notwendig. Der Aufzuchtbetrieb für Legebetrieb 2 wurde in der Aufzuchtphase nicht untersucht, da die Junghennen zu Beginn dieses Projektes schon in den Legebetrieb umgestallt waren. Somit liegen keine Daten zu Stallklima und Tiergesundheit für diesen Aufzuchtbetrieb vor.

Tabelle 2: Alter der Tiere in Lebenswochen in der Aufzucht- und Legephase bei unterschiedlichen Betriebsbesuchen

Bb: Betriebsbesuch; LW: Lebenswoche; n.a.: not available; *außerplanmäßiger Betriebsbesuch wegen Kannibalismusausbruchs

Legebetriebe	Aufzuchtphase		Legephase		
	Bb 1 (LW)	Bb 2 (LW)	Bb 1 (LW)	Bb 2 (LW)	Bb 3 (LW)
1	12	15	31	46	66
2	n.a.	n.a.	31	48	68
3	12	20	33	45	65
4	12	19	31	46	65
5	12	19	30	46	65
6	12	19	31	45	66
7	11	19	30* / 33	44	65
8	13	20	32	48	66
9	11	19	30	46	68
10	11	18	31	46	65
11	11	19	32	45	64
12	12	20	33	47	65
13	9	18	31	46	66
14	13	18	33	45	62
15	12	16	33	45	65
16	11	19	33	44	65

3. Stallungen, Haltungsformen und Hybridlinien

3.1. STALLUNGEN UND HALTUNGSFORMEN

Die Junghennen wurden in 16 und die Legehennen in 20 unterschiedlichen Ställen gehalten. Die Ställe waren je nach Herdengröße in ein bis drei Abteile sowie jedes Abteil in zwei bis fünf Gänge unterteilt. Die Abteile waren durch ein Drahtgitter voneinander getrennt, so dass die Hühner nicht von einem Abteil in das andere Abteil gelangen konnten, alle Tiere jedoch denselben Luftraum zur Verfügung hatten. In den Aufzuchtbetrieben waren die Gänge so voneinander getrennt, dass die Junghennen nicht zwischen den Gängen wechseln konnten. In den Legebetrieben waren die Gänge nicht voneinander getrennt.

Die häufigste Haltungsform bei den Legebetrieben war die Bodenhaltung (Voliere). Von den 16 Legebetrieben hatten die Betriebe 4, 5, 6 (6a & 6b), 7, 9 und 13 einen überdachten Außenbereich, welcher als Wintergarten (Kaltscharrraum) bezeichnet wird. In den Legebetrieben 4, 5, 6 (6a & 6b), 8 und 9 hatten die Hühner zusätzlich eine Auslauffläche im Außenbereich (Freilandhaltung).

In den Aufzuchtbetrieben hatte kein Stall Tageslichteinfall mit Ausnahme von Aufzuchtbetrieb 6. Bei den Legebetrieben hatten die Ställe in den Betrieben 1 (1a & 1b), 10, 12 und 16 keinen Tageslichteinfall.

3.2. HYBRIDLINIEN UND HERDEN

In der Aufzucht wurden 14 Versuchs- (nicht-schnabelkupiert) und 9 Kontrollgruppen (schnabelkupiert), bei den Legehennen 17 Versuchs- und 6 Kontrollgruppen untersucht.

Die untersuchten Legelinien in der Aufzucht umfassten bei den „Braunlegern“ (73,8 % aller Tiere) die Legelinien „Lohmann Brown“ und „Bovan Brown“ und bei den „Weißlegern“ (26,2 % aller Tiere) die Legelinien „Lohmann Selected Leghorn“ und „Dekalb White“. Jeder Aufzuchtbetrieb hielt Junghennenherden aus einer oder aus zwei Legelinien, die getrennt gehalten wurden. Einige der Betriebe hielten zwei Legelinien in einer Herde als sogenannte „gemischte Herde“.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Anzahl bonitierter Junghennen und die Verteilung der unterschiedlichen Legelinien in den Versuchs- und Kontrollgruppen:

Tabelle 3: Absolute und relative Anzahl der bonitierten Junghennen für die einzelnen Legelinien in den Versuchs- und Kontrollgruppen zusammengefasst für alle Aufzuchtbetriebe
BB: Bovan Brown; DW: Dekalb White; LB: Lohmann Brown; LSL: Lohmann Selected Leghorn

Legelinie	Versuchsgruppe		Kontrollgruppe	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
LB	645	70,5	480	69,6
LSL	180	19,7	120	17,4
BB	60	6,6	60	8,7
DW	30	3,3	30	4,3
Gesamt	915	100,0	690	100,0

Insgesamt wurden in den Aufzuchtbetrieben 1605 Junghennen bonitiert. Davon waren 915 (57 %) der Tiere in der Versuchs- und 690 (43 %) der Tiere in der Kontrollgruppe.

Eine Übersicht über die Aufteilung von Versuchs- und Kontrollgruppen sowie der Legelinien in den Aufzuchtbetrieben ist in Tabelle 4 dargestellt:

Tabelle 4: Übersicht über die Herdengröße der untersuchten Versuchs- und Kontrollgruppen sowie die Verteilung der Legelinien in den Gruppen in den Aufzuchtbetrieben

BB: Bovan Brown; DW: Dekalb White; LB: Lohmann Brown; LSL: Lohmann Selected Leghorn; KG: Kontrollgruppe; VG: Versuchsgruppe; n.a.: not available

Aufzucht	Gruppe	Herdengröße	Prozentualer Anteil der Legelinien in der Gruppe
1	VG	3670	DW (85 %) & BB (15 %)
	KG	3670	DW (85 %) & BB (15 %)
2	n.a.	n.a.	n.a.
3	VG	2940	LB (100 %)
	KG	2465	LB (100 %)
	KG	3360	LSL (100 %)
4	VG	4200	LB (60 %) & LSL (40 %)
5	VG	4200	LB (60 %) & LSL (40 %)
6	VG	21270	LB (75 %) & LSL (25 %)
7	VG	4600	LB (50 %) & DW (50 %)
	KG	1800	LB (50 %) & DW (50 %)
8	VG	2050	LB (50 %) & LSL (50 %)
	KG	2050	LB (50 %) & LSL (50 %)
9	VG	2000	LB (75 %) & LSL (25 %)
10	VG	2000	LB (100 %)
	KG	2200	LB (100 %)
11	VG	2200	LB (100 %)
	KG	4200	LB (100 %)
12	VG	2700	LSL (60 %) & LB (40 %)
13	VG	1600	LB (50 %) & LSL (50 %)
	KG	2600	LB (50 %) & LSL (50 %)
14	VG	5220	LB (100 %)
	KG	5220	LB (100 %)
15	VG	900	LB (100 %)
	KG	900	LB (100 %)

In den Legebetrieben wurden ebenfalls die Legelinien „Bovan Brown“, „Dekalb White“, „Lohmann Brown“ und „Lohmann Selected Leghorn“ gehalten. Auch in den Legebetrieben wurden Herden entweder aus einer oder zwei (getrennten) Legelinien gehalten. Sechs Legebetriebe hielten Herden aus zwei Legelinien, sogenannte „gemischte Herden“. Die „Braunleger“ bei den untersuchten Legelinien machten 70,4 %, die „Weißleger“ 29,6 % aus. Eine Übersicht über die absolute und relative Anzahl der bonitierten Legehennen zeigt Tabelle 5:

Tabelle 5: Absolute und relative Anzahl der bonitierten Legehennen für die einzelnen Legelinien in den Versuchs- und Kontrollgruppen zusammengefasst für alle Legebetriebe

BB: Bovan Brown; DW: Dekalb White; LB: Lohmann Brown; LSL: Lohmann Selected Leghorn

Legelinien	Versuchsgruppe		Kontrollgruppe	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
LB	1260	66,7	360	66,7
LSL	435	23,0	90	16,7
DW	150	7,9	45	8,3
BB	45	2,4	45	8,3
Gesamt	1890	100,0	540	100,0

Insgesamt wurden in den Legebetrieben 2430 Hennen bonitiert, davon waren 1890 (77,5 %) der Hennen in der Versuchs- (nicht-schnabelkupiert) und 540 (22,5 %) in der Kontrollgruppe (schnabelkupiert). Eine Übersicht über die Verteilung der Versuchs- und Kontrollgruppen sowie der Legelinien in den Legebetrieben ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Übersicht über die Herdengröße der untersuchten Versuchs- und Kontrollgruppen sowie die Verteilung der Legelinien in den Gruppen in den Legebetrieben

BB: Bovan Brown; DW: Dekalb White; LB: Lohmann Brown; LSL: Lohmann Selected Leghorn; KG: Kontrollgruppe; VG: Versuchsgruppe

Legebetriebe	Gruppe	Herdengröße	Prozentualer Anteil der Legelinien in der Gruppe
1a	KG	3665	DW (85 %) & BB (15 %)
1b	VG	3589	DW (85 %) & BB (15 %)
2	VG	4250	LB (100 %)
3	VG	5453	LB (100 %)
3a	KG	4657	LSL (100 %)
3b	KG	5437	LB (100 %)
4	VG	5897	LSL (100 %)
5	VG	5044	LB (100 %)
6a	VG	4212	LB (100 %)
6b	VG	4176	LSL (100 %)
7	VG	1450	LB (50 %) & DW (50 %)
8	VG	2004	LB (50 %) & LSL (50 %)
9	VG	2000	LB (75 %) & LSL (25 %)
10	VG	4500	LB (100 %)
	KG	5000	LB (100 %)
11	VG	5700	LB (100 %)
	KG	5500	LB (100 %)
12	VG	5746	LB (100 %)
13	VG	2963	LB (50 %) & LSL (50 %)
14	VG	5020	LB (100 %)
15	VG	4200	LB (100 %)
	KG	3900	LB (100 %)
16	VG	2200	LB (50 %) & DW (50 %)

4. Datenerfassung in den Betrieben

4.1. ERFASSUNG DER TIERGESUNDHEIT (BONITUR)

Zur Beurteilung der Tiergesundheit wurde im Rahmen der Integumentbeurteilung (Bonitur) ein Schema in Anlehnung an Gunnarsson (GUNNARSSON, 2000) verändert nach Niebuhr (NIEBUHR et al., 2009) sowie nach LayWel-EU (LAYWEL-EU, 2004) verwendet (Boniturschemata siehe Anhang IX 1.6 und 2.4). Bei der Bonitur wurden die Jung- und Legehennen vor allem hinsichtlich Gefiederschäden, Hautverletzungen und Fußballenveränderungen untersucht.

Bei jedem Betriebsbesuch wurden 30 Hühner pro Abteil zufällig ausgewählt; kein Huhn wurde pro Besuch mehrfach ausgewählt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Tiere aus unterschiedlichen Bereichen, z.B. aus der Einstreu, von den Ebenen und Sitzstangen, sowie aus den unterschiedlichen Gängen der Abteile ausgewählt wurden. In Abteilen mit zwei Legehybriden wurden jeweils 15 Tiere einer Hybridlinie herausgefangen.

4.1.1. ALLGEMEINE PARAMETER

Sowohl bei den Jung- als auch bei den Legehennen wurden allgemeine Parameter, wie Körpergewicht, Schnabellänge, Veränderungen an den Augen, Kamm- und Kehllappenverletzungen, Kropffüllung, Legestatus, Krallenlänge u.a. untersucht. Das Körpergewicht der Tiere wurde mit einer Waage des Modells „Valor™ 2000“ (Ohaus Corporation, Pinebrook, USA) bestimmt; die Schnabellänge der Hühner wurde von der Schnabelbasis bis zur Schnabelspitze des Oberschnabels mit einem Metermaß gemessen. Defekte oder Trübungen der Kornea wurden als Augenveränderungen gewertet.

4.1.2. EINTEILUNG DER KÖRPERREGIONEN FÜR DIE GEFIEDER- UND VERLETZUNGSBONITUR

Zur Beurteilung des Gefiederzustandes bei den Jung- und Legehennen wurden 10 befiederte Körperregionen beurteilt (Kopf, Hals dorsal, Hals ventral, Rücken, Flügeldeckfedern, Flügelschwungfedern, Stoß, Brust, Bauch und Schenkel), angelehnt an eine Beurteilungsmethode von Bilcik und Keeling (BILCIK und KEELING, 1999), welche ursprünglich 11 Körperregionen betrachtete.

Für die Beurteilung von Hautverletzungen wurde, wie bei der Gefiederbeurteilung, ebenfalls jede Körperregion einzeln beurteilt. Dafür wurde der Tierkörper schematisch in 11 Regionen unterteilt: Kopf, Hals dorsal, Hals ventral, Rücken, Flügeldecken, Stoß, Brust, Bauch, Kloake, Schenkel und Zehenoberseite.

Die in der Arbeit festgelegte Einteilung der Körperregionen für die Gefieder- und Verletzungsbonitur bei Jung- und Legehennen ist der Abbildung 1 zu entnehmen:

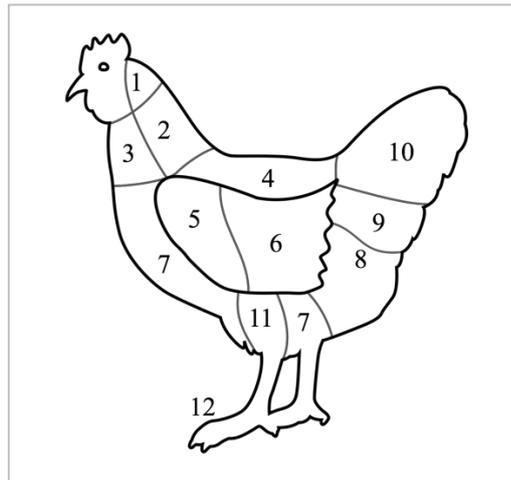


Abbildung 1: Schematische Einteilung der Körperregionen zur Beurteilung der Gefieder- und Verletzungsbilanz bei Jung- und Legehennen, verändert nach Bilcik und Keeling (1999)

1: Kopf, 2: Hals dorsal, 3: Hals ventral, 4: Rücken, 5: Flügeldecken, 6: Flügel-Schwungfedern, 7: Brust, 8: Bauch, 9: Kloake, 10: Stoß, 11: Schenkel, 12: Zehenoberseite

4.1.2.1. VARIABLEN ZUR BEURTEILUNG DES GEFIEDERZUSTANDES

Der Gefiederzustand wurde für jede einzelne Körperregion in Abhängigkeit ihrer Schädigung gemäß eines Scores eingestuft. Das Scoringssystem für die Körperregionen, die in die Auswertungen dieser Arbeit für Gefiederschäden durch Federpicken bei Jung- und Legehennen eingehen, ist Tabelle 7 zu entnehmen (Score aller anderen Variablen s. Boniturschema Anhang IX 1.6 und 2.4).

Tabelle 7: Gefiederscore der Körperregionen „Hals dorsal“, „Rücken“ und „Flügeldecken“ für Jung- und Legehennen

Ø: Durchmesser; eine Feder wird als beschädigt bezeichnet, wenn diese eine beidseitige Kahlstelle am Federkiel von über 1 cm Länge aufweist

Körperregion	Score	Junghennen	Legehennen
Hals dorsal Rücken Flügeldecken	5	-	keine Gefiederschäden
	4	keine Gefiederschäden	> 5 Pickschäden, federlose Stellen $\varnothing \leq 1$ cm
	3	beschädigte Federn	federlose Stellen $\varnothing > 1$ cm bis ≤ 5 cm
	2	einzelne Federn fehlen	federlose Stellen $\varnothing > 5$ cm bis 75 % federlos
	1	federlose Stellen $\varnothing > 1$ cm	überwiegend kahl, > 75 % federlos

4.1.2.2. VARIABLEN ZUR BEURTEILUNG VON HAUTVERLETZUNGEN

Das Scoringssystem für die Körperregionen, die in die Auswertungen dieser Arbeit für Kannibalismusverletzungen bei Jung- und Legehennen eingehen, ist Tabelle 8

zu entnehmen (Score aller anderen Variablen s. Boniturschema Anhang IX 1.6 und 2.4).

Tabelle 8: Verletzungsscore der Körperregionen „Rücken“, „Stoß“, „Bauch“, „Kloake“ und „Zehenoberseite“ bei Jung- und Legehennen

Ø: Durchmesser

Körperregion	Score	Junghennen	Legehennen
Rücken Stoß Bauch Kloake	0	keine Hautverletzungen	keine Hautverletzungen
	1	Pickverletzungen $\varnothing \leq 0,5$ cm	Pickverletzungen $\varnothing \leq 0,5$ cm
	2	Wunden $\varnothing > 0,5$ cm	Wunden $\varnothing > 0,5$ bis 1 cm
	3	-	Wunden $\varnothing > 1$ cm
Zehenoberseite	0	Keine Verletzungen	Keine Verletzungen
	1	Verletzungen vorhanden	Verletzungen vorhanden
	2	Zehenglied fehlt	Zehenglied fehlt

4.1.3. VARIABLEN FÜR DIE STATISTISCHE AUSWERTUNG DES GEFIEDER- UND VERLETZUNGSZUSTANDES

4.1.3.1. GEFIEDERSCHÄDEN

Für die statistische Auswertung von Gefiederschäden wurden die Körperregionen „Hals dorsal“, „Rücken“ und „Flügeldecken“ ausgewählt. Die Schäden am Gefieder an diesen drei Körperbereichen wurden als Schäden durch Federpicken interpretiert (GUNNARSSON et al., 1999; RAMADAN und VON BORELL, 2008; DRAKE et al., 2010). Körperbereiche wie Hals ventral, Brust und Bauch wurden nicht in die Auswertung für Gefiederschäden durch Federpicken einbezogen, da nicht auszuschließen ist, dass die Gefiederschäden am Hals und in der Brustregion durch mechanischen Druck oder Abrieb durch die Futterketten und die federlosen Stellen am Bauch durch den Brutfleck bedingt sind (RAMADAN und VON BORELL, 2008).

Der Score der drei Einzelregionen (Hals dorsal, Rücken und Flügeldecken) wurde summiert. Dabei war in der Aufzucht pro Körperregion ein maximaler Score von 4 Punkten bzw. summiert eine Punktzahl von 12 Punkten für die drei Körperregionen zusammen zu erreichen (siehe Tabelle 7). Eine Summe ≤ 10 wurde in der Aufzucht als Hinweis für Gefiederschäden durch Federpicken gewertet; dies bedeutet, dass an mindestens zwei Körperbereichen ein Score von 3 oder schlechter oder an mindestens einem Körperbereich ein Score von 2 oder schlechter vergeben wurde.

Bei den Legehennen war pro Körperregion ein maximaler Score von 5 Punkten und somit summiert eine Punktzahl von 15 Punkten für die drei Körperregionen zusammen zu erreichen (siehe Tabelle 7). Eine Summe ≤ 10 Punkte wurde als Hinweis für schwere Gefiederschäden durch Federpicken gewertet; dies bedeutet

für mindestens zwei Körperbereiche einen Score von 3 oder niedriger oder mindestens für einen Körperbereich einen Score von 2 oder niedriger.

Sowohl für die Aufzucht als auch für die Legehennen wurde bei einer Summe ≤ 10 dem Tier in Bezug auf Gefiederschäden ein Binärwert von 1 zugeteilt, bei einer Summe > 10 ein Binärwert von 0. Danach wurde der prozentuale Anteil der Tiere mit Gefiederschäden in Bezug auf die Stichprobe bestimmt.

4.1.3.2. VERLETZUNGEN

Da in der Aufzucht kaum Verletzungen vorkamen, wurde die statistische Auswertung nur für Legehennen durchgeführt. Dafür wurden ebenfalls drei Körperregionen („Rücken“, „Stoß“ und „Bauch“) herangezogen (BILCIK und KEELING, 1999), vgl. Tabelle 8. Einzelne Körperregionen mit einem Score < 2 wurden für diese Körperregion mit dem Binärwert 0 („keine Kannibalismusverletzung“) kategorisiert. Körperregionen mit einem Score ≥ 2 wurde für diese Körperregion der Binärwert 1 („vorhandene Kannibalismusverletzung“) zugeordnet. Für die drei o.g. Körperregionen wurden diese Binärwerte summiert, es konnten somit Punkte zwischen 0 und 3 vergeben werden. Bei einer Summe ≥ 1 wurde das Tier in die Kategorie „vorhandene Kannibalismusverletzung“ eingeteilt, bei einer Summe < 1 entsprechend in die Kategorie „keine Kannibalismusverletzung“. Zusätzlich wurde die Körperregion „Kloake“ ausgewertet. Ein Score < 2 wurde als „keine Kannibalismusverletzung“, ein Score ≥ 2 als „Kannibalismusverletzung“ eingestuft. Für die Auswertung der Verletzungen an der Zehenoberseite wurde ein Score von 0 als „keine Pickverletzungen“ und ein Score von 1 als „Pickverletzungen vorhanden“ eingeteilt.

4.2. FUß- UND ZEHENBALLENGESUNDHEIT

Zur Beurteilung der Fußgesundheit bei Jung- und Legehennen wurden Hyperkeratosen sowie Läsionen an den Fuß- und Zehenballen dokumentiert: (s. Boniturschema Anhang IX 1.6 und 2.4). Die Läsionen an den Fuß- und Zehenballen wurden in vier „Läsionsgrade“ eingeteilt: Grad 4 „keine Läsionen“ bis Grad 1 „hochgradige“ Läsionen. Die Hyperkeratosen wurden in zwei Gruppen eingeteilt: „Keine bzw. geringgradige“ und „mittel- bis hochgradige“ Hyperkeratosen.

4.3. ERFASSUNG DES STALLKLIMAS

Zur Beurteilung des Stallklimas wurden in allen Aufzucht- und Legebetrieben, mit Ausnahme von Aufzuchtbetrieb 2, verschiedene Klimaparameter im Stall erhoben. Diese wurden in den Gängen der Abteile im Tierbereich an drei unterschiedlichen Messpunkten (vorne, in der Mitte, hinten) gemessen. Diese Messpunkte wurden bei dem ersten Betriebsbesuch markiert, damit alle darauf folgenden Messungen an der gleichen Stelle durchgeführt werden konnten. An diesen drei Messpunkten wurden im Bereich der Einstreu, der Ebenen, der Nester und

der Sitzstangen folgende Messungen erhoben: Temperatur, Ammoniak, Luftgeschwindigkeit, relative Luftfeuchtigkeit, Lichtintensität und Staubgehalt. Alle Messungen wurden auf Kopfhöhe der Tiere durchgeführt. Zusätzlich wurde an einer Stelle im Stall die Temperatur sowie die Luftfeuchtigkeit von einem Datenlogger stündlich aufgezeichnet.

4.3.1. TEMPERATUR UND RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

Die Temperatur im Stall wurde an drei Messpunkten im Stall (vorne, Mitte, hinten) in allen jeweils vorhandenen Funktionsbereichen (Einstreu, Volieren-ebene, Sitzstange, Nest) in Tierhöhe gemessen. Dazu wurde ein Temperaturmessgerät „Testo 925, 1-Kanal Temperatur-Messgerät TE Typ K“ (Testo AG, Lenzkirch, Deutschland) verwendet.

Die relative Luftfeuchtigkeit wurde mit einem digitalen Thermo-Hygrometer der Firma TFA Dostmann (TFA Dostmann GmbH & Co. KG, Wertheim, Deutschland) im Einstreubereich an den o.g. drei Messpunkten gemessen.

Zusätzlich wurde in allen Ställen der Aufzucht- und Legebetriebe ein Thermo-Hygro-Datenlogger, Modell „LogBox-RHT“ (B+B Thermo-Technik GmbH, Donaueschingen, Deutschland), aufgehängt. Die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit wurden von dem Datenlogger stündlich aufgezeichnet. Nach der Ausstellung wurde der Datenlogger über eine Infrarot-Kommunikationsschnittstelle zwischen Datenlogger und PC digital ausgelesen. Mit der Auswertungssoftware Logchart-II[®] konnten die Daten graphisch analysiert werden.

Für die statistische Auswertung wurden die aufgezeichneten Temperaturmesswerte und Messwerte für die relative Luftfeuchtigkeit des Tages, an welchem der Betriebsbesuch stattfand, aus dem Datensatz des Datenloggers verwendet.

Bei den Legebetrieben konnten wegen technischer Probleme die Messwerte des Datenloggers für die statistische Auswertung nicht verwendet werden. Stattdessen wurde an jedem Messpunkt aus allen Funktionsbereichen (Einstreu, Ebenen, Nester und Sitzstangen) für jeden einzelnen Betriebsbesuch ein Mittelwert gebildet. Zusätzlich wurde für die Temperatur im Stall der niedrigste und höchste gemessene Wert in den einzelnen Betrieben bestimmt.

4.3.2. AMMONIAKKONZENTRATION

Für die Bestimmung der Ammoniakkonzentration (NH_3) in der Stallluft wurden zwei zeitgleiche Messungen mit zwei Ammoniak-Messgeräten Modell „PAC III E/S“ der Firma Dräger (Dräger Safety AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) durchgeführt. Die Ammoniakkonzentration wurde in ppm (parts per million) gemessen. Die Geräte waren für ein Messbereich zwischen 0 und 100 ppm eingestellt und die Messgenauigkeit lag bei $\pm 3\%$ des Messwerts. Für die Auswertung wurde aus den zwei parallel gemessenen Werten ein Mittelwert gebildet.

Die Mittelwerte aller Funktionsbereiche (Einstreu, Ebenen, Nester, Sitzstangen) eines Betriebsbesuches wurden dann erneut in einem Mittelwert zusammengefasst. Zusätzlich wurde die niedrigste und höchste gemessene Ammoniakkonzentration angegeben.

4.3.3. LUFTSTRÖMUNG

Die Stärke der Luftströmung im Stall wurde mit einem Strömungsprüfröhrchen der Firma Dräger (Dräger Safety AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) gemessen. Das Strömungsprüfröhrchen enthält „ein mit Schwefelsäure imprägniertes poröses Trägermaterial. Nach Öffnen der Glasspitzen wird mit Hilfe eines kleinen Gebläseballs Luft durch das Röhrchen gedrückt. Mit dem Wasserdampfgehalt der Luft bildet sich ein stark verdünntes Schwefelsäureaerosol, das als weißer Rauch an der Austrittsöffnung des Röhrchens deutlich sichtbar wird“ (DRÄGER SAFETY AG & CO. KGAA, 2011). Die Dauer der Sichtbarkeit dieses Rauches wurde in einer vierstufigen Skala kodiert, welche Tabelle 9 zu entnehmen ist:

Tabelle 9: Skala für die im Stall ermittelte Luftströmung mittels Strömungsprüfröhrchen

Stufe 0	keine Luftströmung
Stufe 1	leichte Luftströmung: Rauch bleibt über 3 Sekunden sichtbar
Stufe 2	mittlere Luftströmung: Rauch zwischen 1 - 3 Sekunden sichtbar
Stufe 4	starke Luftströmung: Rauch zieht sofort weg

4.3.4. LICHTINTENSITÄT

Die Messung der Lichtintensität im Stall wurde ebenso wie alle anderen stallklimatischen Parameter an den drei Messpunkten und in den unterschiedlichen Funktionsbereichen durchgeführt.

Für die Messung der Beleuchtungsstärke wurde ein Luxmeter „LMT Pocket-Lux 2“ der Firma LMT Lichtmesstechnik (LMT Lichtmesstechnik GmbH, Berlin, Deutschland) benutzt. Die Lux-Messungen wurden gemäß dem Würfelprinzip mit Ausrichtung der Messsonde nach oben, unten, rechts, links, vorne und hinten durchgeführt. Aus den sechs Messwerten wurde ein Mittelwert gebildet. Für die weitere Auswertung wurden für die Bereiche (Einstreu, Ebenen, Nester und Sitzstangen) jeweils Mittelwerte gebildet. Diese Mittelwerte sowie die höchsten und der niedrigsten gemessenen Mittelwerte wurden für jeden einzelnen Betriebsbesuch angegeben.

4.3.5. STAUBBELASTUNG

Die Messung der Staubbelastung wurde im Einstreubereich mit einem Staubbemessgerät des Modells „DustTrak™ Aerosol Monitor, Model 8520“ der Firma

TSI (TSI Incorporated, Shoreview, USA) durchgeführt. Die Messung erfolgte über einen Zeitraum von 60 Sekunden; der gemessene Durchschnittswert sowie der vom Gerät angezeigte Minimal- und Maximalwert des Staubgehaltes in mg/m^3 wurden dokumentiert. Der Messbereich des Gerätes lag bei 0,001 bis $100 \text{ mg}/\text{m}^3$, die Durchflussgeschwindigkeit 1,7 l/min und die Messgenauigkeit betrug $\pm 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3$. Für die weitere Auswertung wurden die von dem Gerät angegebenen Mittelwerte benutzt.

4.4. EINSTREU

Die Einstreu wurde ebenso wie die Stallklimaparameter an den drei Messpunkten im Einstreubereich auf Tiefe, Beschaffenheit, Qualität und auf Vorhandensein von Bodenfedern untersucht:

Die Einstreutiefe wurde mit einem Meterstab bestimmt. Die Beschaffenheit der Einstreu wurde in drei Kategorien eingeteilt: Keine Struktur, etwas strukturiert oder strukturiert. Die Einstreuqualität wurde in fünf Kategorien nach dem Welfare Quality Assessment Protocol (WELFARE QUALITY®, 2009) eingeteilt.

Tabelle 10: Einteilung der Einstreuqualität nach dem Welfare Quality Assessment Protocol (WELFARE QUALITY®, 2009)

0	Sehr trocken, leicht mit dem Fuß beweglich
1	Trocken, nicht leicht mit dem Fuß zu bewegen
2	Lässt sich zu einem Ball formen, dieser fällt aber auseinander
3	Lässt sich zu einem Ball formen und bleibt kompakt
4	Plattenbildung

Als Maß für das Federfressen wurden alle Daunenfedern oder Untergefieder an den o.g. drei Messpunkten auf einer Fläche von 1 Quadratmeter gezählt; die Anzahl der gezählten Federn wurde in vier Kategorien eingeteilt (Tabelle 11):

Tabelle 11: Kategorisierung der ausgezählten Bodenfedern auf einer Fläche von einem Quadratmeter im Einstreubereich

0	keine Federn im Messbereich
1	1 – 10 Federn im Messbereich
2	11 – 50 Federn im Messbereich
3	mehr als 50 Federn im Messbereich

5. Statistische Auswertung

Die erfassten Rohdaten wurden in Microsoft® Excel® für Mac (© Microsoft Corporation, USA) übertragen. Die graphische Darstellung und statistische Auswertung der Daten erfolgte mit IBM® SPSS® Statistics. Die statistischen Auswertungen wurden unter Beratung durch Herrn PD Dr. Reese der Tierärzt-

lichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Für die deskriptive Darstellung der Daten wurden Balkendiagramme erstellt.

Zur Überprüfung auf eine Normalverteilung der Gefiederscores in den Aufzucht- und in den Legebetrieben wurde ein Shapiro-Wilk-Test durchgeführt. Da keine Normalverteilung für diese Variable bestand, wurde für die statistische Auswertung der Gefiederscores mit Vergleich zwischen den Betriebsbesuchen für alle Betriebe ein „Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben“ durchgeführt.

Für diese Variablen wurden die erwarteten Häufigkeiten in Kreuztabellen gegenübergestellt und dann mittels Chi-Quadrat-Test nach Pearson auf stochastische Unabhängigkeit (H_0 -Hypothese) überprüft. Aufgrund der binären Kategorisierung aller Variablen ergibt sich für die Kreuztabellen ein Freiheitsgrad $df = 1$. Das Signifikanzniveau p wurde errechnet; bei einem p -Wert $\leq 0,05$ wurde die H_0 -Hypothese der Unabhängigkeit verworfen.

Um die Stärke von Zusammenhängen festzustellen, wurde der Phi-Koeffizient berechnet, da es sich bei den o.g. Variablen um dichotome Variablen handelt. Für den Betrag des Phi-Koeffizienten wurde zwischen 0,1 und 0,3 ein schwacher, zwischen 0,3 und 0,5 ein mittlerer und für Werte grösser 0,5 ein starker Zusammenhang angenommen.

Um Zusammenhänge zwischen den untersuchten Stallklimafaktoren und Gefiederschäden oder Verletzungen bei nicht-schnabelkupierten Jung- und Legehennen zu untersuchen, wurden die untersuchten Variablen in zwei Gruppen „binär“ gemäß der Tabelle 12 kategorisiert:

Tabelle 12: Binäre Kategorisierung der untersuchten Variablen

RueStoBau: Rücken / Stoß / Bauch

Variablen	0	1
Gefiederschäden	≤ 10 % der Herde	> 10 % der Herde
Verletzungen RueStoBau	≤ 3 % der Herde	> 3 % der Herde
Verletzungen Kloake	≤ 3 % der Herde	> 3 % Herde
Verletzungen Zehenoberseite	≤ 3 % der Herde	> 3 % der Herde
Ammoniak	≤ 10 ppm	> 10 ppm
Lichtstärke	≤ 20 Lux	> 20 Lux
Temperatur	≤ 20 °C	> 20 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	≤ 65 %	> 65 %
Staub	$\leq 1,5$ mg/cm ³	$> 1,5$ mg/cm ³
Luftströmung	keine bis leicht	mittel bis stark
Einstreutiefe	$\leq 2,5$ cm	$> 2,5$ cm
Einstreustruktur	keine Struktur	strukturiert

Der Trennwert für die binäre Einteilung der Gefiederschäden wurde anhand der deskriptiven Ergebnisse dieser Arbeit festgelegt. Hierfür wurde der prozentuale Anteil an Hennen mit Gefiederschäden in den Aufzucht- und Legebetrieben (Tabelle 13 und Tabelle 20) betrachtet und der Trennwert auf 10 % von Tieren mit Gefiederschäden in einer Herde festgelegt. Die binäre Einteilung der Variable „Verletzungen“ wurde gleichermaßen untersucht und der Trennwert auf ≤ 3 % festgelegt. Der Trennwert für die binäre Einteilung der Variablen „Ammoniakkonzentration“ ergab sich für diese Arbeit aus dem empfohlenen Grenzwert von 10 ppm gemäß TierSchNutzV (2006). Für die „Beleuchtungsstärke“ wurde die für Haushühner empfohlene Mindestbeleuchtungsstärke von 20 Lux festgelegt (Europarat, 1995). Für die Variablen „Temperatur“ wurde ein Trennwert von 20 °C festgelegt, da Untersuchungen von GREEN et al. (2000) und PÖTZSCH et al. (2001) zu der Annahme veranlassen, dass möglicherweise Temperaturen über 20 °C das Risiko von Federpicken und Kloakenkannibalismus reduzieren. Für die „relative Luftfeuchtigkeit“ wurde der von Lohmann Tierzucht (2014) empfohlene Bereich zwischen 60 und 70 % angenommen und der Trennwert deshalb auf 65 % festgelegt.

Für die Variablen „Staub“, „Luftströmung“ und „Einstreutiefe“ wurden die Grenzwerte anhand der deskriptiven Ergebnisse dieser Arbeit festgelegt. Die Variable „Einstreustruktur“ wurde in die Kategorien „keine Struktur“ und „strukturiert“ eingeteilt, d.h. die Strukturbeschaffenheiten „etwas strukturiert“ und „strukturiert“ wurden dabei zusammengefasst.

IV. ERGEBNISSE

1. Aufzuchtbetriebe

1.1. GEFIEDERBONITUR IN DER AUFZUCHT

Tabelle 13 zeigt die Mittelwerte der Gefiederscores aus den drei Körperregionen „Hals dorsal“, „Rücken“ und „Flügeldecken“ für die beiden Betriebsbesuche zwischen der 9. und 13. Lebenswoche und der 15. und 20. Lebenswoche, den minimalen und maximalen Gefiederscore, den einfachen Standardfehler, sowie den prozentualen Anteil von Junghennen mit Gefiederschäden in der Gruppe. Außerdem sind signifikante Unterschiede zwischen den beiden Betriebsbesuchen und zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen dargestellt.

Der Gefiederscore kann bei fehlenden Gefiederschäden einen Maximalwert von 12 Punkten erreichen (vgl. auch III.4.1.3.1 „Gefiederschäden“). Gefiederscores ≤ 10 Punkte wurden als Gefiederschäden durch Federpicken interpretiert.

Tabelle 13: Mittelwerte, Minima und Maxima der Gefiederscores bei nicht-schnabelkupierten (VG) und schnabelkupierten (KG) Junghennen beim ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht

VG: Versuchsgruppe; KG: Kontrollgruppe MW: Mittelwerte; SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; AHG: Anteil an Junghennen mit Gefiederschäden in der Gruppe in Prozent; Bb: Betriebsbesuch; Bb 1-2: Signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Gefiederscores zwischen beiden Betriebsbesuchen sind mit * ($p \leq 0,05$) und ** ($p \leq 0,001$), signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe mit # ($p \leq 0,05$) hervorgehoben (Mann-Whitney-U-Test)

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1					Betriebsbesuch 2					Bb 1-2
		MW	SE	Min	Max	AHG (%)	MW	SE	Min	Max	AHG (%)	
1	VG	10,5	0,20	9	12	53	10,3	0,20	9	12	60	
	KG	10,8	0,14	10	12	40	10,7	0,15	10	12	50	
3	VG	# 11,4	0,16	9	12	17	10,2	0,13	9	12	67	**
	KG	# 10,8	0,11	8	12	36	10,1	0,09	9	12	70	**
4	VG	11,7	0,11	10	12	7	11,2	0,13	10	12	17	*
5	VG	11,7	0,12	9	12	3	11,1	0,11	10	12	13	**
6	VG	11,0	0,16	9	12	33	11,1	0,14	9	12	10	
7	VG	# 10,3	0,17	9	12	60	# 9,6	0,13	9	11	87	*
	KG	# 11,0	0,14	10	12	30	# 11,4	0,14	9	12	10	*
8	VG	11,5	0,11	10	12	7	11,5	0,11	10	12	7	
	KG	11,2	0,13	10	12	17	11,4	0,13	10	12	13	
9	VG	10,6	0,20	9	12	50	9,4	0,11	9	11	93	**
10	VG	11,0	0,29	9	12	20	# 10,0	0,14	9	12	80	*
	KG	11,0	0,15	9	12	27	# 11,0	0,14	9	12	23	
11	VG	10,6	0,17	9	12	40	9,7	0,13	9	11	87	**
	KG	10,7	0,09	10	11	30	10,1	0,15	9	12	67	*
12	VG	11,7	0,07	10	12	3	11,3	0,10	10	12	18	**
13	VG	# 10,6	0,21	9	12	50	10,3	0,14	9	12	63	
	KG	# 11,5	0,15	9	12	13	10,1	0,18	9	12	67	**
14	VG	# 11,5	0,07	10	12	2	10,9	0,16	9	12	30	**
	KG	# 11,2	0,09	10	12	17	11,0	0,14	10	12	30	
15	VG	# 10,7	0,18	9	12	47	11,1	0,13	10	12	20	
	KG	# 11,6	0,11	10	12	7	11,4	0,11	10	12	7	
Gesamt	VG	11,1	0,05	9	12		10,6	0,05	9	12		
	KG	11,1	0,05	8	12		10,7	0,05	9	12		

Bei dem ersten Betriebsbesuch ist zu sehen, dass alle untersuchten Aufzuchtbetriebe, unabhängig von der Versuchs- oder Kontrollgruppe, mit ihrem Mittelwert einen Gefiederscore über 10 Punkte erreicht haben.

Beim zweiten Betriebsbesuch lagen die Mittelwerte der Gefiederscores der Versuchsgruppen in vier Betrieben bei 10 oder weniger Punkten (Betriebe 7, 9, 10, 11). Die Mittelwerte der Gefiederscores der Kontrollgruppen waren in allen untersuchten Betrieben > 10 Punkte. Dabei muss berücksichtigt werden, dass auch bei einem gemittelten Gefiederscore von > 10 Punkten in einer Herde durchaus Junghennen mit Gefiederscores unterhalb dieses hier festgelegten Cut-off-Wertes von 10 Punkten vorhanden sein können, so dass die Berücksichtigung des Anteils von Tieren mit Gefiederscores ≤ 10 Punkten ebenso wichtig zur Beurteilung der Gesundheit einer Herde ist wie der Mittelwert der gesamten Herde; dieser Anteil an Tieren mit Gefiederschäden (AHG) ist in Tabelle 13 dargestellt (s. auch Anhang IX 1.1, Tabelle 41 und Tabelle 42).

Bei neun Aufzuchtbetrieben gab es zu den nicht-schnabelkupierten Versuchsgruppen auch eine gleichaltrige schnabelkupierte Kontrollgruppe: Vergleicht man die beiden Gruppen miteinander, so haben beim ersten Besuch drei Versuchsgruppen (Betriebe 7, 13, 15) einen signifikant schlechteren und zwei Versuchsgruppen (Betrieb 3, 14) einen signifikant besseren Gefiederscore als die Kontrollgruppe.

Beim zweiten Betriebsbesuch haben zwei Versuchsgruppen (Betriebe 7 und 10) einen signifikant schlechteren Gefiederscore als die Kontrollgruppe, keine Versuchsgruppe hat einen signifikant besseren Gefiederscore als die Kontrollgruppe.

Eine signifikante Verschlechterung der Mittelwerte der Gefiederscores zeigte sich in 9 Versuchsgruppen (Betriebe 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12 und 14) und in 3 der Kontrollgruppen (Betriebe 3, 11 und 13). In der Kontrollgruppe von Betrieb 7 zeigte sich eine signifikante ($p = 0,036$) Verbesserung des Mittelwertes der Gefiederscores. Dabei ist hervorzuheben, dass der Gefiederscore-Mittelwert von 11 Punkten in dieser Gruppe oberhalb des o.g. Cut-Off-Wertes lag. Dies könnte damit zusammenhängen, dass durch mehrfache Mauser die beschädigten Federn bei der zweiten Gefiederbeurteilung nicht mehr vorhanden waren.

1.2. VERLETZUNGSBONITUR IN DER AUFZUCHT

An den Körperregionen „Rücken, Stoß und Bauch“ traten in der Aufzucht nahezu keine kannibalistischen Verletzungen auf: 0 % am Rücken und Bauch und 0,6 % am Stoß zusammengefasst für alle Betriebe (s. Anhang IX 1.2, Tabelle 43, Tabelle 44 und Tabelle 45). Von den 1605 bonitierten Junghennen hatten 5 Tiere (0,3 %) kannibalistische Pickverletzungen an der Kloake (s. Anhang IX 1.3 Tabelle 46). Bei 12,5 % der untersuchten Junghennen in der Versuchs- und bei 11,9 % in der Kontrollgruppe war die Haut an der Zehenoberseite durch Pickverletzungen nicht intakt (s. Anhang IX 1.4, Tabelle 47).

1.2.1. FUß- UND ZEHENBALLENGESUNDHEIT

Die Haut an den Fußballen war bei 99,6 % der untersuchten Tiere intakt. 99,7 % der Junghennen hatten auch eine intakte Zehenballenhaut (s. Anhang IX 1.5, Tabelle 48 und Tabelle 49). Wegen des geringen Anteils an Fuß- und Zehenballenveränderungen in der Aufzucht wurden keine weiteren Auswertungen durchgeführt.

1.3. STALLKLIMATISCHE FAKTOREN

1.3.1. BETRIEBSBESUCHE

Da einzelne stallklimatische Faktoren, wie z.B. die Stalltemperatur, abhängig von der Jahreszeit sein könnten, erfolgt in Abbildung 2 eine Visualisierung der Jahreszeit, zu welcher die Betriebsbesuche erfolgt sind. Die Betriebsbesuche der Aufzuchtbetriebe fanden im Frühling und Sommer statt.

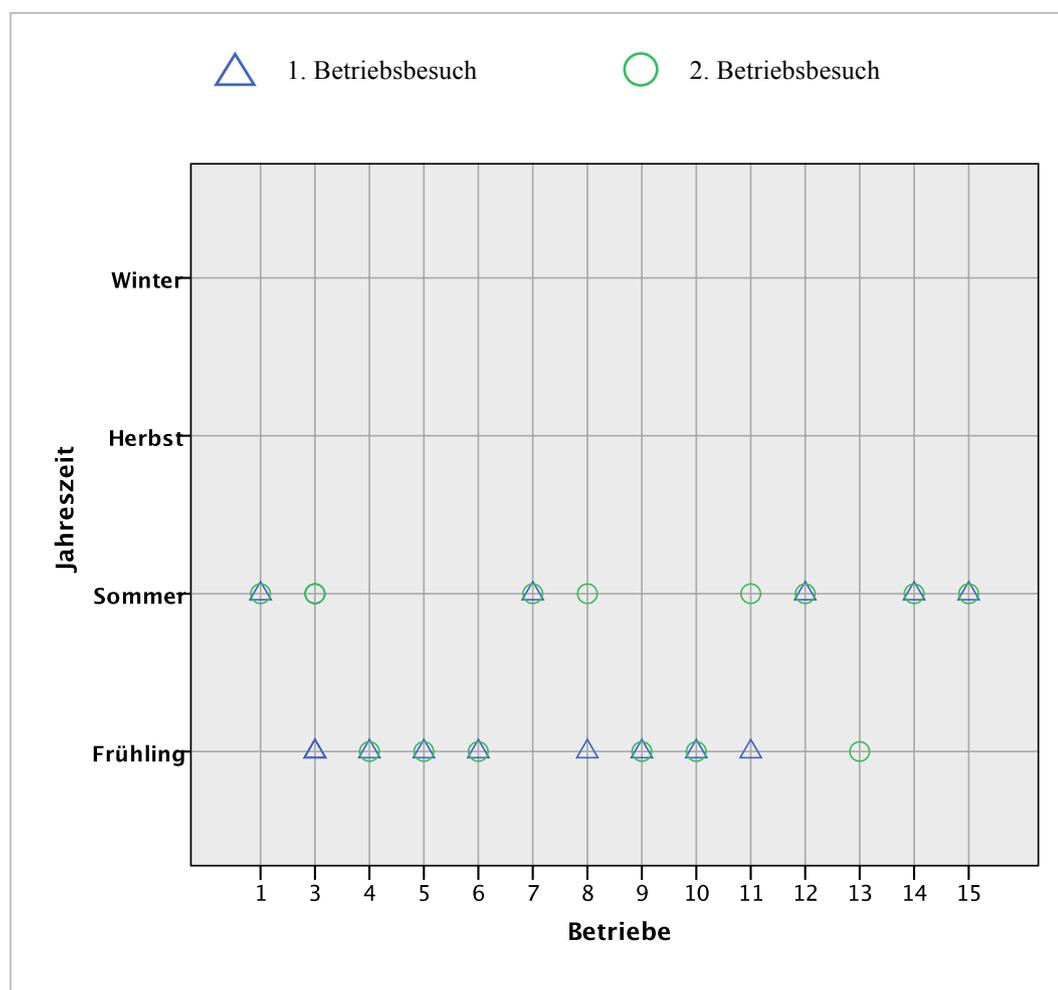


Abbildung 2: Visualisierung der Jahreszeit, zu welcher die einzelnen Betriebsbesuche in den Aufzuchtbetrieben erfolgt sind

1.3.2. AMMONIAKKONZENTRATION

Die durchschnittlichen Ammoniakkonzentrationen, die bei den ersten und zweiten Betriebsbesuchen in den Aufzuchtbetrieben gemessen wurden, sind in der Abbildung 3 graphisch dargestellt. Anhang IX 1.7, Tabelle 50 zeigt die erhobene Mittelwerte, Minima und Maxima in den Aufzuchtbetrieben bei beiden Betriebsbesuchen.

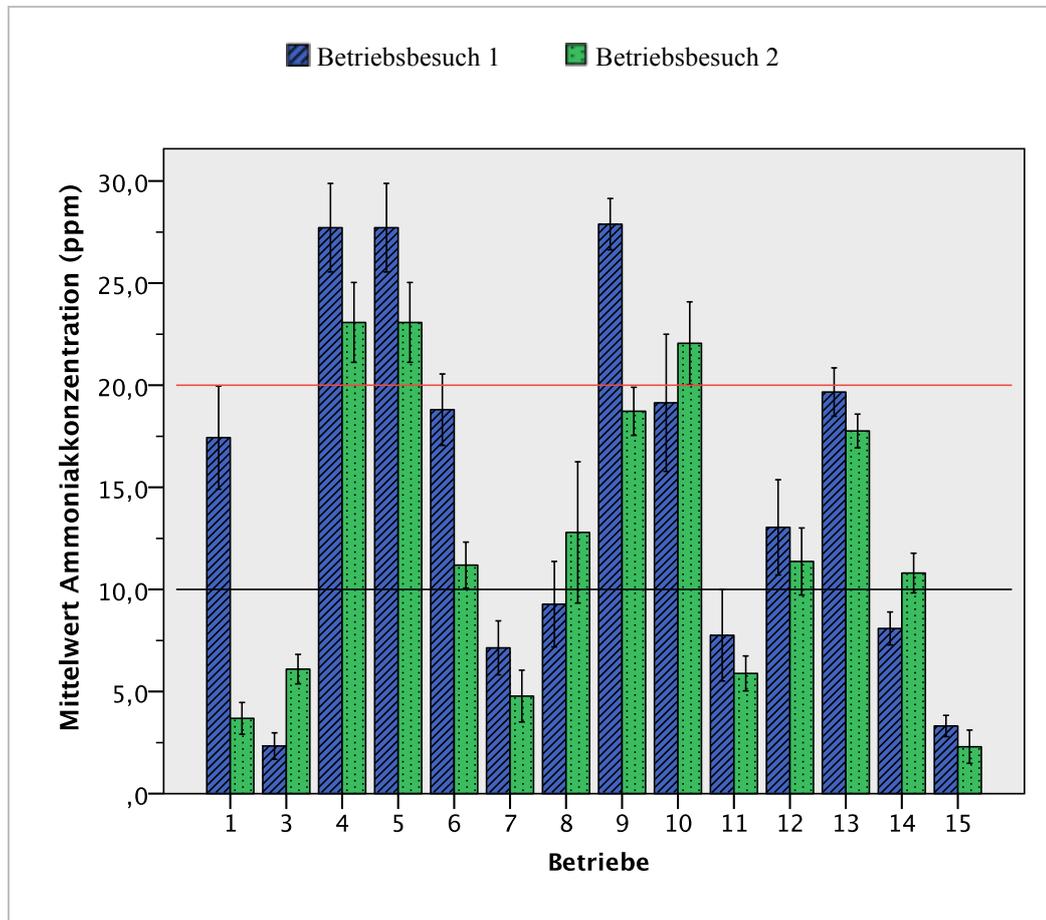


Abbildung 3: Mittelwerte der Ammoniakkonzentrationen bei dem ersten und dem zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht

Schwarze Linie: Grenzwert, der nicht überschritten werden soll; rote Linie: Grenzwert, der nicht überschritten werden darf (TierSchNutzV (2006)), ppm: parts per million; SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Bei dem ersten Betriebsbesuch ist hervorzuheben, dass in den Aufzuchtbetrieben 4, 5 und 9 durchschnittliche Ammoniakkonzentrationen von über 20 ppm gemessen wurden. Die Betriebe 1, 6, 10, 12 und 13 erreichte Werten zwischen 10 und 20 ppm; hingegen wurden bei den Betrieben 3, 7, 8, 11, 14 und 15 Werte unter 10 ppm gemessen.

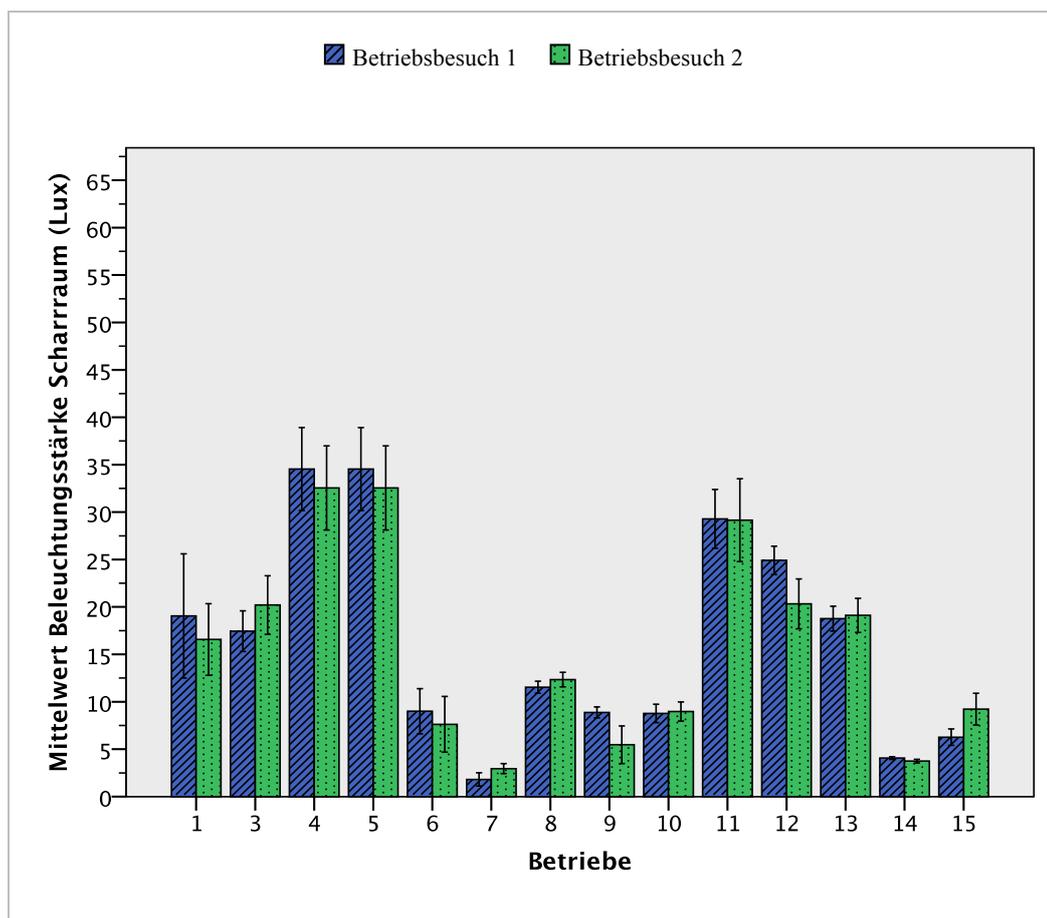
Im zweiten Betriebsbesuch zeigten die Betriebe 4 und 5 einen geringen Abfall des mittleren Ammoniakwertes, der allerdings weiterhin über 20 ppm betrug. Auch

Betrieb 10 erreichte einen Mittelwert von über 20 ppm. In den Betrieben 6, 8, 9, 12, 13 und 14 betrug die durchschnittliche Ammoniakkonzentration zwischen 10 und 20 ppm. Betriebe 1, 3, 7, 11 und 15 wiesen Werte unter 10 ppm auf.

Bei dem Vergleich der Ammoniakkonzentrationen zwischen den Betriebsbesuchen ist erwähnenswert, dass die Ammoniakkonzentration in der Stallluft bei Aufzuchtbetrieb 1 bei dem zweiten Betriebsbesuch im Vergleich zum ersten Besuch deutlich reduziert war.

1.3.3. BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Bei der Auswertung der Beleuchtungsstärke wurden alle Funktionsbereiche des Stalls (Scharraum, Ebenen, Sitzstangen) einzeln dargestellt. Bei Aufzuchtbetrieb 6 waren keine Sitzstangen im Stall angebracht, somit sind für diesen Bereich keine Messwerte vorhanden. Für die Darstellung der Beleuchtungsstärke im gesamten Stall wurde ein Mittelwert aus den o.g. Bereichen gebildet. Abbildung 4 stellt dies graphisch dar. Die Mittelwerte, Minima und Maxima der einzelnen Funktionsbereiche für den ersten und zweiten Betriebsbesuch sind in Anhang IX 1.7, Tabelle 51, Tabelle 52 und Tabelle 53 dargestellt.



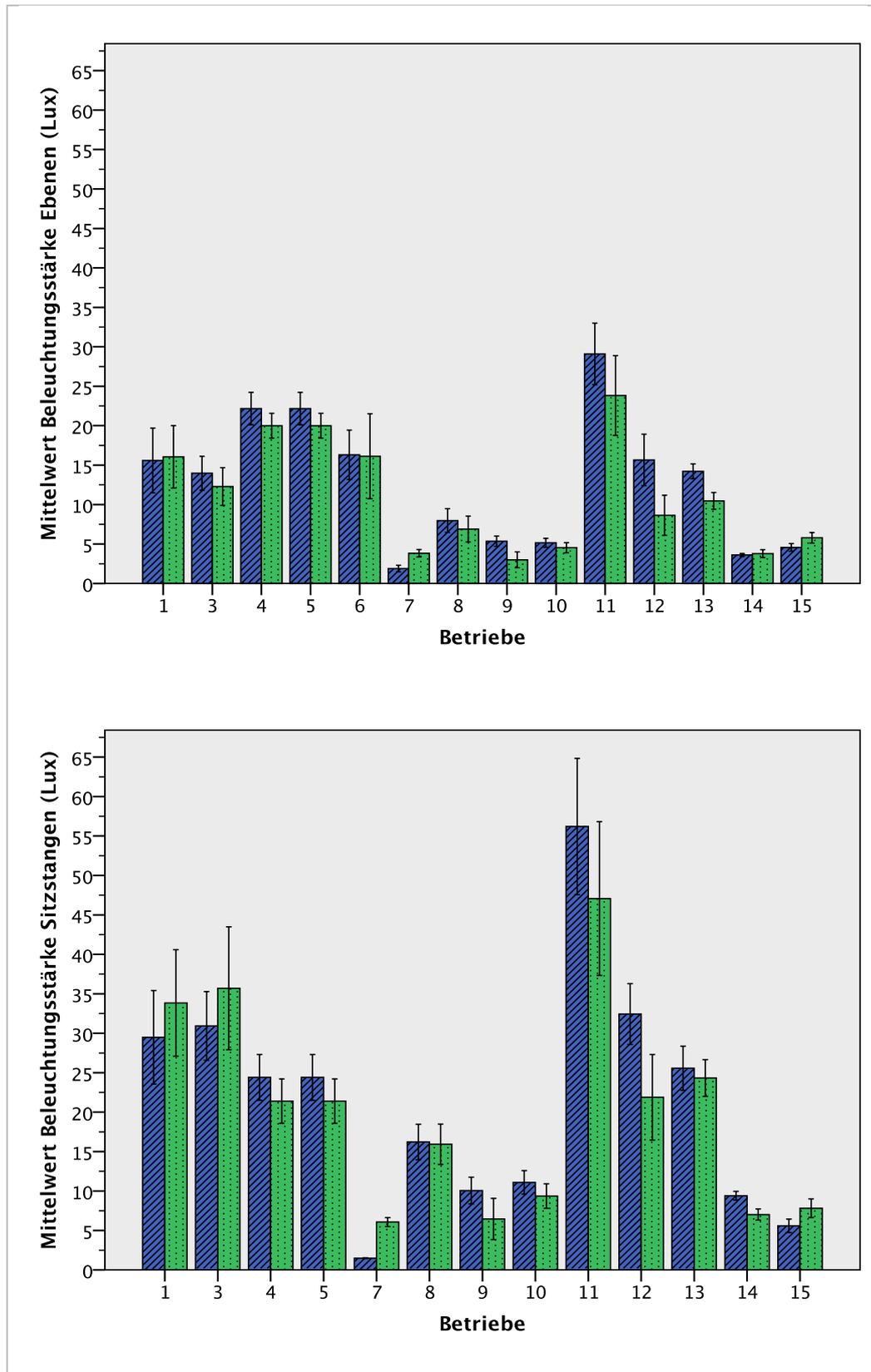


Abbildung 4: Mittelwerte der Beleuchtungsstärken (Lux) in den verschiedenen Funktionsbereichen Scharrraum, Ebenen und Sitzstangen bei den beiden Betriebsbesuchen in den Aufzuchtbetrieben

SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Im **Scharraum** sind große Unterschiede in der Beleuchtungsstärke zwischen den Aufzuchtbetrieben zu sehen: Bei beiden Betriebsbesuchen wurden die höchsten Beleuchtungsstärken im Mittel zwischen 30 und 35 Lux in den Betrieben 4 und 5 gemessen. Aufzuchtbetriebe 11 und 12 erreichten Werte zwischen 20 und 30 Lux. Beleuchtungsstärken zwischen 10 und 20 Lux wurden in den Betrieben 1, 3, 8 und 13 gemessen, hingegen war die Beleuchtungsstärke in den Betrieben 6, 7, 9, 10, 14 und 15 kleiner als 10 Lux. Auffallend ist, dass in Betrieb 7 und 14 bei beiden Betriebsbesuchen besonders niedrige Werte unter 5 Lux gemessen wurden.

Auch in den **Ebenen** (Futter- und Tränkbereich) sind große Unterschiede in der Lichtintensität zwischen den Betrieben zu sehen: Bei beiden Betriebsbesuchen erreichten im Mittel die Aufzuchtbetriebe 4, 5 und 11 die größten mittleren Lichtintensitäten zwischen 20 und 30 Lux. Werte zwischen 10 und 20 Lux wurden bei den Betrieben 1, 3, 6, 12 und 13 gemessen. Niedrige mittlere Werte unter 10 Lux bestanden in den Betrieben 7, 8, 9, 10, 14 und 15.

Auf den **Sitzstangen** wurde mit Ausnahme von Aufzuchtbetrieben 4, 5 und 15 die höchste mittlere Beleuchtungsstärke der drei Bereiche gemessen. Auch hier zeigten sich deutliche betriebliche Unterschiede: Eine Lichtintensität über 30 Lux war in den Betrieben 1, 3 und 11 messbar, wobei in Betrieb 11 sogar eine mittlere Lichtintensität auf den Sitzstangen von 52 Lux erreicht wurde. Meßwerte zwischen 20 und 30 Lux wiesen Betriebe 4, 5, 12 und 13 auf. Betriebe 8 und 10 hatten Lichtintensitäten zwischen 10 und 20 Lux. Ställe in den Betrieben 7, 9, 14 und 15 hatten die niedrigste mittlere Lichtintensität unter 10 Lux.

In der Abbildung 5 sind die Mittelwerte aus den beiden Betriebsbesuchen für die unterschiedlichen Funktionsbereiche und Betriebe dargestellt:

Betrachtet man Abbildung 5, so kann man Ställe mit unterschiedlicher Beleuchtungsstärke in den Funktionsbereichen identifizieren. Grundsätzlich ist allerdings zu bemerken, dass alle Beleuchtungsstärken relativ niedrig sind: Die Ställe der Betriebe 4, 5 und 11 weisen durchschnittliche Beleuchtungsstärken ≥ 25 Lux auf. Betriebe 1, 3, 12 und 13 weisen Beleuchtungsstärken zwischen 15 und 25 Lux auf. Betriebe 6, 8, 9, 10, 14 und 15 zeigen Beleuchtungsstärken zwischen 5 und 15 Lux; in Betrieb 7 beträgt die Lichtintensität sogar weniger als 5 Lux.

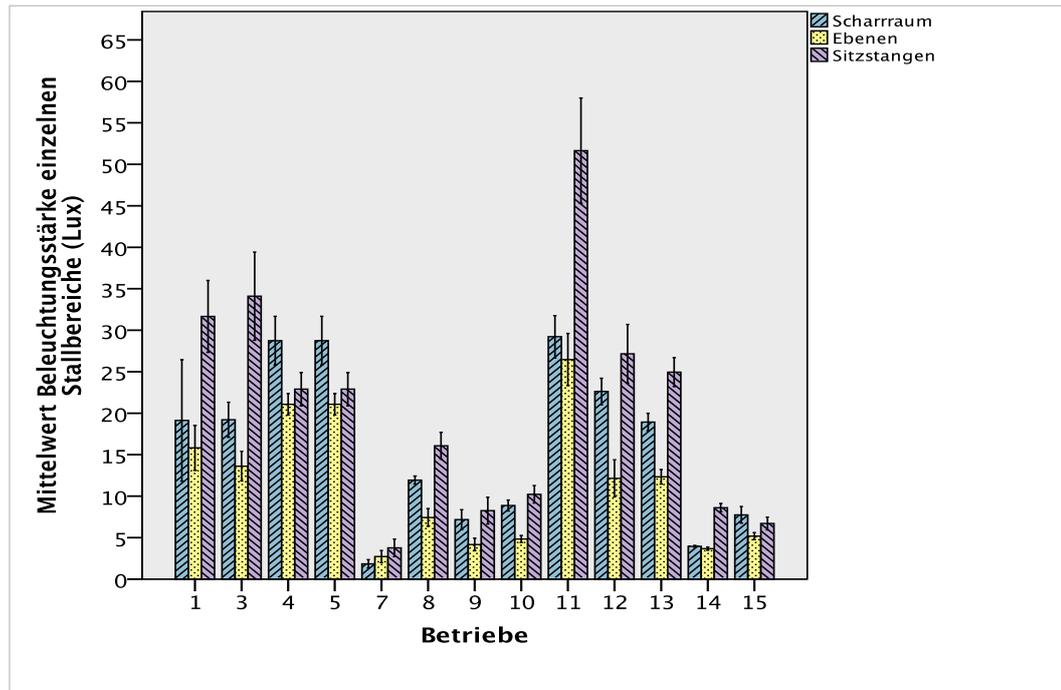


Abbildung 5: Mittelwerte der Beleuchtungsstärken (Lux) aus den zwei Betriebsbesuchen für die Betriebe in den Stallbereichen Scharrraum, Ebenen und Sitzstangen in der Aufzucht
SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

1.3.4. TEMPERATUR

Die Temperaturmittelwerte für den ersten und zweiten Betriebsbesuch aus dem Datenlogger sind in Abbildung 6 graphisch dargestellt; Anhang IX 1.7, Tabelle 54 sind die Mittelwerte, sowie die minimal und maximal aufgezeichneten Messwerte der Temperatur während der Betriebsbesuche aufgeführt.

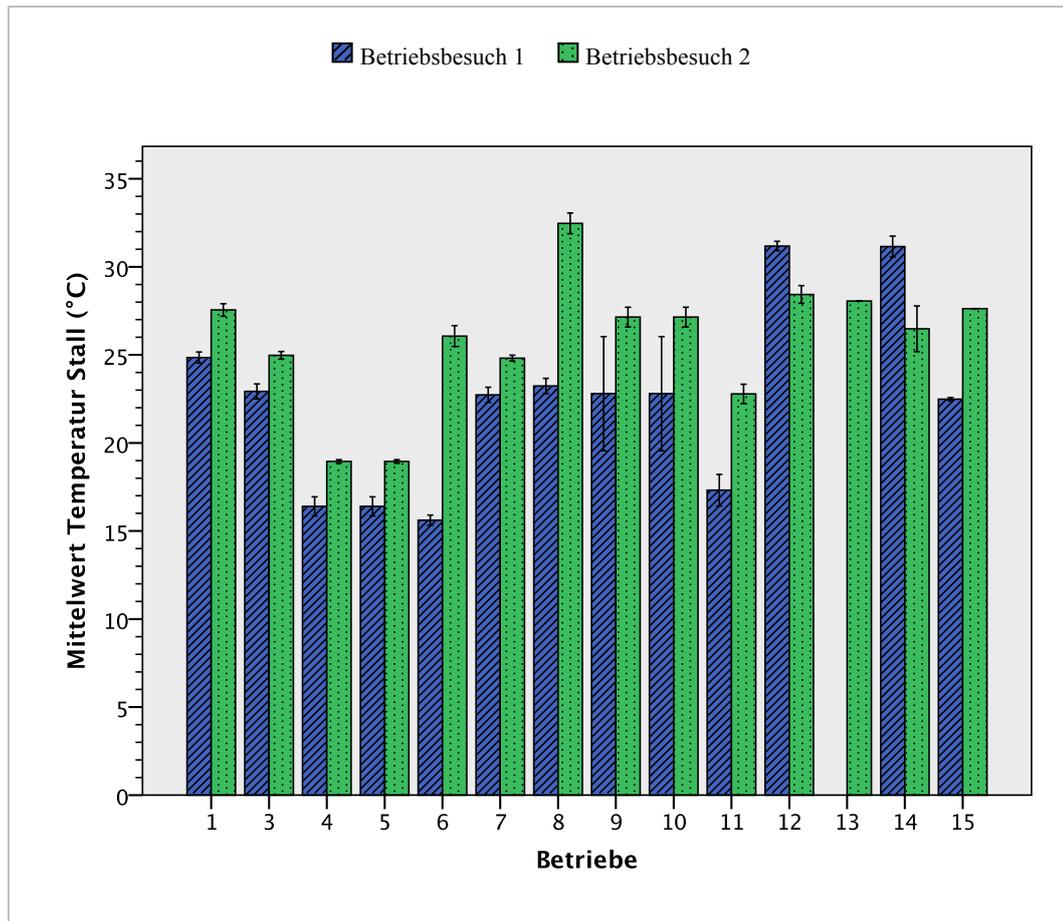


Abbildung 6: Mittelwerte der aufgezeichneten Temperaturen aus dem Datenlogger für die Betriebe bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht
SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Beim ersten Betriebsbesuch erreichten die Temperaturen im Stall der Betriebe 12 und 14 Werte von über 25 °C; zwischen 20 und 25 °C lag die Temperatur bei den Betrieben 1, 3, 7, 8, 9, 10 und 15; Betriebe 4, 5, 6 und 11 hatten eine Stalltemperatur unter 18 °C.

Bei zweiten Betriebsbesuch lag in den meisten Betrieben die Stalltemperatur bei 25 °C oder höher. In Betrieben 7 und 11 lagen die Temperaturmittelwerte zwischen 20 und < 25 °C, bei den Betrieben 4 und 5 zwischen 18 und < 20 °C.

1.3.5. RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

Wegen eines technischen Defekts wurden im Aufzuchtbetrieb 13 und bei Betriebsbesuch 1 im Aufzuchtbetrieb 15 keine Daten aufgezeichnet.

Abbildung 7 stellt die Mittelwerte graphisch dar; im Anhang IX 1.7, Tabelle 55 sind die Mittelwerte, sowie die minimal und maximal aufgezeichneten Messwerte der relativen Luftfeuchtigkeit während der Betriebsbesuche aufgeführt.

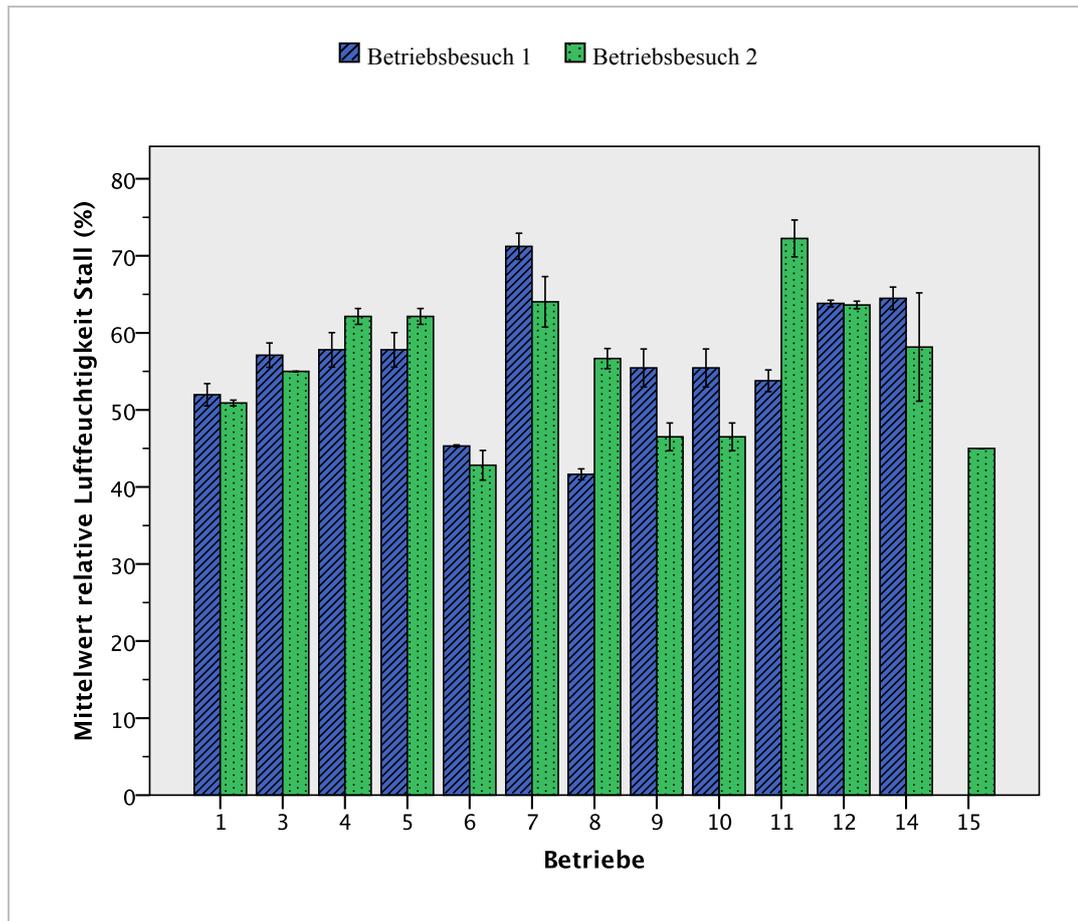


Abbildung 7: Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit in Prozent in den Betrieben bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht
SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Für den ersten Betriebsbesuch wurden in den Aufzuchtställen Mittelwerte zwischen 42 und 72 % berechnet. In den Betrieben 7, 12 und 14 wurde eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 60 und 72 % gemessen; in den Betrieben 1, 3, 4, 5, 9, 10 und 11 ergaben sich Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 60 %. Bei den Aufzuchtställen der Betriebe 6 und 8 wurden Werte zwischen 40 und 50 % gemessen.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurde eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 43 und 72 % gemessen. In den Aufzuchtbetrieben 4, 5, 7, 11 und 12 lagen die Werte zwischen 60 und 72 %; Werte zwischen 50 und 60 % wurden in den Betrieben 1, 3, 8 und 14 gemessen. Eine mittlere relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 50 % ergab sich in den Betrieben 6, 9, 10 und 15.

1.3.6. STAUBKONZENTRATION IN DER STALLLUFT

Die gemessenen Staubkonzentrationen (PM 10) im Scharrraumbereich sind in Abbildung 8 dargestellt; im Anhang IX 1.7, Tabelle 56 zeigt die Mittelwerte, sowie die minimal und maximal gemessenen Werte.

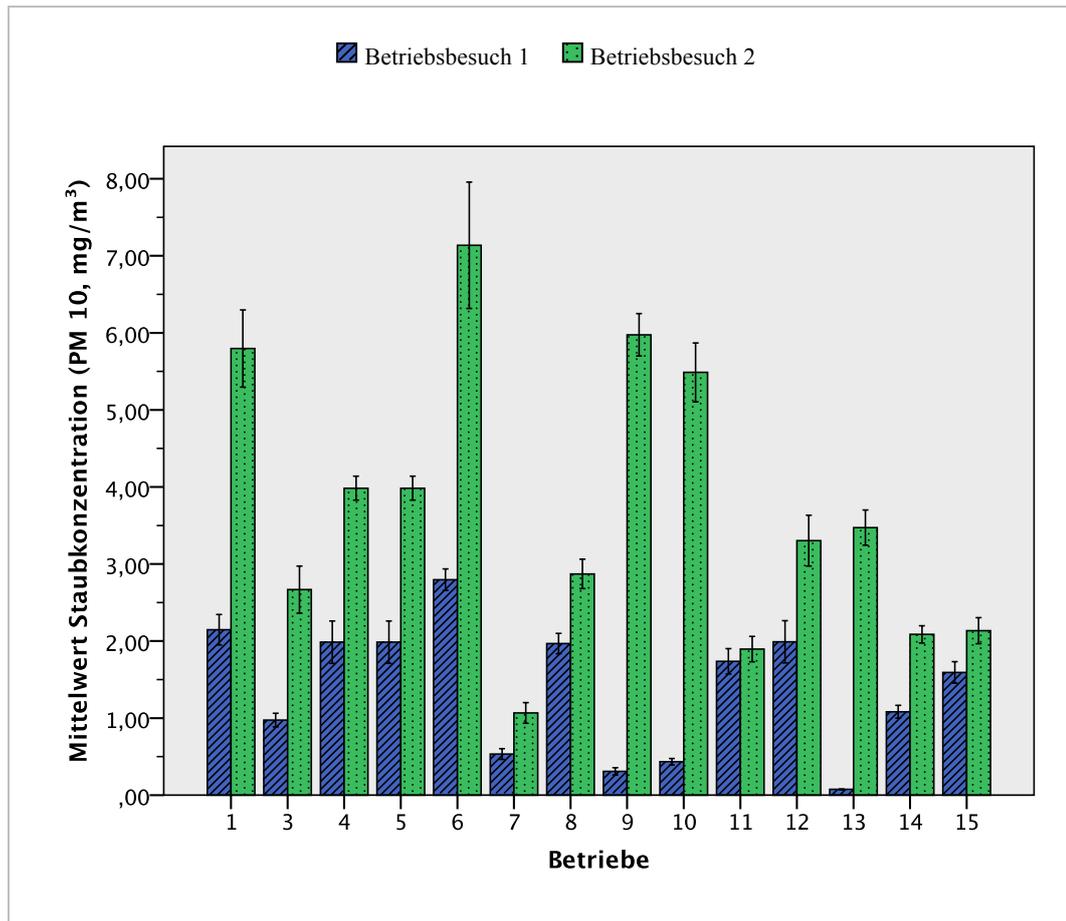


Abbildung 8: Mittelwerte der Staubkonzentrationen in mg/m^3 in den einzelnen Betrieben bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht

SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; PM 10: „particulate matter“, Partikelgröße $< 10 \mu\text{m}$

Es ist auffällig, dass bei allen Betrieben die Staubbelastung in den Ställen beim zweiten Betriebsbesuch höher war als beim ersten Besuch.

Beim ersten Betriebsbesuch lag die Staubkonzentration in den Aufzuchtställen zwischen $0,08$ und $2,80 \text{ mg}/\text{m}^3$. In den Aufzuchtbetrieben 1 und 6 wurden Staubkonzentrationen zwischen $2,15$ und $2,80 \text{ mg}/\text{m}^3$ gemessen; in den Betrieben 4, 5, 8, 11, 12, 14 und 15 lag die Staubbelastung zwischen $1,10$ und $2,00 \text{ mg}/\text{m}^3$. Weniger als $1,00 \text{ mg}/\text{m}^3$ Staub wurde in den Ställen der Aufzuchtbetriebe 3, 7, 9, 10 und 13 gemessen.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurden in den Aufzuchtställen Staubkonzentrationen zwischen $1,07$ und $7,14 \text{ mg}/\text{m}^3$ gemessen.

In den Ställen der Aufzuchtbetriebe 1, 6, 9 und 10 lagen diese Werte zwischen $5,50$ und $7,14 \text{ mg}/\text{m}^3$. In den Aufzuchtställen 4, 5, 12 und 13 wurden Mittelwerte zwischen $3,00$ und $4,00 \text{ mg}/\text{m}^3$ und in den Betrieben 3, 8, 14 und 15 zwischen $2,00$ und $3,00 \text{ mg}/\text{m}^3$ gemessen. In den Ställen der Betriebe 7 und 11 wurden die niedrigsten Staubwerte zwischen $1,00$ und $2,00 \text{ mg}/\text{m}^3$ gemessen.

1.3.7. LUFTSTRÖMUNG

Die Luftströmung wurde in den Aufzuchtställen in „keine“, „leichte“, „mittlere“ oder „starke“ Luftströmung durch die Zahlen 0, 1, 2 und 3 ordinal kategorisiert. Für die Auswertung wurde der Median aus allen gemessenen Werten in den verschiedenen Stallbereichen gebildet. In der Tabelle 14 sind die Mediane sowie die minimal und maximal gemessene Luftströmung für den gesamten Stall dargestellt:

Tabelle 14: Median, Minima und Maxima der Luftströmung in den einzelnen Betrieben beim ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht

Min: Minima; Max: Maxima

Betriebe	Betriebsbesuch 1			Betriebsbesuch 2		
	Median	Min	Max	Median	Min	Max
1	2	2	3	2	1	3
3	2	1	3	2	1	3
4	1	0	3	2	1	3
5	1	0	3	2	1	3
6	1	1	3	3	1	3
7	1	1	2	1	1	2
8	2	1	2	2	1	3
9	2	1	3	2	2	3
10	2	1	2	2	1	2
11	2	1	3	2	1	3
12	2	1	3	1	1	3
13	2	1	2	3	1	3
14	2	1	3	2	1	3
15	1	1	2	1	1	2

Beim ersten Betriebsbesuch wurde in neun Aufzuchtställen (1, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13 und 14) eine „mittlere“ Luftströmung gemessen. Bei fünf Aufzuchtbetrieben (4, 5, 6, 7 und 15) wurde hingegen eine „leichte“ Luftströmung in den Ställen festgestellt.

Beim zweiten Betriebsbesuch war in den Ställen der Betriebe 6 und 13 eine „starke“ Luftströmung vorhanden. Eine „mittlere“ Luftströmung wurde in 10 Aufzuchtbetrieben (1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 und 14) gemessen. Drei Betriebe (7, 12 und 15) hatten eine „leichte“ Luftströmung im Stall beim zweiten Besuch.

1.4. EINSTREUTIEFE, -QUALITÄT UND -STRUKTUR

1.4.1. EINSTREUTIEFE

In Tabelle 15 sind die Mittelwerte der Einstreutiefen sowie die minimal und maximal gemessenen Werte (in cm) in den Aufzuchtställen bei beiden Betriebsbesuchen dargestellt:

Tabelle 15: Mittelwerte, Minima, Maxima der Einstreutiefen in den einzelnen Betrieben bei den beiden Betriebsbesuchen in der Aufzucht

MW: Mittelwerte; SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima

Betriebe	Betriebsbesuch 1				Betriebsbesuch 2			
	MW (cm)	SE	Min (cm)	Max (cm)	MW (cm)	SE	Min (cm)	Max (cm)
1	4,0	0,54	1,0	7,0	4,9	0,54	1,0	7,0
3	3,9	0,32	3,0	5,0	8,4	0,58	7,0	11,0
4	5,6	0,42	2,0	9,0	9,5	0,70	4,0	15,0
5	5,6	0,42	2,0	9,0	9,5	0,70	4,0	15,0
6	6,4	0,62	2,5	9,0	2,3	0,41	1,0	5,0
7	1,8	0,46	1,0	4,0	3,3	0,78	1,5	6,5
8	1,8	0,36	0,5	3,0	5,6	0,37	5,0	7,0
9	3,8	1,69	0,5	6,0	7,0	1,15	5,0	9,0
10	3,8	1,07	0,5	6,0	5,6	1,68	0,5	10,0
11	4,3	1,34	1,0	9,0	4,8	1,41	1,5	10,0
12	3,4	0,49	1,5	5,0	6,5	0,43	5,0	8,0
13	2,6	0,20	2,0	3,0	6,2	0,40	5,0	7,0
14	3,9	0,74	1,5	7,0	6,7	0,49	5,0	8,0
15	1,8	0,25	1,0	2,5	4,2	0,38	3,0	5,0

Beim ersten Betriebsbesuch wurden in den Aufzuchtställen durchschnittliche Einstreutiefen von minimal 1,8 (Betriebe 7, 8 und 15) und maximal 6,4 cm (Betrieb 6) gemessen. Beim zweiten Betriebsbesuch wurden Mittelwerte zwischen 2,3 (Betrieb 6) und 9,5 cm Tiefe (Betriebe 4 und 5) in den untersuchten Aufzuchtställen gemessen.

1.4.2. EINSTREUQUALITÄT UND -STRUKTUR

Die Einstreuqualität wurde in fünf ordinalskalierte Kategorien (0 - 4) nach dem „Welfare Quality Assessment Protocol“ eingeteilt (siehe III.4.4). Die Beschaffenheit wurde in drei ordinalskalierte Kategorien eingeteilt (0: keine Struktur, 1: etwas strukturiert, 2: strukturiert). Tabelle 16 stellt die Mediane der Einstreuqualität und -struktur dar:

Tabelle 16: Mediane der Einstreuqualität und der Einstreustruktur bei den einzelnen Betriebsbesuchen in der Aufzucht

Einstreuqualität (0: sehr trocken, 1: trocken, 2: feucht, 3: sehr feucht, 4: Plattenbildung); Einstreustruktur (0: keine Struktur, 1: etwas strukturiert, 2: strukturiert)

Betriebe	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2		Median gesamt	
	Qualität	Struktur	Qualität	Struktur	Qualität	Struktur
1	2	0	0	0	1	0
3	1	0	1	0	1	0
4	0	2	1	0	1	1
5	0	2	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	1
7	1	2	1	1	1	1
8	1	0	1	0	1	0
9	1	2	0	0	1	1
10	1	2	1	0	1	1
11	1	0	1	0	1	0
12	1	0	1	0	1	0
13	1	2	1	0	1	1
14	2	1	3	0	3	0
15	1	0	1	0	1	0
Gesamt	1	1	1	0	1	0

Beim ersten Betriebsbesuch hatte die Mehrheit der Aufzuchtställe eine trockene Einstreuqualität. Bei Betrieb 1 und 14 war die Einstreu leicht feucht. Eine strukturlose Einstreu hatten die Betriebe 1, 3, 8, 11, 12 und 15. Die Betriebe 6 und 14 hatten eine „etwas“ strukturierte und die Betriebe 4, 5, 7, 9, 10 und 13 hingegen eine strukturierte Einstreu.

Beim zweiten Betriebsbesuch hatten außer Betrieb 14 alle anderen Betriebe eine trockene Einstreuqualität. Bei Betrieb 14 war die Einstreu sehr feucht, bei welcher die Möglichkeit der Bildung eines kompakten Balls bestand. Eine „etwas“ strukturierte Einstreu hatte Betrieb 7; alle andere Betriebe hatten keine Struktur in der Einstreu.

1.5. UNIFAKTORIELLE BETRACHTUNG VON EINFLUSSFAKTOREN AUF GEFIEDERSCHÄDEN BEI NICHT-SCHNABELKUPIERTEN JUNGHENNEN

Um herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen den untersuchten Stallklimafaktoren und Gefiederschäden oder Verletzungen besteht, wurden die Ergebnisse der Variablen binär kategorisiert (Tabelle 17):

Tabelle 17: Binäre Kategorisierung der untersuchten Variablen

Variablen	0	1
Gefiederschäden	≤ 10 % der Herde	> 10 % der Herde
Ammoniak	≤ 10 ppm	> 10 ppm
Lichtstärke	≤ 20 Lux	> 20 Lux
Temperatur	≤ 20 °C	> 20 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	≤ 65 %	> 65 %
Staub	≤ 1,5 mg/cm ³	> 1,5 mg/cm ³
Luftströmung	keine bis leicht	mittel bis stark
Einstreutiefe	≤ 2,5 cm	> 2,5 cm
Einstreustruktur	keine Struktur	strukturiert

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Teste mit Phi-Koeffizienten zwischen Gefiederschäden und einzelnen Stallklimaparametern:

Tabelle 18: Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test in der Aufzucht

p: Signifikanzniveau (* $p \leq 0,05$); Phi: Phi-Koeffizient; Bb: Betriebsbesuch; (-): kein Chi-Quadrat-Test möglich

Gefiederschäden	Bb 1		Bb 2		Bb 1, Bb 2	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Ammoniak	0,671	0,100	0,218	-0,299	0,948	-0,011
Lichtstärke	0,168	-0,325	0,218	0,299	0,491	-0,116
Temperatur	0,490	0,167	0,290	-0,257	0,942	0,013
relative Luftfeuchtigkeit	0,302	0,258	0,620	0,124	0,290	0,187
Staub	0,343	-0,224	0,330	-0,116	0,908	-0,019
Luftströmung	0,197	-0,408	-	-	0,389	-0,192
Einstreutiefe	0,452	-0,182	0,432	0,190	0,956	-0,009
Einstreustruktur	0,486	0,169	0,633	0,116	0,961	-0,008

In der Tabelle 18 ist bei dem ersten Betriebsbesuch ein mittelstarker negativer Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und der Lichtstärke, sowie zwischen Gefiederschäden und der Luftströmung dargestellt; beide Zusammenhänge sind allerdings nicht signifikant ($p = 0,168$; $\Phi = 0,325$ und $p = 0,197$; $\Phi = -0,408$).

In der Aufzuchtphase bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Gefiederschäden und den stallklimatischen Parametern.

1.5.1. ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN GEFIEDERSCHÄDEN UND GEMISCHTEN / NICHT-GEMISCHTEN HERDEN

Da genetische Unterschiede eine wichtige Rolle in der Ausprägung von Federpicken und Kannibalismus bei unterschiedlichen Legelinien sowie bei der Haltung von zwei Legelinien in einer Herde spielen, wurde untersucht, ob Gefiederschäden bei Hennen, die in gemischten Herden gehalten werden, häufiger sind als in Herden mit einer Legelinie:

Tabelle 19: Zusammenhänge zwischen „Herden gemischt“ und Gefiederschäden aus dem Chi-Quadrat-Test in der Aufzucht

(* $p \leq 0,05$: Zusammenhang signifikant); Phi: Phi-Koeffizient; Bb: Betriebsbesuch

Herden gemischt	Bb 1		Bb 2		Bb 1, Bb 2	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Gefiederschäden	0,094	0,395	0,210	-0,304	0,554	0,100

Während der Aufzuchtphase wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und gemischten oder nicht-gemischten Herden festgestellt.

2. Legebetriebe

2.1. GEFIEDERBONITUR IN DEN LEGEBETRIEBEN

Tabelle 20 zeigt die Mittelwerte der Gefiederscores aus den drei Körperregionen „Hals dorsal, Rücken und Flügeldecken“ für die drei Betriebsbesuche zwischen der 30. und 33., der 44. und 48. und der 62. und 68. Lebenswoche, den minimalen und maximalen Gefiederscore, den einfachen Standardfehler, sowie den prozentualen Anteil an Hennen mit Gefiederschäden in der Gruppe. Außerdem sind signifikante Unterschiede zwischen den Betriebsbesuchen und zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen dargestellt.

Der Gefiederscore kann bei den Legehennen bei fehlenden Gefiederschäden 15 Punkte erreichen (vgl. III.4.1.3.1 „Gefiederschäden“). Gefiederscores ≤ 10 Punkte wurden als schwere Gefiederschäden durch Federpicken interpretiert.

Tabelle 20: Mittelwerte, Minima und Maxima der Gefiederscores sowie der prozentuale Anteil an Hennen mit Gefiederschäden bei nicht-schnabelkupierrten (VG) und schnabelkupierrten (KG) Legehennen beim ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch in den Legebetrieben

VG: Versuchsgruppe; KG: Kontrollgruppe; MW: Mittelwerte; SE: Standardfehler der Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; AHG: Anteil an Legehennen mit Gefiederschäden in der Gruppe in Prozent; Bb 1-2, Bb 1-3: Signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Gefiederscores zwischen Betriebsbesuch 1 und 2 bzw. 1 und 3 sind mit * ($p \leq 0,05$) und ** ($p \leq 0,001$), signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe mit # ($p \leq 0,05$) hervorgehoben (Mann-Whitney-U-Test)

Betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1					Betriebsbesuch 2					Betriebsbesuch 3					Bb 1-2	Bb 1-3
		MW	SE	Min	Max	AHG (%)	MW	SE	Min	Max	AHG (%)	MW	SE	Min	Max	AHG (%)		
1a	KG	# 13,0	0,18	12	15	0	# 12,3	0,19	9	15	3	# 10,3	0,30	7	12	37	*	**
1b	VG	# 11,4	0,14	10	13	10	# 7,6	0,39	4	12	93	# 6,5	0,48	3	12	97	**	**
2	VG	14,4	0,09	12	15	0	12,5	0,14	11	15	0	10,5	0,25	6	15	35	**	**
3	VG	# 12,6	0,17	11	15	0	11,9	0,20	10	15	10	9,9	0,40	6	13	60	*	**
3a	KG	12,6	0,10	12	14	0	11,9	0,17	10	14	10	9,6	0,28	7	13	70	**	**
3b	KG	# 13,1	0,21	11	15	0	12,0	0,10	11	13	0	10,6	0,42	4	14	37	**	**
4	VG	13,4	0,12	11	15	0	11,3	0,16	8	14	25	10,5	0,18	8	14	53	**	**
5	VG	14,5	0,09	13	15	0	13,3	0,13	12	15	0	13,1	0,16	10	15	5	**	**
6a	VG	14,4	0,14	13	15	0	14,2	0,20	12	15	0	12,3	0,28	8	15	13		**
6b	VG	13,5	0,16	12	15	0	13,6	0,20	12	15	0	12,4	0,11	12	14	0		**
7	VG	11,6	0,16	10	13	10	9,9	0,27	6	12	60	8,6	0,47	3	13	80	**	**
8	VG	12,2	0,19	10	15	7	11,1	0,35	7	14	43	10,6	0,27	7	13	47	*	**
9	VG	12,6	0,17	11	15	0	11,0	0,31	7	14	40	8,9	0,34	5	13	73	**	**
10	VG	# 12,4	0,17	11	14	0	# 11,7	0,21	9	14	17	# 9,3	0,26	6	12	87	*	**
	KG	# 13,6	0,14	12	15	0	# 12,4	0,16	11	14	0	# 10,5	0,21	8	13	53	**	**
11	VG	# 11,8	0,14	10	13	7	# 9,2	0,21	6	11	90	# 6,9	0,45	3	12	93	**	**
	KG	# 12,3	0,18	11	15	0	# 11,0	0,15	8	12	13	# 8,4	0,44	4	12	73	**	**
12	VG	12,8	0,18	11	15	0	10,5	0,30	6	14	47	7,3	0,53	3	14	90	**	**
13	VG	11,8	0,15	9	13	15	9,5	0,25	5	13	73	7,9	0,37	4	12	90	**	**
14	VG	12,9	0,23	11	15	0	11,3	0,15	9	12	10	9,4	0,34	6	13	70	**	**
15	VG	13,3	0,24	11	15	0	# 10,4	0,29	7	12	37	7,9	0,43	3	13	87	**	**
	KG	13,9	0,18	12	15	0	# 11,7	0,18	10	15	7	7,9	0,50	3	12	77	**	**
16	VG	11,8	0,10	10	13	3	10,6	0,24	8	12	47	8,0	0,45	3	12	83	**	**
Gesamt	VG	12,9	0,06	9	15		11,2	0,09	4	15		9,7	0,11	3	15			
	KG	13,1	0,08	11	15		11,9	0,07	8	15		9,6	0,17	3	14			

Bei dem ersten Betriebsbesuch ist zu sehen, dass alle untersuchten Legehennenbetriebe, unabhängig von der Versuchs- oder Kontrollgruppe, im Durchschnitt einen Gefiederscore von über 11 Punkten erreicht haben.

Beim zweiten Betriebsbesuch haben 13 Versuchsgruppen (Betriebe 2, 3, 4, 5, 6a, 6b, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16) einen Gefiederscore > 10 erreicht. Bei den übrigen vier Versuchsgruppen (Betriebe 1b, 7, 11 und 13) lag der mittlere Gefiederscore zwischen 7,6 und 9,9 Punkten. Alle Kontrollgruppen (Betriebe 1a, 3a, 3b, 10, 11 und 15) haben einen Gefiederscore von ≥ 11 Punkten erreicht.

Bei dem dritten Betriebsbesuch haben sechs Versuchsgruppen (Betriebe 2, 4, 5, 6a, 6b, und 8) einen mittleren Gefiederscore ≥ 10 erreicht. Die übrigen 11 Versuchsgruppen (1b, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 und 16) zeigten eine Verschlechterung des mittleren Gefiederscores bis zu 6,9 Punkten. Drei Kontrollgruppen (Betriebe 1a, 3b und 10) hatten einen mittleren Gefiederscore ≥ 10 ; die übrigen drei Kontrollgruppen (Betriebe 3a, 11 und 15) zeigten einen Abfall der mittleren Gefiederscores bis zu einem Minimum von 7,9 Punkten.

Vergleicht man die Versuchsgruppen von Betrieben, welche auch eine gleichaltrige Kontrollgruppe hielten, so waren beim ersten Besuch die mittleren Gefiederscores der Versuchsgruppen 1b, 3, 10 und 11 signifikant ($p \leq 0,05$) niedriger als die Gefiederscores in den zugehörigen Kontrollgruppen 1a, 3b, 10 und 11 (Signifikanz s. Anhang IX 2.1, Tabelle 58).

Beim zweiten Betriebsbesuch waren die mittleren Gefiederscores der Versuchsgruppen 1b, 10, 11 und 15 signifikant ($p \leq 0,05$) niedriger als die Gefiederscores der zugehörigen Kontrollgruppen 1a, 10, 11 und 15.

Die mittleren Gefiederscores der Versuchsgruppen 1b, 10 und 11 waren beim dritten Betriebsbesuch signifikant ($p \leq 0,05$) niedriger als die Gefiederscores der zugehörigen Kontrollgruppen 1a, 10 und 11.

Die Abnahme der mittleren Gefiederscores zwischen Betriebsbesuch 1 und 3 war sowohl für alle Versuchs- als auch alle Kontrollgruppen signifikant ($p \leq 0,001$). Mit Ausnahme der Versuchsgruppen 6a und 6b hatten alle anderen Versuchs- und auch alle Kontrollgruppen bereits bei dem zweiten Betriebsbesuch signifikante Veränderungen der Gefiederscores.

Wie zu erwarten, nahmen die Gefiederschäden mit zunehmendem Lebensalter der Legehennen in allen Betrieben zu. Allerdings war die Ausprägung der Gefiederschäden in den untersuchten Betrieben sehr unterschiedlich.

2.2. VERLETZUNGSBONITUR IN DEN LEGEBETRIEBEN

Für die Auswertung von Kannibalismusverletzungen wurden die Körperregionen „Rücken, Stoß und Bauch“, sowie die „Kloake“ und die „Zehenoberseite“ beurteilt.

2.2.1. KANNIBALISMUSVERLETZUNGEN „RÜCKEN / STOß / BAUCH“

Für die Beurteilung von kannibalistischen Verletzungen wurden, wie in III.4.1.3.2 beschrieben, die Binärwerte der drei Körperregionen „Rücken, Stoß und Bauch“ zusammengefasst. Der prozentuale Anteil an Legehennen mit Kannibalismusverletzungen in einer Gruppe wurde berechnet und ist für die drei Betriebsbesuche in Tabelle 21 dargestellt. Anhang IX 2.2, Tabelle 59, Tabelle 60 und Tabelle 61 stellen den Anteil an Hennen mit Verletzungen der einzelnen Körperregionen dar.

Tabelle 21: Prozentualer Anteil nicht-schnabelkupierter (VG) und schnabelkupierter Legehennen (KG) mit kannibalistischen Verletzungen für die Körperregionen „Rücken / Stoß / Bauch“ bei den drei Betriebsbesuchen in den Betrieben

VG: Versuchsgruppe; KG: Kontrollgruppe

Betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1	Betriebsbesuch 2	Betriebsbesuch 3
1a	KG	0,0	0,0	3,3
1b	VG	13,3	60,0	30,0
2	VG	0,0	0,0	0,0
3	VG	0,0	0,0	10,0
3a	KG	0,0	3,3	10,0
3b	KG	0,0	0,0	0,0
4	VG	0,0	3,3	45,0
5	VG	0,0	0,0	5,0
6a	VG	0,0	0,0	0,0
6b	VG	0,0	0,0	0,0
7	VG	6,7	13,3	13,3
8	VG	0,0	10,0	0,0
9	VG	0,0	6,7	10,0
10	VG	0,0	3,3	6,7
	KG	0,0	0,0	0,0
11	VG	0,0	50,0	23,3
	KG	0,0	0,0	10,0
12	VG	0,0	3,3	33,3
13	VG	8,3	23,3	10,0
14	VG	0,0	0,0	3,3
15	VG	0,0	10,0	23,3
	KG	0,0	0,0	6,7
16	VG	3,3	0,0	13,3
Gesamt	VG	1,9	10,0	13,8
	KG	0,0	0,6	5,0

Beim ersten Betriebsbesuch wurden bei vier von 17 untersuchten Versuchsgruppen (Betriebe 1b, 7, 13 und 16) kannibalistische Verletzungen an Rücken / Stoß / Bauch festgestellt. Der prozentuale Anteil der verletzten Hennen lag zwischen 3 und 13 %. Bei den sechs untersuchten Kontrollgruppen ergaben sich keine Kannibalismusverletzungen.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurden bei zehn Versuchsgruppen kannibalistische Verletzungen dokumentiert: In Betrieb 1b wiesen 60 % und in Betrieb 11 50 % der Hennen Kannibalismusverletzungen an den o.g. Körperregionen auf. Es zeigte sich somit ein deutlicher Anstieg an verletzten Hennen im Vergleich zum ersten Betriebsbesuch. In den Legebetrieben 7, 8, 13 und 15 waren zwischen 10 und 23 % der Hennen betroffen. In den Betrieben 4, 9, 10 und 12 lag der Anteil an Tieren mit kannibalistischen Verletzungen zwischen 3 und 7 %. In den Kontrollgruppen zeigte Legebetrieb 3a mit einem Anteil von 3 % der Hennen Kannibalismusverletzungen an Rücken / Stoß / Bauch; die anderen Kontrollgruppen wiesen keine Kannibalismusverletzungen auf.

Beim dritten Betriebsbesuch waren deutlich mehr Gruppen von Kannibalismusverletzungen betroffen; in 13 von 17 Versuchsgruppen wurden Verletzungen festgestellt. Hier zeigte Legebetrieb 4 einen deutlichen Anstieg von 3 auf 45 % betroffener Hennen. In den Betrieben 1b, 11, 12 und 15 lag der Anteil an verletzten Hennen zwischen 23 und 33 %. Zwischen 10 und 13 % aller Hennen waren in den Betrieben 3, 7, 9, 13 und 16 verletzt. Die Legebetriebe 5, 10 und 14 wiesen einen Anteil betroffener Hennen zwischen 3 und 7 % auf. In den Kontrollgruppen waren hier 4 (1a, 3a, 11 und 15) von 6 Gruppen betroffen; der prozentuale Anteil an verletzten Hennen lag dabei zwischen 3 und 10 %.

In drei Versuchs- (2, 6a und 6b) und zwei Kontrollgruppen (3b und 10) traten bei keinem der drei Betriebsbesuche Kannibalismusverletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ auf.

2.2.2. KANNIBALISMUSVERLETZUNGEN „KLOAKE“

Kannibalistische Verletzungen für die Körperregion „Kloake“ wurden, wie in III.4.1.3.2 beschrieben, kategorisiert. Der prozentuelle Anteil an Legehennen mit Kannibalismusverletzungen an der Kloake in einer Gruppe wurde berechnet und ist für die drei Betriebsbesuche in Tabelle 22 dargestellt:

Tabelle 22: Prozentualer Anteil nicht-schnabelkupierter (VG) und schnabelkupierter Legehennen (KG) mit kannibalistischen Verletzungen an der „Kloake“ bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

VG: Versuchsgruppe; KG: Kontrollgruppe

Betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1	Betriebsbesuch 2	Betriebsbesuch 3
1a	KG	0,0	0,0	0,0
1b	VG	6,7	6,7	0,0
2	VG	1,7	0,0	6,7
3	VG	0,0	0,0	16,7
3a	KG	3,3	0,0	0,0
3b	KG	0,0	0,0	3,3
4	VG	0,0	0,0	11,7
5	VG	1,7	0,0	0,0
6a	VG	0,0	0,0	0,0
6b	VG	0,0	0,0	3,3
7	VG	10,0	0,0	13,3
8	VG	0,0	0,0	0,0
9	VG	0,0	3,3	3,3
10	VG	0,0	0,0	0,0
	KG	0,0	0,0	3,3
11	VG	3,3	10,0	10,0
	KG	0,0	0,0	3,3
12	VG	10,0	10,0	20,0
13	VG	5,0	13,3	3,3
14	VG	0,0	0,0	0,0
15	VG	0,0	3,3	3,3
	KG	0,0	0,0	6,7
16	VG	0,0	0,0	0,0
Gesamt	VG	2,2	2,9	5,5
	KG	0,6	0,0	2,8

Beim ersten Betriebsbesuch traten bei sieben Versuchsgruppen (Betriebe 1b, 2, 5, 7, 11, 12 und 13) kannibalistische Verletzungen an der Kloake auf; der prozentuale Anteil an Tieren mit Kloakenverletzungen lag zwischen 2 und 10 %. Bei den Kontrollgruppen war Legebetrieb 3a mit 3 % der Hennen betroffen.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurden in sechs Versuchsgruppen (Betriebe 1b, 9, 11, 12, 13 und 15) Kannibalismusverletzungen an der Kloake festgestellt. Der Anteil der betroffenen Hennen lag zwischen 3 und 13 %. In den Kontrollgruppen bestanden keine Kloakenverletzungen.

Im dritten Betriebsbesuch wurde bei zehn Versuchsgruppen Kloakenkannibalismus festgestellt. Zwischen 3 und 20 % der Hennen waren in den Legebetrieben 2, 3, 4, 6b, 7, 9, 11, 12, 13 und 15 davon betroffen. In den Kontrollgruppen waren

vier von sechs Gruppen mit einem prozentualen Anteil von 3 bis 7 % betroffen (Gruppen der Betriebe 3a, 10, 11 und 15).

Während der drei Betriebsbesuche wurden bei fünf Versuchsgruppen (Betriebe 6a, 8, 10, 14 und 16) und der Kontrollgruppe des Betriebes 1a keine Kannibalismusverletzungen an der Kloake festgestellt.

2.2.3. KANNIBALISMUSVERLETZUNGEN „ZEHENOBERVERSEITE“

In Tabelle 23 sind die prozentualen Anteile an Hennen mit Pickverletzungen an der Zehenoberseite dargestellt:

Tabelle 23: Prozentualer Anteil nicht-schnabelkupierter (VG) und schnabelkupierter (KG) Legehennen mit Pickverletzungen an der „Zehenoberseite“ bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

VG: Versuchsgruppe; KG: Kontrollgruppe

Betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1	Betriebsbesuch 2	Betriebsbesuch 3
1a	KG	23,3	0,0	6,7
1b	VG	43,3	6,7	13,3
2	VG	5,0	0,0	1,7
3	VG	3,3	3,3	0,0
3a	KG	0,0	6,7	3,3
3b	KG	3,3	3,3	3,3
4	VG	11,7	28,3	8,3
5	VG	1,7	1,7	3,3
6a	VG	0,0	0,0	0,0
6b	VG	3,3	23,3	10,0
7	VG	13,3	0,0	0,0
8	VG	3,3	3,3	6,7
9	VG	0,0	3,3	0,0
10	VG	0,0	0,0	3,3
	KG	0,0	0,0	0,0
11	VG	3,3	0,0	0,0
	KG	3,3	0,0	3,3
12	VG	0,0	3,3	0,0
13	VG	1,7	0,0	0,0
14	VG	3,3	0,0	6,7
15	VG	6,7	6,7	3,3
	KG	13,3	0,0	3,3
16	VG	10,0	10,0	0,0
Gesamt	VG	6,2	5,6	3,5
	KG	7,2	1,7	3,3

Beim ersten Betriebsbesuch wurden bei 13 von 17 Versuchsgruppen Pickverletzungen an den Zehenoberseiten bonitiert. Den höchste Anteil von 43,3 % betroffener Hennen wies Betrieb 1b auf; zwischen 10 und 13 % betroffener Hennen waren in Betrieben 4, 7 und 16 vorhanden. Die Legebetriebe 2, 3, 5, 6b, 8, 11, 13, 14 und 15 hatten einen prozentualen Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Zehenoberseite zwischen 2 und 7 %. In den Kontrollgruppen wiesen vier von sechs untersuchten Gruppen Zehenverletzungen auf: In Legebetrieb 1a wurden bei 23 %, im Betrieb 15 bei 13 % und in den Betrieben 3b und 11 bei 3 % der Hennen Pickverletzungen an der Zehenoberseite festgestellt.

Beim zweiten Betriebsbesuch traten bei 10 Versuchsgruppen Verletzungen an der Zehenoberseite auf. In Legebetrieb 4 hatten 28 % und in Legebetrieb 6b 23 % der der Hennen Pickverletzungen an den Zehen. In den Legebetrieben 1b, 3, 5, 8, 9, 12, 15 und 16 waren 2 bis 10 % der Hennen betroffen. In der Kontrollgruppe 3a hatten 7 %, in der Kontrollgruppe 3b 3 % der Hennen Zehenverletzungen.

Beim dritten Betriebsbesuch wurden ebenfalls bei neun Versuchsgruppen Verletzungen an den Zehenoberseiten bonitiert: Der höchste prozentuale Anteil von 13 % betroffener Hennen wurde bei Legebetrieb 1b dokumentiert. Zwischen 2 und 10 % betroffener Hennen mit Zehenverletzungen wurden in den Legebetrieben 2, 4, 5, 6b, 8, 10, 14 und 15 festgestellt. In den Kontrollgruppen wiesen 5 von den 6 untersuchten Gruppen (Legebetrieben 1a, 3a, 3b, 11 und 15) Zehenverletzungen auf; der Anteil lag dabei zwischen 3 und 7 %.

Die Hennen in der Versuchsgruppe des Legebetriebes 6a sowie die Kontrollgruppe in Legebetrieb 10 wiesen bei keiner der drei Betriebsbesuche Pickverletzungen an der Zehenoberseite auf.

2.3. FUß- UND ZEHENBALLENGESUNDHEIT

Für die Beurteilung der Gesundheit der Fuß- und Zehenballen wurden diese auf Läsionen und Hyperkeratosen untersucht.

2.3.1. FUBBALLEN-LÄSIONEN

In Tabelle 24 sind die prozentualen Anteile der Hennen mit den vier Läsionsgraden an den Fußballen bei den drei Betriebsbesuchen dargestellt:

Tabelle 24: Prozentualer Anteil an Hennen mit Fußballenläsionen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

G: Grad; Grad 4: keine Läsionen; Grad 3: oberflächliche Läsion (≤ 2 mm); Grad 2: mittelgradige Läsion (> 2 mm); Grad 1: hochgradige Läsion, akute Entzündung

Betriebe	Betriebsbesuch 1				Betriebsbesuch 2				Betriebsbesuch 3			
	G 4	G 3	G 2	G 1	G 4	G 3	G 2	G 1	G 4	G 3	G 2	G 1
1a	90,0	0,0	6,7	3,3	83,3	10,0	3,3	3,3	80,0	13,3	6,7	0,0
1b	80,0	3,3	16,7	0,0	76,7	6,7	13,3	3,3	83,3	3,3	6,7	6,7
2	76,7	18,3	1,7	3,3	73,3	5,0	15,0	6,7	86,7	5,0	8,3	0,0
3	86,7	3,3	10,0	0,0	83,3	6,7	10,0	0,0	86,7	3,3	10,0	0,0
3a	66,7	10,0	16,7	6,7	66,7	16,7	16,7	0,0	80,0	6,7	13,3	0,0
3b	93,3	0,0	6,7	0,0	80,0	6,7	13,3	0,0	73,3	13,3	13,3	0,0
4	65,0	15,0	15,0	5,0	55,0	8,3	21,7	15,0	41,7	6,7	38,3	13,3
5	96,7	1,7	1,7	0,0	75,0	1,7	21,7	1,7	73,3	10,0	11,7	5,0
6a	100,0	0,0	0,0	0,0	96,7	3,3	0,0	0,0	86,7	3,3	10,0	0,0
6b	66,7	6,7	20,0	6,7	70,0	3,3	23,3	3,3	66,7	6,7	26,7	0,0
7	90,0	3,3	6,7	0,0	93,3	0,0	6,7	0,0	76,7	0,0	16,7	6,7
8	80,0	13,3	6,7	0,0	83,3	6,7	10,0	0,0	86,7	10,0	3,3	0,0
9	50,0	16,7	26,7	6,7	60,0	6,7	30,0	3,3	80,0	6,7	10,0	3,3
10	70,0	6,7	21,7	1,7	86,7	1,7	10,0	1,7	76,7	3,3	16,7	3,3
11	76,7	8,3	11,7	3,3	81,7	6,7	10,0	1,7	76,7	11,7	11,7	0,0
12	83,3	10,0	6,7	0,0	86,7	10,0	3,3	0,0	76,7	16,7	6,7	0,0
13	86,7	3,3	10,0	0,0	93,3	0,0	6,7	0,0	66,7	6,7	23,3	3,3
14	70,0	0,0	30,0	0,0	73,3	6,7	20,0	0,0	43,3	10,0	46,7	0,0
15	81,7	8,3	10,0	0,0	88,3	3,3	8,3	0,0	75,0	8,3	16,7	0,0
16	86,7	6,7	6,7	0,0	83,3	6,7	10,0	0,0	96,7	3,3	0,0	0,0
Gesamt	79,6	7,3	11,2	1,9	79,4	5,3	12,8	2,5	74,7	7,4	15,4	2,4

Bei dem ersten Betriebsbesuch wurden bei den untersuchten Legehennen des Betriebes 6a keine Läsionen an den Fußballen festgestellt; die übrigen untersuchten Legebetriebe wiesen gering- bis hochgradige Fußballenläsionen auf: Bei Legebetrieb 9 wiesen 50 % der untersuchten Hennen Läsionen an den Fußballen auf. Hochgradige Fußballenläsionen (Grad 1) wurden bei 8 Legebetrieben (1a, 2, 3a, 4, 6b, 9, 10 und 11) festgestellt.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurden in allen untersuchten Legebetrieben Fußballenläsionen festgestellt. Auch hier zeigte Legebetrieb 6a den höchsten Anteil

(97 %) an Hennen ohne Läsionen an den Fußballen. Bei Legebetrieb 4 wiesen 45 % der untersuchten Hennen Fußballenläsionen auf. Bei 9 Betrieben (1a, 1b, 2, 4, 5, 6b, 9, 10 und 11) bestanden Läsionen mit dem Schweregrad 1.

Beim dritten Betriebsbesuch wurden ebenfalls in allen Legebetrieben Läsionen an den Fußballen der Hennen festgestellt. Bei Legebetrieb 16 hatten 97 % der untersuchten Hennen keine und die übrigen 3 % der Legehennen geringgradige Läsionen an den Fußballen. In alle anderen Betrieben wurden zusätzlich zu Läsionen Grad 3 auch die Schweregrade 2 oder 1 festgestellt. Bei Legebetrieb 4 hatten 58 % der Hennen Läsionen an den Fußballen; hochgradige Läsionen (Grad 1) wurden bei 7 Betrieben (1b, 4, 5, 7, 9, 10 und 13) festgestellt.

2.3.2. FUßBALLEN-HYPERKERATOSE

Tabelle 25 zeigt den Anteil an Hennen mit „keinen bzw. geringgradigen“ und „mittel- bis hochgradigen Hyperkeratosen“ an den Fußballen.

Tabelle 25: Prozentualer Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen an den Fußballen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

keine bis geringgr.: keine bis geringgradige Hyperkeratosen; mittel bis hochgr.: mittel- bis hochgradige Hyperkeratosen

Betriebe	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2		Betriebsbesuch 3	
	keine bis geringgr.	mittel- bis hochgr.	keine bis geringgr.	mittel- bis hochgr.	keine bis geringgr.	mittel- bis hochgr.
1a	76,7	23,3	53,3	46,7	70,0	30,0
1b	73,3	26,7	33,3	66,7	53,3	46,7
2	80,0	20,0	75,0	25,0	90,0	10,0
3	73,3	26,7	46,7	53,3	66,7	33,3
3a	56,7	43,3	33,3	66,7	36,7	63,3
3b	66,7	33,3	53,3	46,7	53,3	46,7
4	85,0	15,0	61,7	38,3	41,7	58,3
5	95,0	5,0	78,3	21,7	60,0	40,0
6a	83,3	16,7	83,3	16,7	40,0	60,0
6b	90,0	10,0	73,3	26,7	36,7	63,3
7	80,0	20,0	83,3	16,7	83,3	16,7
8	90,0	10,0	66,7	33,3	70,0	30,0
9	96,7	3,3	70,0	30,0	23,3	76,7
10	80,0	20,0	91,7	8,3	61,7	38,3
11	91,7	8,3	91,7	8,3	73,3	26,7
12	90,0	10,0	63,3	36,7	83,3	16,7
13	65,0	35,0	70,0	30,0	56,7	43,3
14	80,0	20,0	66,7	33,3	90,0	10,0
15	63,3	36,7	50,0	50,0	66,7	33,3
16	50,0	50,0	70,0	30,0	50,0	50,0
Gesamt	78,8	21,2	67,9	32,1	61,5	38,5

Für die Interpretation der Ergebnisse wurde eine Einteilung der Betriebe in Abhängigkeit von dem Anteil der betroffenen Legehennen mit mittel- bis hochgradigen Hyperkeratosen vorgenommen: Anteil an Legehennen $\leq 10\%$, > 10 und $\leq 30\%$, > 30 und $\leq 50\%$ und $> 50\%$; Tabelle 26 stellt diese Einteilung dar.

Tabelle 26: Einteilung der Betriebe in Abhängigkeit von dem Anteil der Legehennen mit mittel- bis hochgradigen Fußballen-Hyperkeratosen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

Anteil	Betriebsbesuch 1	Betriebsbesuch 2	Betriebsbesuch 3
≤ 10	5, 6b, 8, 9, 11, 12	10, 11	2, 14
> 10 und ≤ 30	1a, 1b, 2, 3, 4, 6a, 7, 10, 14	2, 5, 6a, 6b, 7, 9, 13, 16	1a, 7, 8, 11, 12
> 30 und ≤ 50	3a, 3b, 13, 15, 16	1a, 3b, 4, 8, 12, 14, 15	1b, 3, 3b, 5, 10, 13, 15, 16
> 50		1b, 3, 3a	3a, 4, 6a, 6b, 9

Bei dem ersten Betriebsbesuch lag der prozentuale Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen an den Fußballen bei den meisten Betrieben unter 30 %. Bei fünf Betrieben (3a, 3b, 13, 15 und 16) waren zwischen 30 und 50 % der Legehennen betroffen.

Bei dem zweiten Betriebsbesuch lag der Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen bei 10 Betrieben unter 30 %. Bei sieben Betrieben (1a, 3b, 4, 8, 12, 14 und 15) wiesen 30 bis 50 % und bei drei Betrieben (1b, 3 und 3a) sogar mehr als 50 % der Hennen Hyperkeratosen auf.

Beim dritten Betriebsbesuch lag der Anteil betroffener Hennen mit Fußballen-Hyperkeratosen bei sieben Legebetrieben unter 30 %. Bei acht Betrieben (1b, 3, 3b, 5, 10, 13, 15 und 16) wiesen 30 bis 50 % der Hennen Hyperkeratosen auf. In fünf Legebetrieben (3a, 4, 6a, 6b und 9) waren über 50 % der Hennen betroffen.

2.3.3. ZEHENBALLEN-LÄSIONEN

Tabelle 27 zeigt die prozentualen Anteile der Läsionsgrade an den Zehenballen der untersuchten Legehennen bei den drei Betriebsbesuchen:

Tabelle 27: Prozentualer Anteil an Hennen mit Zehenläsionen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

G: Grad; Grad 4: keine Läsionen; Grad 3: oberflächliche Läsion (≤ 2 mm); Grad 2: mittelgradige Läsion (> 2 mm); Grad 1: hochgradige Läsion, akute Entzündung

Betriebe	Betriebsbesuch 1				Betriebsbesuch 2				Betriebsbesuch 3			
	G 4	G 3	G 2	G 1	G 4	G 3	G 2	G 1	G 4	G 3	G 2	G 1
1a	100,0	0,0	0,0	0,0	90,0	6,7	0,0	3,3	93,3	3,3	3,3	0,0
1b	100,0	0,0	0,0	0,0	96,7	0,0	0,0	3,3	96,7	3,3	0,0	0,0
2	83,3	6,7	6,7	3,3	83,3	5,0	1,7	10,0	96,7	1,7	0,0	1,7
3	93,3	3,3	0,0	3,3	83,3	13,3	3,3	0,0	86,7	6,7	6,7	0,0
3a	83,3	16,7	0,0	0,0	76,7	10,0	13,3	0,0	93,3	0,0	6,7	0,0
3b	80,0	10,0	10,0	0,0	93,3	3,3	0,0	3,3	93,3	6,7	0,0	0,0
4	91,7	5,0	0,0	3,3	88,3	6,7	5,0	0,0	81,7	3,3	8,3	6,7
5	96,7	0,0	0,0	3,3	91,7	3,3	3,3	1,7	95,0	3,3	0,0	1,7
6a	93,3	3,3	3,3	0,0	93,3	0,0	3,3	3,3	96,7	0,0	3,3	0,0
6b	83,3	3,3	6,7	6,7	70,0	23,3	6,7	0,0	60,0	23,3	13,3	3,3
7	90,0	6,7	0,0	3,3	93,3	0,0	6,7	0,0	96,7	0,0	3,3	0,0
8	93,3	3,3	3,3	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	86,7	10,0	0,0	3,3
9	93,3	0,0	3,3	3,3	90,0	10,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
10	78,3	11,7	3,3	6,7	100,0	0,0	0,0	0,0	93,3	1,7	0,0	5,0
11	86,7	8,3	5,0	0,0	93,3	6,7	0,0	0,0	98,3	1,7	0,0	0,0
12	90,0	10,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	83,3	16,7	0,0	0,0
13	95,0	1,7	1,7	1,7	96,7	1,7	1,7	0,0	96,7	0,0	3,3	0,0
14	83,3	10,0	6,7	0,0	93,3	0,0	6,7	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
15	90,0	5,0	5,0	0,0	93,3	5,0	1,7	0,0	93,3	3,3	3,3	0,0
16	90,0	6,7	3,3	0,0	93,3	6,7	0,0	0,0	86,7	0,0	10,0	3,3
Gesamt	89,5	5,6	3,0	2,0	91,4	4,8	2,5	1,4	91,8	3,8	2,8	1,5

Beim ersten Betriebsbesuch wiesen die untersuchten Hennen bei Legebetrieb 1a und 1b keine Läsionen an den Zehenballen auf. Zwei Betriebe (3a und 12) wiesen auch geringgradige, alle andere Betriebe auch mittel- bis hochgradige Läsionen an den Zehenballen auf. Hochgradige Läsionen (Grad 1) wurden in 9 Betrieben (2, 3, 4, 5, 6b, 7, 9, 10 und 13) an den Zehenballen der Hennen festgestellt.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurden bei 3 Legebetrieben (8, 10 und 12) keine Läsionen an den Zehenballen festgestellt. Legehennen in 3 Betrieben (9, 11 und 16) wiesen zusätzlich Läsionen Grad 3 auf. Läsionen Grad 1 wurden hier bei 6 Betrieben (1a, 1b, 2, 3b, 5 und 6a) festgestellt.

Beim dritten Betriebsbesuch waren bei 2 Betrieben (9 und 14) alle untersuchten Hennen frei von Läsionen an den Zehenballen. Maximal geringgradige Zehenballenläsionen wurden bei 4 Betrieben (1b, 3b, 11 und 12) festgestellt. Die Hennen von 7 Legebetrieben (2, 4, 5, 6b, 8, 10 und 16) wiesen Läsionen Grad 1 auf.

2.3.4. ZEHENBALLEN-HYPERKERATOSE

In der Tabelle 28 ist der Anteil an Hennen mit „keinen bzw. geringgradigen“ und „mittel- bis hochgradigen Hyperkeratosen“ an den Zehenballen dargestellt:

Tabelle 28: Prozentualer Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen an den Zehenballen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

keine bis geringgr.: keine bis geringgradige Hyperkeratosen; mittel bis hochgr.: mittel- bis hochgradige Hyperkeratosen

Betriebe	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2		Betriebsbesuch 3	
	keine bis geringgr.	mittel- bis hochgr.	keine bis geringgr.	mittel- bis hochgr.	keine bis geringgr.	mittel- bis hochgr.
1a	100,0	0,0	63,3	36,7	73,3	26,7
1b	100,0	0,0	80,0	20,0	76,7	23,3
2	76,7	23,3	76,7	23,3	91,7	8,3
3	73,3	26,7	46,7	53,3	90,0	10,0
3a	60,0	40,0	36,7	63,3	40,0	60,0
3b	53,3	46,7	60,0	40,0	60,0	40,0
4	86,7	13,3	66,7	33,3	81,7	18,3
5	95,0	5,0	86,7	13,3	86,7	13,3
6a	90,0	10,0	76,7	23,3	33,3	66,7
6b	73,3	26,7	50,0	50,0	33,3	66,7
7	80,0	20,0	90,0	10,0	66,7	33,3
8	80,0	20,0	86,7	13,3	83,3	16,7
9	86,7	13,3	83,3	16,7	20,0	80,0
10	93,3	6,7	91,7	8,3	91,7	8,3
11	86,7	13,3	95,0	5,0	86,7	13,3
12	86,7	13,3	80,0	20,0	93,3	6,7
13	90,0	10,0	96,7	3,3	86,7	13,3
14	83,3	16,7	66,7	33,3	96,7	3,3
15	85,0	15,0	71,7	28,3	81,7	18,3
16	86,7	13,3	96,7	3,3	73,3	26,7
Gesamt	84,4	15,6	77,3	22,7	75,6	24,4

Für die Interpretation der Ergebnisse wurde eine Einteilung der Betriebe in Abhängigkeit von dem Anteil der betroffenen Legehennen mit mittel- bis hochgradigen Hyperkeratosen vorgenommen: Anteil an Legehennen $\leq 10\%$, $> 10\%$ und $\leq 30\%$, $> 30\%$ und $\leq 50\%$ und $> 50\%$; Tabelle 29 stellt diese Einteilung dar.

Tabelle 29: Einteilung der Betriebe in Abhängigkeit von dem Anteil der Legehennen mit mittel- bis hochgradigen Zehenballen-Hyperkeratosen bei den drei Betriebsbesuchen während der Legephase

Anteil	Betriebsbesuch 1	Betriebsbesuch 2	Betriebsbesuch 3
≤ 10	1a, 1b, 5, 6a, 10, 13	7, 10, 11, 13, 16	2, 3, 10, 12, 14
> 10 und ≤ 30	2, 3, 4, 6b, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16	1b, 2, 5, 6a, 8, 9, 12, 15	1a, 1b, 4, 5, 8, 11, 13, 15, 16
> 30 und ≤ 50	3a, 3b	1a, 3b, 4, 6b, 14	3b, 7
> 50		3, 3a	3a, 6a, 6b, 9

Bei dem ersten Betriebsbesuch lag der prozentuale Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen an den Zehenballen bei den meisten Betrieben zwischen 10 und 30 %. Bei zwei Betrieben (3a und 3b) waren zwischen 30 und 50 % der Legehennen betroffen.

Bei dem zweiten Betriebsbesuch lag der Anteil an Hennen mit Hyperkeratosen bei 13 Betrieben unter 30 %. Bei fünf Betrieben (1a, 1b, 4, 5b und 14) wiesen 30 bis 50 %, bei Legebetrieb 3 und 3a mehr als 50 % der Hennen Hyperkeratosen auf.

Beim dritten Betriebsbesuch lag der Anteil betroffener Hennen mit Zehenballen-Hyperkeratosen bei 14 Lebetrieben unter 30 %. Bei zwei Betrieben (3b und 7) wiesen 30 bis 50 % der Hennen Hyperkeratosen auf. In vier Legebetrieben (3a, 6a, 6b und 9) waren über 50 % der Hennen betroffen.

2.4. STALLKLIMATISCHE FAKTOREN

2.4.1. BETRIEBSBESUCHE

Da einzelne stallklimatische Faktoren, wie z.B. die Stalltemperatur, abhängig von der Jahreszeit sein könnten, erfolgt in Abbildung 9 eine Visualisierung der Jahreszeit, zu welcher die Betriebsbesuche stattfanden:

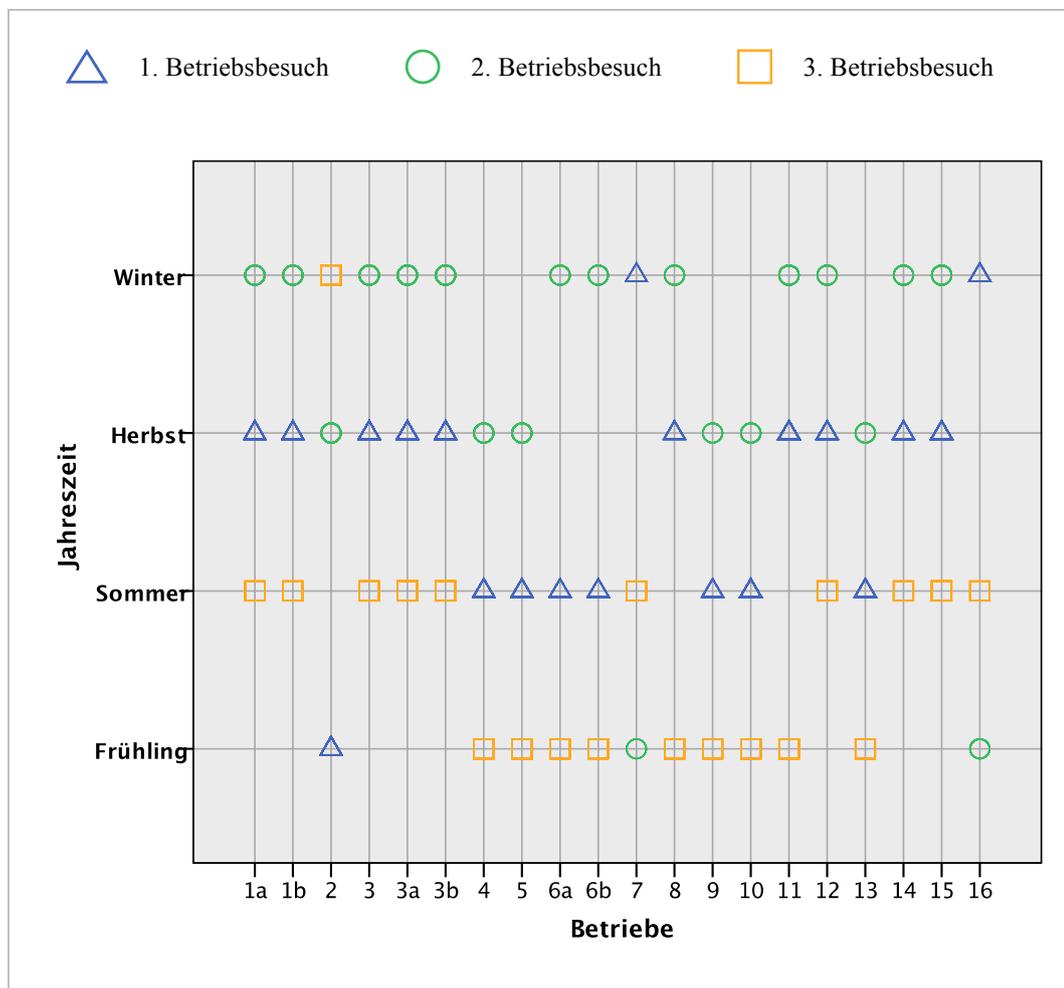


Abbildung 9: Visualisierung der Jahreszeit, zu welcher die einzelnen Betriebsbesuche in den Legebetrieben erfolgt sind

Die ersten Betriebsbesuche fanden hauptsächlich im Sommer und Herbst, die zweiten Betriebsbesuche hauptsächlich im Herbst und Winter und die dritten Betriebsbesuche im Frühling und Sommer statt.

2.4.2. AMMONIAKKONZENTRATION

Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2006) sollte die Ammoniakkonzentration in der Stallluft im Aufenthaltsbereich der Legehennen die Grenze von 10 ppm und dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten (TIERSCHNUTZTV, 2006). In Abbildung 10 sind die erhobenen Mittelwerte für den ersten, zweiten

und dritten Betriebsbesuch für die untersuchten Legebetriebe dargestellt. Anhang IX 2.5, Tabelle 63 stellt die Mittelwerte, Minima und Maxima der Ammoniakkonzentrationen in den einzelnen Betriebsbesuchen und Betrieben dar.

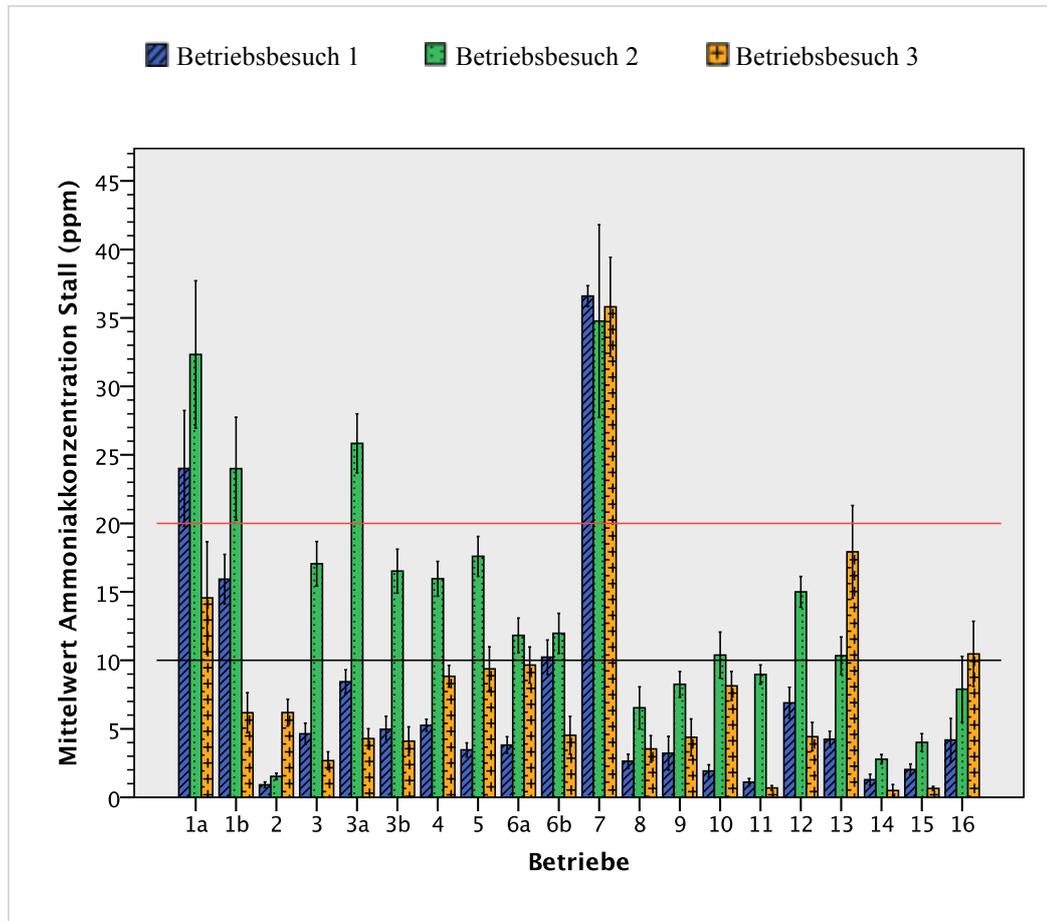


Abbildung 10: Mittelwerte der Ammoniakkonzentrationen in den Ställen für die einzelnen Betriebe bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch in den Legebetrieben

Rote Linie: Grenzwert von 20 ppm, der dauerhaft nicht überschritten werden darf; schwarze Linie: Grenzwert von 10 ppm, der nicht überschritten werden sollte (TierSchNutzV, 2006); SE: ein-facher Standardfehler der Mittelwerte; ppm: parts per million

Bei dem ersten Betriebsbesuch betrug die Ammoniakkonzentration in den Betrieben in fast allen Legeställen, wie gesetzlich empfohlen, unter 10 ppm; Betriebe 1b und 6b wiesen Werte zwischen 10 und 20 ppm auf. Sehr hohe Ammoniakwerte über 20 ppm wurden in den Betrieben 1a und 7 gemessen.

Beim zweiten Betriebsbesuch lagen alle gemessenen Ammoniakwerte über den Werten von dem ersten Betriebsbesuch mit Ausnahme des auch bereits beim ersten Besuch massiv erhöhten Ammoniakwertes bei Betrieb 7. Dadurch lagen beim zweiten Betriebsbesuch deutlich weniger Betriebe (2, 8, 9, 11, 14, 15 und 16) unterhalb des empfohlenen Grenzwertes von 10 ppm. Zusätzlich zu den zwei Betrieben (1a, 7), die beim ersten Betriebsbesuch über 20 ppm lagen, wurde bei zwei weiteren Betrieben (1b, 3a) ein Wert über 20 ppm gemessen. Die übrigen

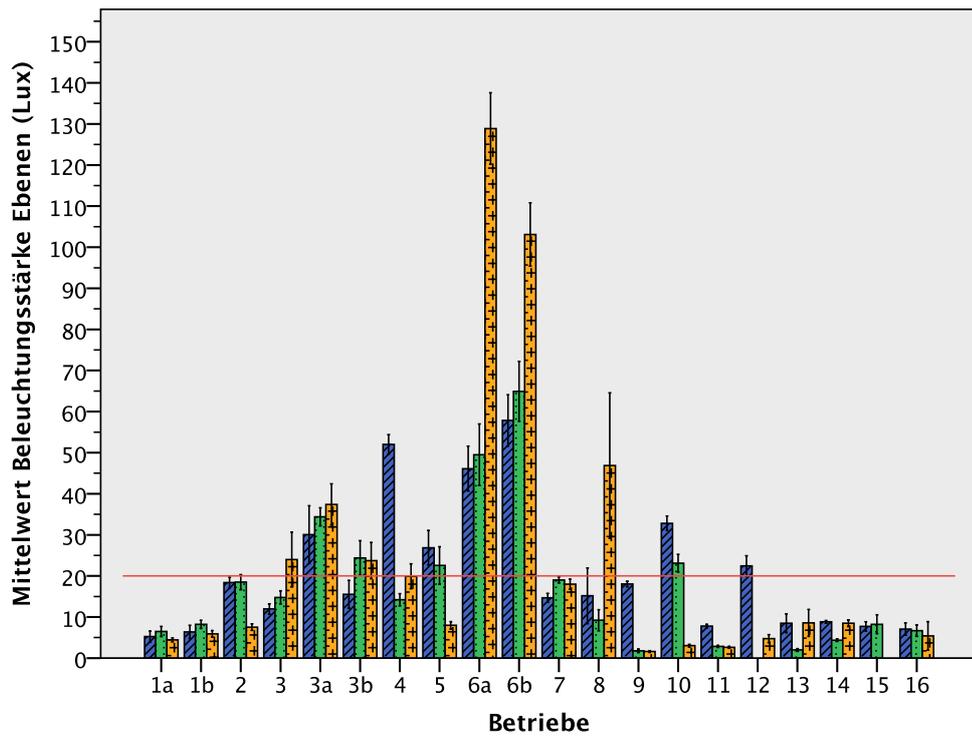
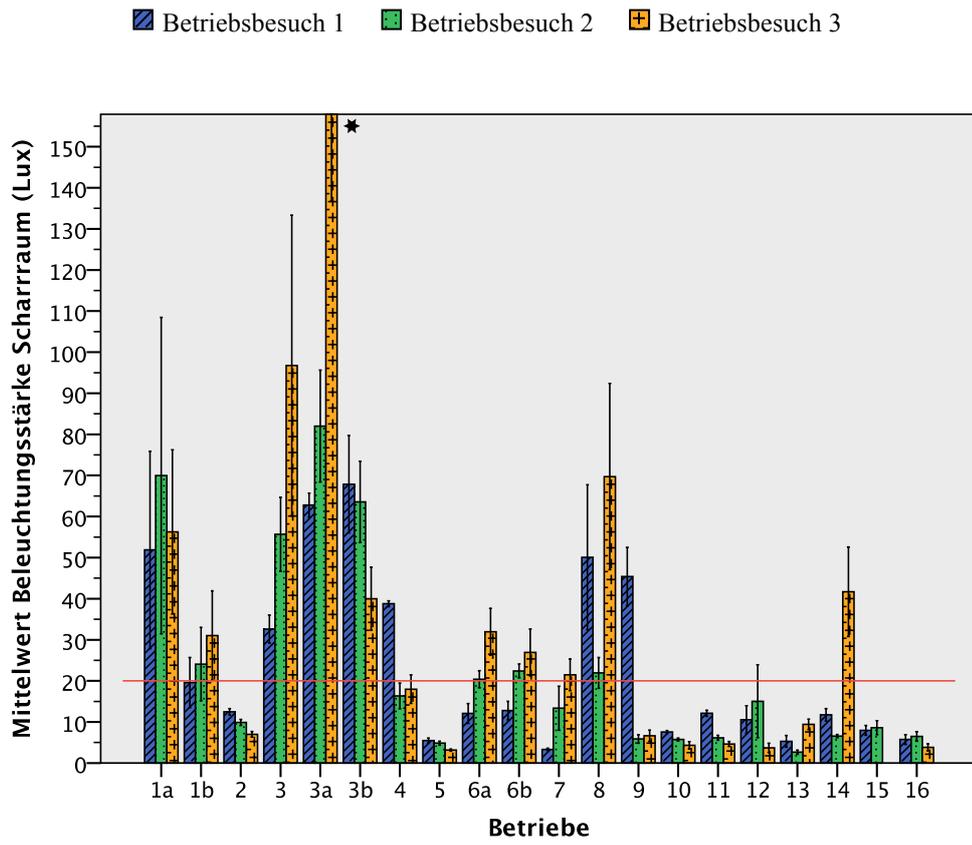
Betriebe (3, 3b, 4, 5, 6a, 6b, 10, 12) hatten einen Anstieg der Werte in einen Bereich zwischen 10 und 20 ppm.

Bei dem dritten Betriebsbesuch betrug nur im Legestall des Betriebs 7 die Ammoniakkonzentration weiterhin deutlich über 20 ppm; bei den meisten übrigen Betrieben (1a, 1b, 3, 3a, 3b, 4, 5, 6a, 6b, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15) zeigte sich eher ein Rückgang der Ammoniakkonzentration im Vergleich zum zweiten Besuch. Nur bei wenigen Betrieben (2, 13, 16) war die gemessene Ammoniakkonzentration in der Stallluft höher als beim zweiten Besuch.

Auffällig war, wie oben bereits erwähnt, der Anstieg nahezu aller Ammoniakkonzentrationen beim zweiten Betriebsbesuch. Eine mögliche Ursache könnte möglicherweise darin liegen, dass der zweite Betriebsbesuch für alle Legebetriebe mit Ausnahme der Betriebe 7 und 16 im Herbst oder Winter lag. Die Betriebe, die ihren dritten Betriebsbesuch im Frühling oder Sommer hatten, wiesen zu diesen Jahreszeiten wieder geringere Ammoniakkonzentrationen auf. Die Ammoniakkonzentrationen in Betrieb 7 überschritten deutlich bei allen drei Betriebsbesuchen den vorgegebenen Wert von 20 ppm.

2.4.3. BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Bei der Auswertung der Beleuchtungsstärke wurden alle Funktionsbereiche eines Stalls (Scharraum, Ebenen, Sitzstangen, Nester) einzeln dargestellt; in den Legebetrieben 2, 6a, 6b und 10 waren keine zusätzlichen Sitzstangen im Stall angebracht, somit sind für diesen Bereich keine Messwerte vorhanden. In der Abbildung 11 sind die gemessenen Mittelwerte in den unterschiedlichen Funktionsbereiche dargestellt. Im Anhang IX 2.5, Tabelle 64, Tabelle 65, Tabelle 66 und Tabelle 67 sind die Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken in den einzelnen Betriebsbesuchen und Betrieben dargestellt.



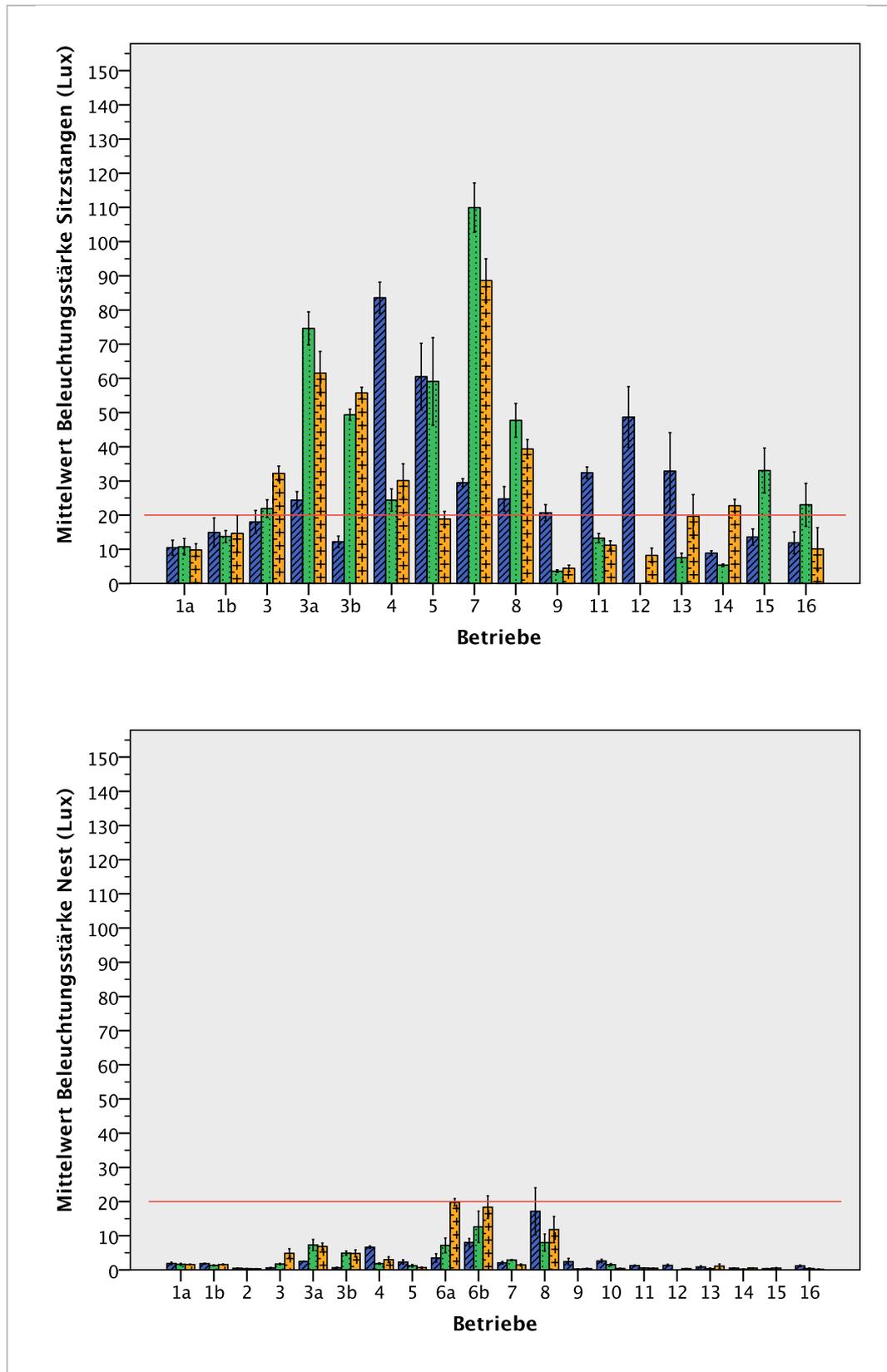


Abbildung 11: Mittelwerte der Beleuchtungsstärke (Lux) in den verschiedenen Funktionsbereichen (Scharrraum, Ebene, Sitzstange, Nester) in den Legebetrieben
 Rote Linie kennzeichnet 20 Lux (Empfehlungen des Europarates in Bezug auf Haushühner, 1995);
 SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; * Beleuchtungsstärke 208 Lux

Für den **Scharrraum** ist eine Beleuchtungsstärke von mindestens 20 Lux empfohlen. Dies war lediglich bei den Betrieben 1a, 1b, 3, 3a, 3b und 8 zu allen drei Untersuchungszeitpunkten gegeben. In den Betrieben 4, 6a, 6b, 7, 9 und 14 wurde diese Beleuchtungsstärke nicht bei allen Betriebsbesuchen gemessen, sondern lediglich bei den Besuchen im Frühling oder Sommer erreicht (vgl. Abbildung 9). Die Ställe in den Betrieben 2, 5, 10, 11, 12, 13, 15 und 16 erreichten die minimal geforderte Beleuchtungsstärke bei keinem der Betriebsbesuche.

In den **Ebenen** (mit Futterband und Nippeltränken) wurde bei allen drei Betriebsbesuchen eine Beleuchtungsstärke von mindestens 20 Lux nur in den Betrieben 3a, 6a und 6b erreicht. Bei den Betrieben 3, 3b, 4, 5, 8, 10 und 12 wurden 20 Lux nur bei einzelnen Besuchen gemessen. Hingegen erreichte die mittlere Beleuchtungsstärke bei den Betrieben 1a, 1b, 2, 7, 9, 11, 13, 14, 15 und 16 den Wert von 20 Lux bei keinem Betriebsbesuch.

Auffallend im Bereich der **Sitzstangen** war, dass bei einigen Betrieben die Beleuchtungsstärke höher war als im Scharrraum.

Die **Nester** wiesen in allen Ställen eine Beleuchtungsstärke unter 20 Lux auf.

Abbildung 12 stellt die Mittelwerte der Beleuchtungsstärken in den drei Funktionsbereichen Scharrraum, Ebenen und Sitzstangen zusammengefasst für die einzelnen Betriebe bei den einzelnen Betriebsbesuchen dar. Die Beleuchtungsstärke der Nester wurde in diese Auswertung nicht miteinbezogen.

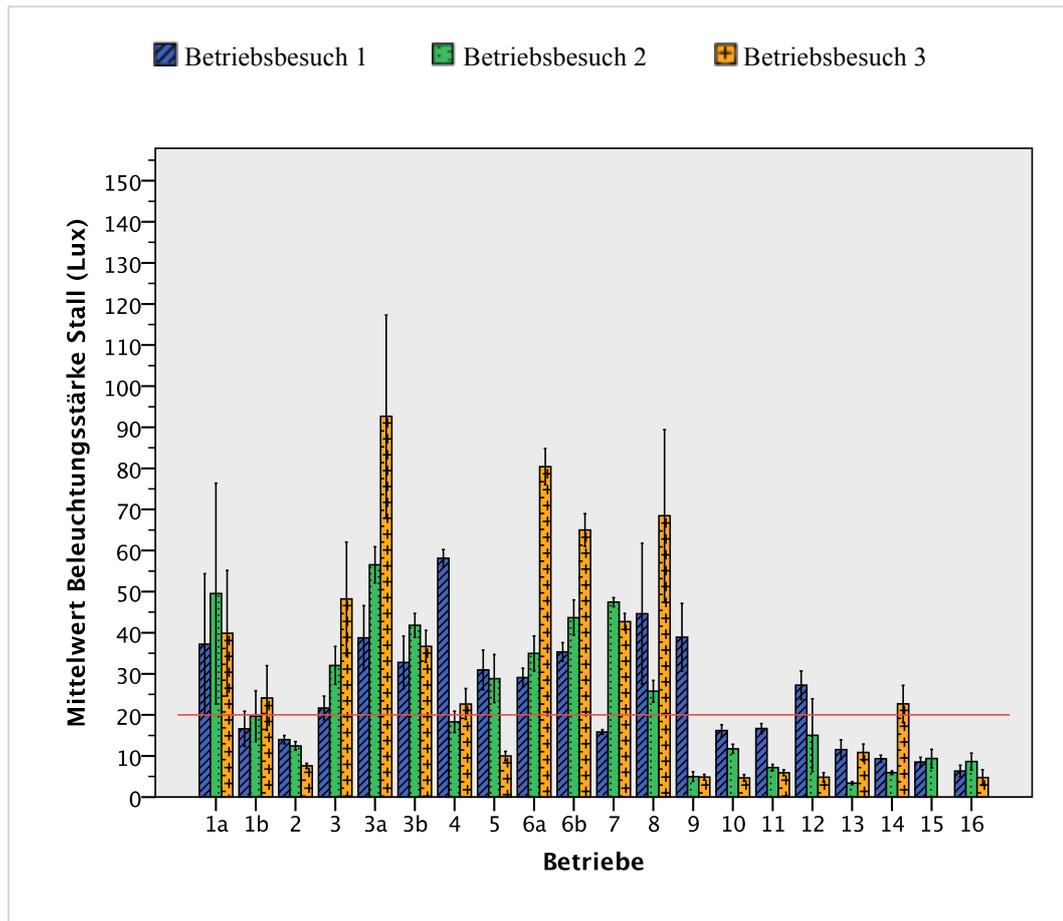


Abbildung 12: Mittelwerte der Beleuchtungsstärken in den drei Funktionsbereichen (Scharrraum, Ebenen, Sitzstangen) zusammengefasst für die einzelnen Betriebe bei den einzelnen Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

Rote Linie kennzeichnet 20 Lux (Empfehlungen des Europarates in Bezug auf Haushühner, 1995); SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Von den 20 untersuchten Legeständen wurde nur bei 7 Ställen (Betrieben 1a, 3, 3a, 3b, 6a, 6b und 8) die empfohlene Mindestbeleuchtungsstärke von 20 Lux bei den drei Betriebsbesuchen gemessen. In den Ställen der Legebetriebe 1b, 4, 5 und 7 wurde die 20 Lux Grenze bei zwei Betriebsbesuchen erreicht; Legebetriebe 9, 12 und 14 erreichten diesen Mindestwert nur an einem Betriebsbesuch. Die Beleuchtungsstärke in den Legebetrieben 2, 10, 11, 13, 15 und 16 lag bei allen Betriebsbesuchen deutlich unter 20 Lux.

2.4.4. TEMPERATUR

Abbildung 13 stellt die Mittelwerte der Stalltemperaturen in den Betrieben bei den drei Betriebsbesuchen dar. Anhang IX 2.5, Tabelle 68 stellt die Mittelwerte, Minima und Maxima dar.

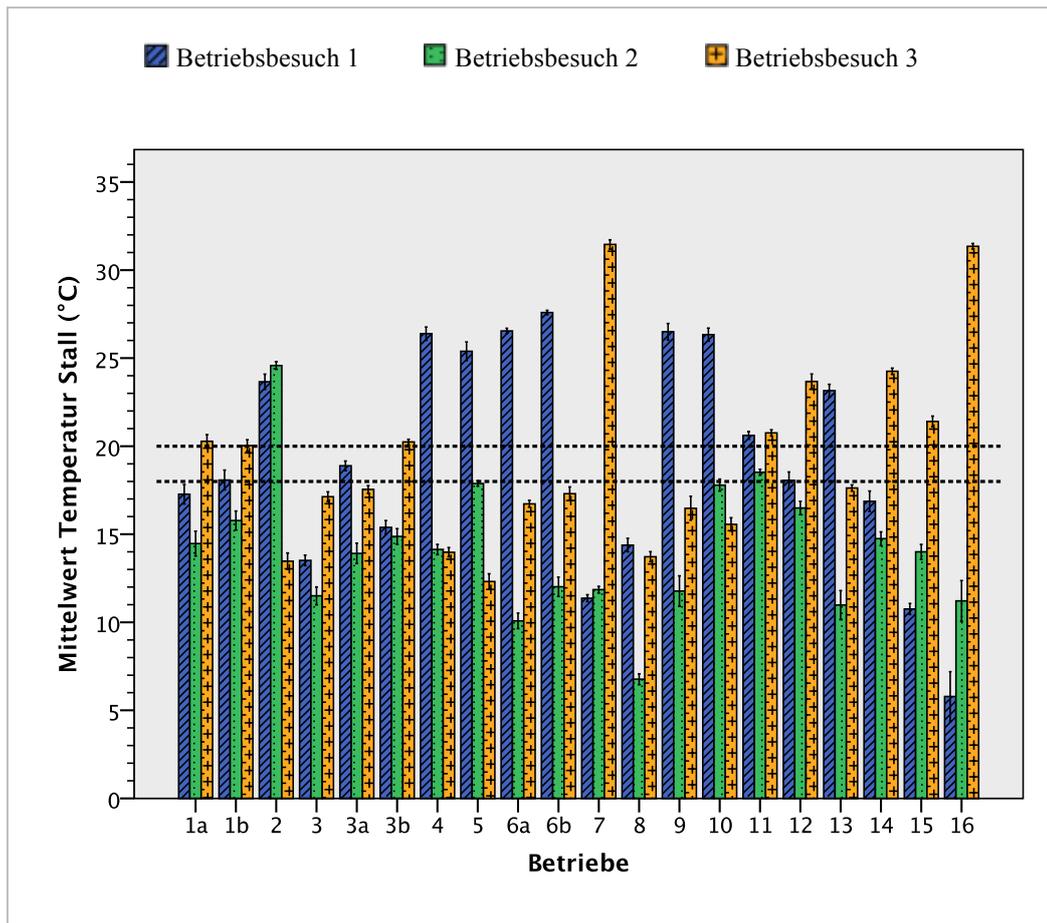


Abbildung 13: Temperaturen in den Ställen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

Schraffierte Linien: Empfohlene Temperatur zwischen 18 und 20 °C (Lohmann Tierzucht, 2014); SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Bei dem ersten Betriebsbesuch wurde nur in zwei Ställen (Betrieb 1b und Betrieb 12) die empfohlene Temperatur erreicht; beide Besuche fanden im Herbst statt. In den Betrieben 2, 4, 5, 6a, 6b, 9, 10 und 11 wurden Temperaturen über 20 °C gemessen, wobei anzumerken ist, dass bei den meisten dieser Betriebe der erste Besuch in den Sommermonaten stattfand. Zwischen 10 und 18 °C betrug die Stalltemperatur in den Betrieben 1a, 3, 3a, 3b, 7, 8, 14 und 15. Legebetrieb 16 hatte bei der ersten stallklimatischen Untersuchung im Winter eine Stalltemperatur von 6 °C.

Der zweiten Betriebsbesuch fand außer bei den Legebetrieben 7 und 16 im Herbst oder im Winter statt. Die Betriebe 5, 10 und 11 erreichten die empfohlene Temperatur von 18 °C. Bei Legebetrieb 2 lag die Stalltemperatur bei 25 °C; bei Legebetrieb 8 lag sie unter 10 °C. In allen anderen untersuchten Ställen (1a, 1b, 3, 3a, 3b, 4, 6a, 6b, 7, 9, 12, 13, 14, 15 und 16) lag die Stalltemperatur zwischen 10 und 18 °C.

Bei den dritten Betriebsbesuchen, die außer bei Legebetrieb 2 im Frühling und im Sommer durchgeführt wurden, erreichten die Legebetriebe 1a, 1b und 3b die

empfohlene Stalltemperatur. Bei den Legebetrieben 7, 11, 12, 14, 15 und 16 wurde eine Temperatur über 20 °C im Stall gemessen. Zwischen 10 und 18 °C wurden in den Betrieben 2, 3, 3a, 4, 5, 6a, 6b, 8, 9, 10 und 13 gemessen.

2.4.5. RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

Die relative Luftfeuchtigkeit bei den drei Betriebsbesuchen ist in Abbildung 14 dargestellt. Anhang IX 2.5, Tabelle 69, stellt die Mittelwerte, Minima und Maxima dar.

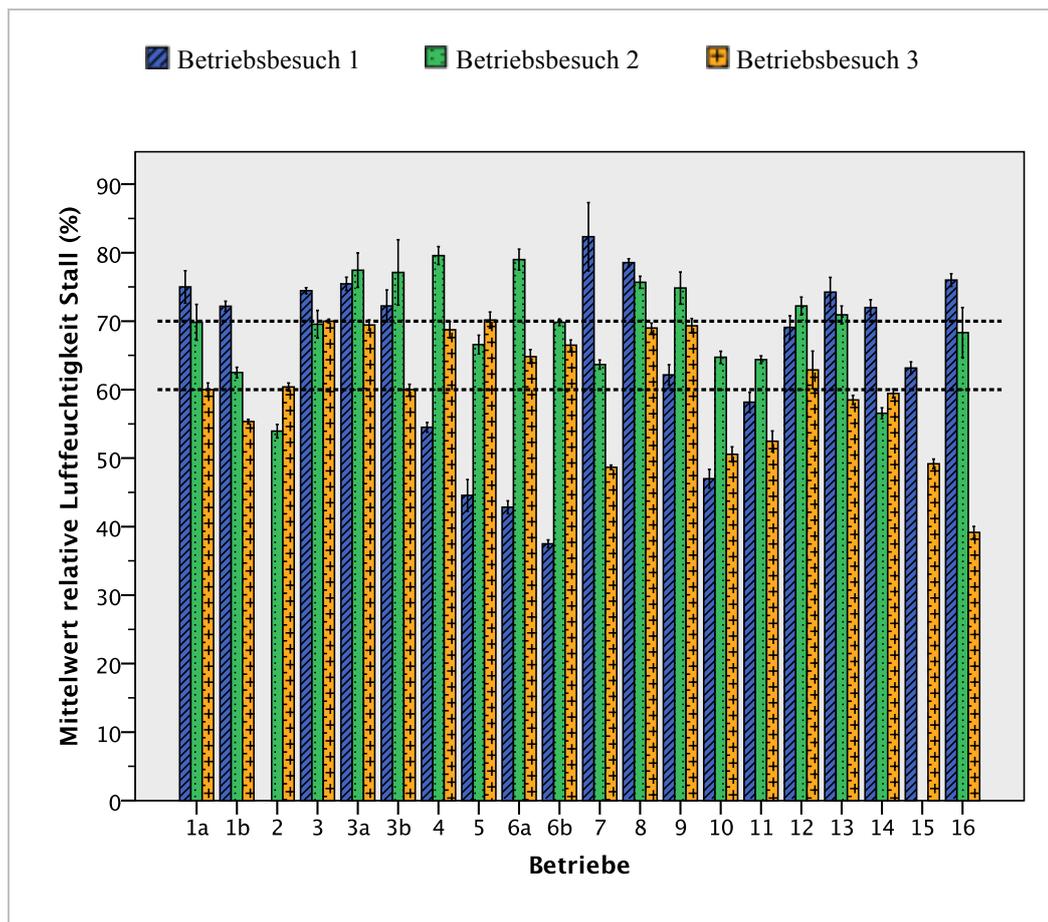


Abbildung 14: Relative Luftfeuchtigkeit (%) in den Ställen bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

Schraffierte Linien: empfohlene relative Luftfeuchtigkeit zwischen 60 und 70 % (Lohmann Tierzucht, 2014); SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte

Beim ersten Betriebsbesuch wurde die empfohlene relative Luftfeuchtigkeit in den Ställen von drei Betrieben (9, 12 und 15) gemessen. Die Legebetriebe 1a, 1b, 3, 3a, 3b, 7, 8, 13, 14 und 16 erreichen Werten über 70 %. In den Legebetrieben 4, 5, 6a, 6b, 10 und 11 betrug die relative Luftfeuchtigkeit unter 60 %.

Beim zweiten Betriebsbesuch erreichten die Legebetriebe 1a, 1b, 3, 5, 6b, 7, 10, 11 und 16 eine Luftfeuchte zwischen 60 und 70 %; die Betriebe 3a, 3b, 4, 6a, 8, 9, 12 und 13 über 70 % und die Legebetriebe 2 und 14 unter 60 %.

Beim dritten Betriebsbesuch wurde in 12 (1a, 2, 3, 3a, 3b, 4, 5, 6a, 6b, 8, 9 und 12) von 20 Legeställen die empfohlene relative Luftfeuchtigkeit zwischen 60 und 70 % gemessen; alle andere Ställen (1b, 7, 10, 11, 13, 14, 15 und 16) erreichten Werte unter 60 %.

2.4.6. STAUBKONZENTRATION

Bei der Staubkonzentration sind, wie bei den o.g. stallklimatischen Faktoren, große Unterschiede sowohl zwischen den einzelnen Ställen als auch zwischen den Betriebsbesuchen gemessen worden. Abbildung 15 stellt diese Unterschiede graphisch dar. Anhang IX 2.5, Tabelle 70 stellt die Mittelwerte, Minima und Maxima dar.

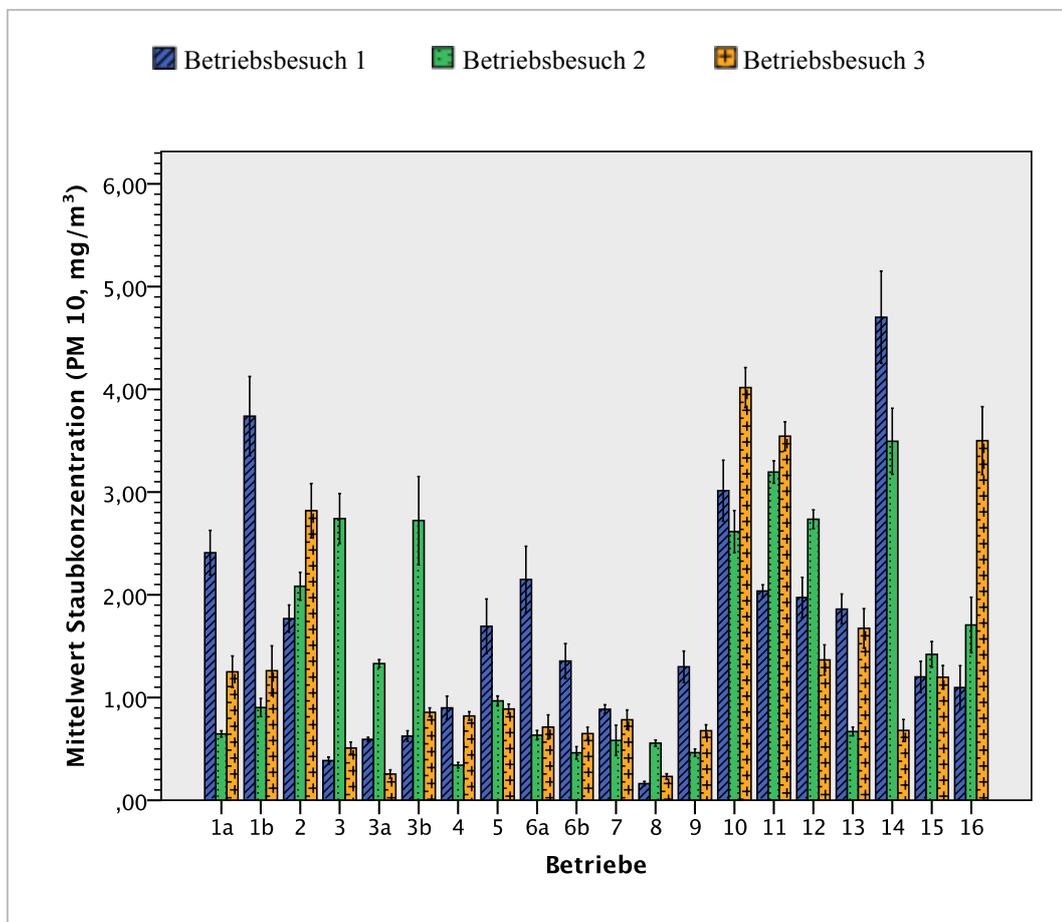


Abbildung 15: Mittelwerte der Staubkonzentrationen in mg/m³ in den einzelnen Betrieben bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

SE: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; PM 10: „particulate matter“, Partikelgröße < 10 µm

Bei dem ersten Betriebsbesuch wurden Staubkonzentrationen auf Kopfhöhe der Hühner im Scharraumbereich zwischen 0,16 und 4,70 mg/m³ gemessen. Die Legeställe 1a, 1b, 6a, 10 und 14 erreichten Werte zwischen 2,00 und 5,00 mg/m³. In den Betrieben 2, 5, 6b, 9, 11, 12, 13, 15 und 16 wurden Staubwerte zwischen 1,00 und 2,00 mg/m³, in den Betrieben 3, 3a, 3b, 4, 7 und 8 unter 1,00 mg/m³ gemessen.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurde in den 20 untersuchten Legeställen eine Staubkonzentration zwischen 0,34 und 3,50 mg/m³ gemessen. In den Legeställen 2, 3, 3b, 10, 11, 12 und 14 war die Staubbelastung zwischen 2,00 und 4,00 mg/m³. Staubkonzentrationen zwischen 1,00 und 2,00 mg/m³ wurden in den Betrieben 3a, 15 und 16 gemessen; Werte unter 1,00 mg/m³ in den Betrieben 1a, 1b, 4, 5, 6a, 6b, 7, 8, 9 und 13.

Bei dem dritten Betriebsbesuch wurden in den Ställen Staubkonzentrationen zwischen 0,23 und 4,02 mg/m³ gemessen. Die Legebetriebe 2, 10, 11 und 16 hatten Staubwerte im Stall zwischen 2,00 und 5,00 mg/m³. In den Legebetrieben 1a, 1b, 12, 13 und 15 wurden Werte zwischen 1,00 und 2,00 mg/m³ gemessen. In 11 Ställen (3, 3a, 3b, 4, 5, 6a, 6b, 7, 8, 9 und 14) wurden Werte unter 1,00 mg/m³ gemessen.

2.4.7. LUFTSTRÖMUNG

Die Luftströmung wurde in den Legeställen in „keine“, „leichte“, „mittlere“ oder „starke“ Luftströmung in die Kategorien 0, 1, 2 und 3 eingeteilt. Für die Auswertung wurde der Median aus allen gemessenen Werten in den verschiedenen Stallbereichen gebildet. In Tabelle 30 sind die Mediane sowie die minimal und maximal erhobenen Werten für den gesamten Stall dargestellt:

Tabelle 30: Median, Minima und Maxima der Luftströmung in den einzelnen Betrieben bei den drei Betriebsbesuch in den Legebetrieben

Med: Median, Min: Minima; Max: Maxima

Betriebe	Betriebsbesuch 1			Betriebsbesuch 2			Betriebsbesuch 3		
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max
1a	1	1	2	1	1	2	1	1	1
1b	1	1	3	1	1	2	1	1	1
2	2	0	3	2	1	3	1	1	3
3	2	1	3	1	1	3	1	1	3
3a	1	1	2	1	1	2	1	1	2
3b	2	1	3	1	1	3	2	1	3
4	2	1	3	1	1	3	1	1	3
5	2	1	3	2	1	3	1	1	2
6a	1	1	2	2	1	3	1	1	2
6b	1	1	2	1	1	3	1	1	2
7	1	1	2	1	1	3	1	1	1
8	1	1	2	1	1	2	1	1	3
9	2	1	3	2	1	3	1	1	2
10	2	1	3	2	1	3	1	1	3
11	1	0	3	1	1	3	1	1	2
12	2	0	3	1	1	2	1	1	3
13	1	1	3	1	1	3	1	1	2
14	2	1	3	1	1	2	1	1	3
15	2	1	3	1	1	3	1	1	2
16	1	1	2	1	1	2	1	1	1

Beim ersten Betriebsbesuch wurde bei 10 (2, 3, 3b, 4, 5, 9, 10, 12, 14 und 16) von 20 untersuchten Legeställen eine „mittlere“ Luftströmung gemessen. In den anderen 10 Legeställen (1a, 1b, 3a, 6a, 6b, 7, 8, 11, 13 und 16) wurde hingegen eine „leichte“ Luftströmung festgestellt.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurde in vier Legeställen (2, 5, 9 und 10) eine mittlere, bei Legebetrieb 6a eine „leichte bis mittlere“ Luftströmung gemessen. Die Betriebe (1a, 1b, 3, 3a, 3b, 4, 6b, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15 und 16) hatten eine „leichte“ Luftströmung in den Ställen.

Beim dritten Betriebsbesuch wurde in 19 von 20 Legeställen eine „leichte“ Luftströmung gemessen; nur Legebetrieb 3b hatte eine „mittlere“ Luftströmung im Stall.

2.5. EINSTREUTIEFE, -QUALITÄT UND -STRUKTUR

2.5.1. EINSTREUTIEFE

In Tabelle 31 sind die Mittelwerte der Einstreutiefen sowie die minimal und maximal gemessenen Werte in den Legeställen beim ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch dargestellt:

Tabelle 31: Mittelwerte, Minima, Maxima der Einstreutiefen in den einzelnen Betrieben bei den drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

MW: Mittelwerte; SE: Standardfehler der Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima

Betriebe	Betriebsbesuch 1				Betriebsbesuch 2				Betriebsbesuch 3			
	MW (cm)	SE	Min (cm)	Max (cm)	MW (cm)	SE	Min (cm)	Max (cm)	MW (cm)	SE	Min (cm)	Max (cm)
1a	3,5	0,56	2,0	6,0	4,1	0,43	3,0	5,0	7,5	1,11	3,5	11,0
1b	3,6	1,02	1,0	7,0	3,4	1,25	0,5	7,0	5,2	1,54	1,5	10,0
2	1,4	0,20	0,5	3,0	1,2	0,23	0,3	3,5	1,2	0,13	0,5	2,0
3	0,8	0,08	0,5	1,0	1,3	0,39	0,0	4,0	0,1	0,06	0,0	0,5
3a	0,9	0,18	0,5	2,0	1,7	0,32	1,0	3,0	1,1	0,17	0,5	2,0
3b	1,3	0,25	0,5	2,5	1,7	0,41	0,5	4,0	1,2	0,41	0,0	3,0
4	0,0	0,00	0,0	0,0	4,0	0,16	3,0	5,0	1,0	0,13	0,5	2,0
5	1,5	0,26	0,5	3,0	3,3	0,55	1,0	7,0	2,5	0,27	1,0	4,0
6a	1,3	0,25	0,5	2,0	1,9	0,66	0,0	4,0	1,8	0,57	0,5	4,0
6b	3,3	0,54	1,5	5,0	4,9	1,39	1,0	8,0	0,0	0,00	0,0	0,0
7	1,3	0,33	1,0	2,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,8	0,17	0,5	1,0
8	4,9	0,95	1,5	9,0	1,8	0,22	1,0	3,0	1,9	0,29	1,0	3,5
9	0,9	0,24	0,5	2,0	1,2	0,17	1,0	2,0	0,8	0,11	0,5	1,0
10	1,4	0,32	0,0	5,0	2,8	0,27	1,0	5,0	1,9	0,40	0,0	6,0
11	0,0	0,03	0,0	0,5	2,0	0,20	0,0	4,0	1,5	0,11	0,5	3,0
12	1,7	0,44	0,5	3,0	1,6	0,41	0,0	3,0	2,3	0,47	0,0	4,5
13	1,8	0,21	0,5	3,0	1,0	0,13	0,5	2,0	2,3	0,17	2,0	3,0
14	1,0	0,23	0,0	2,0	1,3	0,48	0,0	5,0	0,8	0,14	0,5	1,5
15	1,2	0,29	0,0	4,0	2,5	0,44	0,5	7,0	1,5	0,27	0,3	4,5
16	2,8	0,75	0,5	6,0	2,3	0,85	0,0	5,5	5,3	0,91	2,0	8,0

Beim ersten Betriebsbesuch wurden in den untersuchten Legeställen Mittelwerte der Einstreutiefen zwischen 0,0 und 4,9 cm gemessen. Bei Legebetrieb 4 und 11 hatten die Hennen keine Einstreu zur Verfügung. Mit einem Mittelwert von 4,9 cm wies Legebetrieb 8 die höchste Einstreutiefe auf.

Beim zweiten Betriebsbesuch wurden ebenfalls Mittelwerte zwischen 0,0 und 4,9 cm gemessen. Der Stall von Legebetrieb 7 hatte keine Einstreu. Legebetrieb 6b hingegen wies die höchste Einstreutiefe auf.

Beim dritten Betriebsbesuch war die Tiefe der Einstreu in den Legeställen ebenfalls sehr unterschiedlich; sie erreichte Mittelwerte zwischen 0,0 und 7,5 cm. Obwohl Legebetrieb 6b beim zweiten Betriebsbesuch die höchste Einstreutiefe aufwies, wurde beim dritten Betriebsbesuch keine Einstreu vorgefunden. Die höchste Einstreutiefe von 7,5 cm wurde bei Legebetrieb 1a gemessen.

2.5.2. EINSTREUQUALITÄT UND -STRUKTUR

Die Einstreuqualität wurde in fünf ordinalskalierte Kategorien (0 - 4) nach dem „Welfare Quality Assessment Protocol“ eingeteilt (siehe III.4.4). Die Beschaffenheit wurde in drei ordinalskalierte Kategorien eingeteilt (0: keine Struktur, 1: etwas strukturiert, 2: strukturiert). Tabelle 32 stellt die Mediane der Einstreuqualität und -struktur dar.

Beim ersten Betriebsbesuch wiesen die Betriebe 2, 6a, 6b, 10, 13 und 14 eine sehr trockene Einstreuqualität auf. Betrieb 16 hingegen hatte eine sehr feuchte Einstreu, bei welcher die Möglichkeit der Bildung eines kompakten Balls bestand. Bei sechs Betrieben (5, 8, 10, 12, 14 und 15) war die Einstreu strukturlos, vier Betriebe (6a, 6b, 9 und 13) hatten eine „etwas“ strukturierte, alle anderen Betriebe eine strukturierte Einstreu. Betrieb 4 und 11 hatten keine Einstreu im Stall.

Beim zweiten Betriebsbesuch hatten vier Betriebe (2, 11, 12 und 14) eine sehr trockene Einstreu. Bei zwei Betrieben (3a und 9) wurde die Bildung von einzelnen Platten festgestellt. Eine strukturlose Einstreu hatten sechs Legebetriebe (2, 4, 10, 11, 12 und 15), 9 Betriebe (1a, 1b, 3, 3b, 6b, 8, 13, 14 und 16) wiesen eine Einstreu mit „etwas“ Struktur auf. Vier Betriebe (3a, 5, 6a und 9) hatten eine Einstreu mit Struktur. Legebetrieb 7 hatte keine Einstreu im Stall.

Beim dritten Betriebsbesuch war die Einstreuqualität in 18 von 20 Legeställen trocken, bei einem Betrieb (5) war die Einstreu feucht und Betrieb 6b hatte keine Einstreu. In 10 Ställen war die Einstreu ohne Struktur, in 8 Ställen „etwas“ strukturiert und in einem Stall (Betrieb 5) strukturiert.

Tabelle 32: Mediane der Einstreuqualität und der Einstreustruktur bei den einzelnen Betriebsbesuchen in den Legebetrieben

Q: Einstreuqualität (0: sehr trocken, 1: trocken, 2: feucht, 3: sehr feucht, 4: Plattenbildung);
S: Einstreustruktur (0: keine Struktur, 1: etwas strukturiert, 2: strukturiert); (-): keine Einstreu vorhanden

Betriebe	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2		Betriebsbesuch 3		Median gesamt	
	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S
1a	1	2	2	1	0	1	1	1
1b	1	2	1	1	0	1	1	1
2	0	2	0	0	1	0	0	0
3	2	2	2	1	0	1	2	1
3a	2	2	4	2	0	0	2	2
3b	1	2	3	1	1	1	1	1
4	-	-	1	0	0	0	0	0
5	1	0	2	2	3	2	1	2
6a	0	1	1	2	0	1	0	1
6b	0	1	3	1	-	-	0	1
7	2	2	-	-	0	1	0	2
8	2	0	3	1	1	1	2	1
9	1	1	4	2	1	1	1	1
10	0	0	2	0	1	0	1	0
11	-	-	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	2	1	0	0	0	1
14	0	0	0	1	0	0	0	0
15	1	0	1	0	0	0	0	0
16	3	2	3	1	0	0	3	1
Gesamt	0	1	1	1	0	0	0	0

2.6. UNIFAKTORIELLE BETRACHTUNG VON EINFLUSSFAKTOREN AUF GEFIEDERSCHÄDEN UND VERLETZUNGEN BEI NICHT-SCHNABELKUPIERTEN LEGEHENNEN

Um herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen den untersuchten Stallklimafaktoren und Gefiederschäden oder Verletzungen besteht, wurden die Ergebnisse der Variablen binär kategorisiert (Tabelle 33):

Tabelle 33: Binäre Kategorisierung der untersuchten Variablen

RueStoBau: Rücken / Stoß / Bauch

Variablen	0	1
Gefiederschäden	≤ 10 % der Herde	> 10 % der Herde
Verletzungen RueStoBau	≤ 3 % der Herde	> 3 % der Herde
Verletzungen Kloake	≤ 3 % der Herde	> 3 % Herde
Verletzungen Zehenoberseite	≤ 3 % der Herde	> 3 % der Herde
Ammoniak	≤ 10 ppm	> 10 ppm
Lichtstärke	≤ 20 Lux	> 20 Lux
Temperatur	≤ 20 °C	> 20 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	≤ 65 %	> 65 %
Staub	≤ 1,5 mg/cm ³	> 1,5 mg/cm ³
Luftströmung	keine bis leicht	mittel bis stark
Einstreutiefe	≤ 2,5 cm	> 2,5 cm
Einstreustruktur	keine Struktur	strukturiert

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der durchgeführten Chi-Quadrat-Teste mit Phi-Koeffizienten zwischen Gefiederschäden (Tabelle 34) bzw. Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ (Tabelle 35), Verletzungen der Kloake (Tabelle 36) sowie Verletzungen der Zehenoberseite (Tabelle 37) und den Stallklimaparametern für die einzelnen Betriebsbesuche sowie zusammengefasst für alle Betriebsbesuche.

2.6.1. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN GEFIEDERSCHÄDEN UND STALLKLIMA

Tabelle 34: Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben

p: Signifikanzniveau (* p ≤ 0,05); Phi: Phi-Koeffizient. Bb: Betriebsbesuch

Gefiederschäden	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Ammoniak	0,544	-0,132	0,466	-0,159	0,718	-0,081	0,915	0,014
Lichtstärke	0,156	-0,309	0,088	-0,372	0,737	0,077	0,094	-0,215
Temperatur	0,243	0,255	0,058	-0,414	0,168	0,308	0,211	-0,159
relative Luftfeuchtigkeit	0,115	0,362	0,251	0,257	*0,021	-0,514	0,902	0,016
Staub	0,943	0,015	0,378	-0,192	0,190	0,275	0,469	-0,092
Luftströmung	0,544	0,132	0,549	-0,131	0,891	-0,031	*0,025	-0,284
Einstreutiefe	0,471	-0,157	0,776	0,062	0,335	-0,216	0,658	-0,056
Einstreustruktur	0,929	-0,022	0,264	-0,250	0,306	-0,229	0,140	-0,195

In der Tabelle 34 ist zu sehen, dass bei dem dritten Betriebsbesuch ein starker negativer Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und der relativen Luftfeuchtigkeit bestand; dieser Zusammenhang ist signifikant (p = 0,021; Phi = -0,514). Bei der Zusammenfassung der drei Betriebsbesuche zeigte sich ein signi-

fikanter schwacher negativer Zusammenhang zwischen den Gefiederschäden und der Luftströmung ($p = 0,025$; $\Phi = -0,284$).

Bezieht man das Vorzeichen des Phi-Koeffizienten auf die Anordnung der Kreuztabellen, so ergeben sich folgende signifikante Zusammenhänge:

- in der Gruppe von Hennen, welche eine höhere relative Luftfeuchtigkeit im Stall hatten, war der Anteil an Hennen mit Gefiederschäden geringer als in der Gruppe mit niedrigerer relativer Luftfeuchtigkeit
- in der Gruppe von Hennen, welche einer stärkeren Luftströmung ausgesetzt waren, war der Anteil an Hennen mit Gefiederschäden geringer als in der Gruppe mit schwächerer Luftströmung

2.6.2. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN VERLETZUNGEN UND STALLKLIMA

2.6.2.1. VERLETZUNGEN AN „RÜCKEN / STOß / BAUCH“

Tabelle 35: Zusammenhänge zwischen Verletzungen an „Rücken, Stoß, Bauch“ und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben
p: Signifikanzniveau ($* p \leq 0,05$); Phi: Phi-Koeffizient. Bb: Betriebsbesuch

Verletzungen Rücken/Stoß/Bauch	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Ammoniak	0,060	0,411	0,505	-0,145	0,573	-0,126	0,657	0,056
Lichtstärke	*0,015	-0,533	0,269	-0,241	0,636	-0,109	*0,021	-0,296
Temperatur	0,248	-0,252	0,119	-0,340	*0,032	0,480	0,382	-0,111
relative Luftfeuchtigkeit	*0,006	0,630	0,639	0,105	0,550	-0,134	0,240	0,153
Staub	0,696	-0,085	0,284	-0,234	0,831	-0,048	0,173	-0,173
Luftströmung	0,296	0,228	0,314	-0,220	0,394	0,190	0,323	-0,125
Einstreutiefe	0,172	0,298	0,890	-0,300	0,891	-0,031	0,658	0,056
Einstreustruktur	0,190	0,350	0,361	-0,204	0,550	-0,134	0,689	-0,053

Die Tabelle 35 zeigt bei dem ersten Betriebsbesuch einen starken negativen Effekt zwischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ und der Lichtstärke sowie einen starken positiven Zusammenhang zwischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ und der relativen Luftfeuchtigkeit; beide Zusammenhänge sind signifikant ($p = 0,015$; $\Phi = -0,533$ und $p = 0,006$; $\Phi = 0,630$). Bei dem dritten Betriebsbesuch bestand ein signifikanter mittelstarker positiver Zusammenhang zwischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ und der Temperatur ($p = 0,032$; $\Phi = 0,480$). Bei der Zusammenfassung der drei Betriebsbesuche zeigte sich ein signifikanter schwacher negativer Zusammenhang zwischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ und der Lichtstärke ($p = 0,021$; $\Phi = -0,296$).

Bezieht man das Vorzeichen des Phi-Koeffizienten auf die Anordnung der Kreuztabellen, so ergeben sich folgende signifikante Zusammenhänge:

- in der Gruppe von Hennen, welche einer höheren Lichtstärke ausgesetzt waren, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an „Rücken / Stoß/ Bauch“ geringer als in der Gruppe von Tieren mit niedrigeren Lichtstärken
- in der Gruppe von Hennen, welche einer niedrigeren relativen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt war, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen im Bereich „Rücken / Stoß / Bauch“ geringer als in der Gruppe von Tieren mit höherer relativer Luftfeuchtigkeit
- in der Gruppe von Hennen, welche einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt war, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen im Bereich „Rücken / Stoß / Bauch“ geringer als in der Gruppe von Tieren mit höherer Temperatur

2.6.2.2. VERLETZUNGEN AN DER KLOAKE

Tabelle 36: Zusammenhänge zwischen Verletzungen an der Kloake und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben

p: Signifikanzniveau (* $p \leq 0,05$: Zusammenhang wahrscheinlich); Phi: Phi-Koeffizient. Bb: Betriebsbesuch

Verletzungen Kloake	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Ammoniak	0,271	0,240	0,537	-0,135	0,292	-0,236	0,479	0,090
Lichtstärke	0,104	-0,355	*0,040	-0,447	0,729	0,080	0,104	-0,355
Temperatur	0,965	0,010	0,293	-0,229	0,848	-0,043	0,965	-0,010
relative Luftfeuchtigkeit	0,109	0,368	0,919	0,023	0,852	0,042	0,109	0,368
Staub	0,284	0,234	0,525	-0,139	0,690	0,089	0,284	0,234
Luftströmung	0,854	0,040	0,694	0,086	0,690	0,089	0,854	0,040
Einstreutiefe	0,549	-0,131	1,000	0,000	*0,021	-0,514	0,549	-0,131
Einstreustruktur	0,772	0,070	0,848	-0,043	0,094	-0,375	0,772	0,070

Die Tabelle 36 zeigt bei dem zweiten Betriebsbesuch einen mittelstarken negativen Zusammenhang zwischen Verletzungen an der Kloake und der Lichtstärke; dieser Zusammenhang ist signifikant ($p = 0,040$; $\Phi = -0,447$). Beim dritten Betriebsbesuch bestand ein signifikanter starker negativer Zusammenhang zwischen Kloakenverletzungen und der Einstreutiefe ($p = 0,021$; $\Phi = -0,514$).

Bezieht man das Vorzeichen des Phi-Koeffizienten auf die Anordnung der Kreuztabellen, so ergeben sich folgende signifikante Zusammenhänge:

- in der Gruppe von Hennen, welche einer höheren Lichtstärke ausgesetzt war, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Kloake geringer als in der Gruppe von Tieren mit niedrigeren Lichtstärken

- in der Gruppe von Hennen, welche eine höhere Einstreutiefe im Stall hatte, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Kloake geringer als in der Gruppe von Tieren mit niedrigerer Einstreutiefe

2.6.2.3. VERLETZUNGEN AN DER ZEHENOBERSEITE

Tabelle 37: Zusammenhänge zwischen Verletzungen an der Zehenoberseite und den Stallklimafaktoren mittels Chi-Quadrat-Test und Phi-Koeffizient in den Legebetrieben

p: Signifikanzniveau (* $p \leq 0,05$); Phi: Phi-Koeffizient; Bb: Betriebsbesuch

Verletzungen Zehenoberseite	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Wert	p	Phi
Ammoniak	0,237	0,258	0,279	0,236	0,069	-0,406	0,849	-0,024
Lichtstärke	0,269	-0,241	0,890	-0,030	0,463	0,169	0,930	-0,011
Temperatur	0,201	-0,279	0,119	-0,340	0,423	-0,179	0,249	-0,146
relative Luftfeuchtigkeit	0,405	0,191	0,160	0,314	0,142	0,328	*0,050	0,255
Staub	*0,038	-0,452	0,284	-0,234	0,202	-0,285	0,022	-0,292
Luftströmung	0,844	0,043	0,916	0,023	0,492	0,154	0,402	0,106
Einstreutiefe	0,160	0,307	0,072	0,392	0,660	0,099	*0,039	0,262
Einstreustruktur	0,858	0,044	0,714	0,082	0,714	-0,082	0,910	0,015

In der Tabelle 37 ist beim ersten Betriebsbesuch ein signifikanter mittelstarker negativer Zusammenhang zwischen den Verletzungen an der Zehenoberseite und dem Staubgehalt zu sehen ($p = 0,038$; $\Phi = -0,452$). Bei der Zusammenfassung der drei Betriebsbesuche bestand ein signifikanter schwacher positiver Zusammenhang zwischen Verletzungen an den Zehenoberseiten und der relativer Luftfeuchtigkeit, sowie zwischen Verletzungen an den Zehenoberseiten und der Einstreutiefe ($p = 0,050$; $\Phi = 0,255$ und $p = 0,039$; $\Phi = 0,262$).

Bezieht man das Vorzeichen des Phi-Koeffizienten auf die Anordnung der Kreuztabellen, so ergeben sich folgende signifikante Zusammenhänge:

- in der Gruppe von Hennen, welche einem höheren Staubgehalt in der Stallluft ausgesetzt waren, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Zehenoberseite geringer als in der Gruppe von Tieren mit niedrigerem Staubgehalt in der Stallluft
- in der Gruppe von Hennen, welche eine niedrigere relative Luftfeuchtigkeit im Stall hatte, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Zehenoberseite geringer als in der Gruppe von Tieren mit höherer relativer Luftfeuchtigkeit
- in der Gruppe von Hennen, welche einer niedrigeren Einstreutiefe ausgesetzt war, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Zehenoberseite geringer als in der Gruppe von Tieren mit höherer Einstreutiefe

2.6.3. ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN GEFIEDERSCHÄDEN / VERLETZUNGEN UND DEM STALLKLIMA IN ABHÄNGIGKEIT VON „GEMISCHTEN / NICHT-GEMISCHTEN HERDEN“

Da die Genetik und die Inhomogenität einer Herde ein wichtiger Faktor bei der Entstehung von Federpicken und Kannibalismus bei Hennen sein kann (BUI TENHUIS et al., 2003; UITDEHAAG et al., 2009; DAMME K. et al., 2011, 2014; PLATTNER, 2015) und es sich in diesem Projekt bei den untersuchten Herden teilweise um inhomogene Herden mit mehreren Legelinien handelte, wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen so genannten „gemischten Herden“ und Gefiederschäden bzw. Verletzungen besteht:

Tabelle 38: Signifikanzen der Zusammenhänge zwischen „gemischte Herde“ und Gefiederschäden bzw. Verletzungen aus dem Chi-Quadrat-Test in den Legebetrieben
(* $p \leq 0,05$); Phi: Phi-Koeffizient; Bb: Betriebsbesuch

gemischte Herde	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Gefiederschäden	*0,035	0,459	*0,011	0,555	0,219	0,275	*0,011	0,323
Verletzungen Rücken/Stoß/Bauch	*0,000	0,791	*0,031	0,472	0,394	0,190	*0,001	0,437
Verletzungen Kloake	0,204	0,277	0,102	0,357	0,550	-0,134	0,209	0,159
Verletzungen Zehenoberseite	1,000	0,000	0,757	0,067	0,202	-0,285	0,604	-0,066

Tabelle 38 zeigt einen signifikanten positiven mittelstarken Zusammenhang zwischen „gemischte Herde“ und Gefiederschäden bei Betriebsbesuch 1 ($p = 0,035$; $\Phi = 0,459$) und 2 ($p = 0,011$; $\Phi = 0,555$) sowie auch bei der Zusammenfassung der drei Betriebsbesuche ($p = 0,011$; $\Phi = 0,323$). Ebenso zeigt sich ein signifikanter positiver starker Zusammenhang zwischen „gemischte Herde“ und Verletzungen im Bereich „Rücken / Stoß / Bauch“ bei Betriebsbesuch 1 ($p = 0,000$; $\Phi = 0,791$), ein mittelstarker Zusammenhang bei Betriebsbesuch 2 ($p = 0,031$; $\Phi = 0,472$) sowie ein mittelstarker Zusammenhang bei der Zusammenfassung der Betriebsbesuche ($p = 0,001$; $\Phi = 0,437$).

Bezieht man das Vorzeichen des Phi-Koeffizienten auf die Anordnung der Kreuztabellen, so ergeben sich folgende signifikante Zusammenhänge:

- in der Gruppe von Hennen, welche in einer nicht-gemischte Herde waren, war im Vergleich zu der Gruppe von Tieren in einer gemischten Herde der Anteil an Hennen mit Gefiederschäden geringer
- in der Gruppe von Hennen, welche in einer nicht-gemischten Herde waren, war im Vergleich zu der Gruppe von Tieren in einer gemischten Herde der Anteil an Hennen mit kannibalistischen Verletzungen an der Körperregion „Rücken / Stoß / Bauch“ geringer

In Bezug auf Kannibalismusverletzungen an der Kloake und der Zehenoberseite fand sich kein signifikanter Zusammenhang zu „gemischten Herden“.

Da signifikante Effekte zwischen „gemischten Herden“ und Gefiederschäden sowie Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ bestanden, wurden Zusammenhänge zu den Stallklimafaktoren untersucht:

Tabelle 39: Stochastische Testung auf Unabhängigkeit zwischen „Legelinien gemischt“ und den Stallklimafaktoren in den Legebetrieben

p: Signifikanzniveau (* $p \leq 0,05$: Zusammenhang signifikant); Phi: Phi-Koeffizient. Bb: Betriebsbesuch

gemischte Herde	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Ammoniak	0,186	0,289	0,537	-0,135	0,091	0,378	0,270	0,140
Lichtstärke	0,217	-0,270	1,000	0,000	0,599	-0,121	0,297	-0,134
Temperatur	0,204	-0,277	0,293	-0,229	0,357	0,206	0,533	-0,079
relative Luftfeuchtigkeit	*0,011	0,587	0,658	0,099	0,690	-0,089	0,119	0,203
Staub	0,270	-0,270	0,112	-0,347	0,831	0,048	0,126	-0,194
Luftströmung	0,186	0,289	0,432	-0,171	0,055	-0,429	0,482	-0,089
Einstreutiefe	*0,049	0,429	0,306	-0,224	0,133	0,336	0,228	0,153
Einstreustruktur	0,201	0,310	*0,017	0,535	0,111	0,356	*0,003	0,397

In Tabelle 39 ist bei dem ersten Betriebsbesuch ein starker positiver Zusammenhang zwischen „gemischte Herde“ und der relativen Luftfeuchtigkeit sowie ein mittelstarker positiver Zusammenhang zwischen „gemischte Herde“ und der Einstreutiefe sichtbar; beide sind signifikant ($p = 0,011$; $\Phi = 0,587$ und $p = 0,049$; $\Phi = 0,429$).

Beim zweiten Betriebsbesuch bestand ein starker positiver Effekt zwischen „gemischte Herde“ und Einstreustruktur; dieser Effekt ist signifikant ($p = 0,017$; $\Phi = 0,535$).

Bei der Zusammenfassung aller Betriebsbesuche besteht ein signifikanter mittelstarker positiver Effekt zwischen „gemischte Herde“ und Einstreustruktur ($p = 0,003$; $\Phi = 0,397$).

Bezieht man das Vorzeichen des Phi-Koeffizienten auf die Anordnung der Kreuztabellen, so ergeben sich folgende signifikante Zusammenhänge:

- beim ersten Betriebsbesuch waren Hennen in einer „gemischte Herde“ einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit und einer höheren Einstreutiefe ausgesetzt im Vergleich zu Hennen in nicht-gemischten Herden; beim zweiten Betriebsbesuch und zusammengefasst für alle Betriebsbesuche hatten Hennen in gemischten Herden häufiger eine strukturiertere Einstreu zur Verfügung als Hennen in nicht-gemischten Herden
- in Bezug auf die übrigen Stallklimaparameter ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge

2.6.4. ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN GEFIEDERSCHÄDEN UND VERLETZUNGEN

Der Zusammenhang zwischen dem Anteil an Hennen einer Herde mit schweren Gefiederschäden und kannibalistischen Verletzungen wurde untersucht:

Tabelle 40: Signifikanzen der Zusammenhänge zwischen Gefiederschäden und Verletzungen in den Legebetrieben

(* $p \leq 0,05$); Phi: Phi-Koeffizient; Bb: Betriebsbesuch

Gefiederschäden	Bb 1		Bb 2		Bb 3		Bb 1, Bb 2, Bb 3	
	p	Phi	p	Phi	p	Phi	p	Phi
Verletzungen Rücken/Stoß/Bauch	*0,008	0,580	*0,000	0,823	0,133	0,336	*0,000	0,679
Verletzungen Kloake	0,058	0,414	*0,011	0,555	0,306	0,229	*0,002	0,395
Verletzungen Zehenoberseite	0,481	-0,154	0,284	0,234	0,089	-0,380	0,277	-0,138

In Tabelle 40 zeigt sich zwischen dem Anteil an Hennen mit Gefiederschäden und Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ ($p \leq 0,001$; Phi = 0,679) sowie Verletzungen der Kloake ($p = 0,002$; Phi 0,395) ein positiver signifikanter Zusammenhang.

V. DISKUSSION

1. Methodik

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden im Rahmen einer Feldstudie in insgesamt 9 Aufzucht- und 16 Legehennenbetrieben erhoben. Die Teilnahme der Betriebe war freiwillig. Durch die freiwillige Anmeldung der teilnehmenden Betriebe ergaben sich große Unterschiede hinsichtlich der Betriebsgröße, Struktur und Haltungsbedingungen zwischen den einzelnen Betrieben, was die statistischen Auswertungen erschwerte.

Die Betriebe wurden in der Aufzuchtphase zweimal und in der Legephase dreimal besucht; dadurch ergab sich eine gute Vergleichbarkeit der Bonitur zwischen den untersuchten Betrieben, da die Tiere zu den Zeitpunkten der Betriebsbesuche etwa das gleiche Lebensalter hatten. Die Betriebsbesuche fanden zu verschiedenen Jahreszeiten statt. Dadurch wird die Vergleichbarkeit verschiedener Daten in Bezug auf die Stallklimaparameter, z.B. unterschiedliche Lichtstärken, Temperatur und Belüftung der Ställe, allerdings erschwert. Außerdem erfolgte die Datenerhebung lediglich bei den o.g. Betriebsbesuchen, so dass keine kontinuierlichen Messdaten für die untersuchten Variablen vorliegen.

Wegen der insgesamt heterogenen Bedingungen und wenigen Untersuchungszeitpunkte müssen die in dieser Arbeit vorliegenden Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden.

2. Aufzucht

2.1. GEFIEDERSCHÄDEN IN DER AUFZUCHT

Bei beiden Betriebsbesuchen waren in allen untersuchten Aufzuchttherden, unabhängig von Versuchs- oder Kontrollgruppe, Gefiederschäden bei einem Teil der Junghennen nachzuweisen. Der Anteil an Tieren mit Gefiederschäden variierte dabei allerdings zwischen den Betrieben sehr. Betrachtet man den Mittelwert der Gefiederscores einer Herde, so zeigte sich beim ersten Betriebsbesuch für nahezu alle Betriebe ein guter Gefiederstatus, beim zweiten Betriebsbesuch zeigten sich hingegen deutliche Unterschiede in der Ausprägung der Gefiederschäden zwischen den einzelnen Betrieben.

Bei einigen Herden war keine signifikante Veränderung des Gefiederstatus zwischen den beiden Betriebsbesuchen erkennbar. Drei von 9 Kontrollgruppen (Betriebe 3, 11, 13) und neun von 16 Versuchsgruppen (Betriebe 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14) wiesen eine signifikante Zunahme der Gefiederschäden auf; nur die Kontrollgruppe von Betrieb 7 zeigte eine signifikante Abnahme der Gefieder-

schäden ($p \leq 0,05$). Dies könnte damit begründet werden, dass die Junghennen eine Teilmauser und damit eine Gefiedererneuerung durchgemacht haben und die beschädigten Federn bei der zweiten Gefiederbonitur nicht mehr vorhanden waren (BESTMAN, 2011).

Das Auftreten von Gefiederschäden bereits in der Aufzuchtphase, die auf Federpicken zurückzuführen sind, stimmen mit Untersuchungen von SPINDLER (2014) und WECHSLER et al. (1998) überein. In der vorliegenden Arbeit variierte der Anteil an betroffenen Junghennen mit Gefiederschäden zwischen 2 % bis zu 93 % in einer Herde. Besonders auffallend war, dass bereits bei dem ersten Betriebsbesuch, also zwischen der 9. und 13. Lebenswoche, in den Versuchsgruppen der Betriebe 1, 7, 9 und 13 der Anteil an Junghennen mit Gefiederschäden ≥ 50 % war. Bei all diesen Betrieben nahm der Anteil von Hennen mit Gefiederschäden im Verlauf deutlich zu. In Betrieb 9 waren 93 % der Junghennen von Gefiederschäden betroffen.

Vergleicht man die Gefiederschäden in Betrieben, die zusätzlich eine Kontrollgruppe mit schnabelkupierte Hennen vorwies, so zeigten sich beim ersten Betriebsbesuch zwar signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen, allerdings ließ sich dabei keine als Gruppe geringerer Gefiederschäden identifizieren. Bemerkenswert ist, dass bei der Versuchsgruppe des Betriebes 8 und der Kontrollgruppe des Betriebes 15 bei beiden Betriebsbesuchen insgesamt nur ein geringer Anteil an Hennen von Gefiederschäden betroffen war (7 %) und somit angenommen werden kann, dass Gefiederschäden gleichermaßen unabhängig von dem Kupieren der Schnäbel auftreten können.

2.2. KANNIBALISMUSVERLETZUNGEN IN DER AUFZUCHT

In der Aufzuchtphase traten an „Rücken / Stoß / Bauch“ und Kloake nahezu keine kannibalistischen Verletzungen auf. Die wenigen Verletzungen, die in dieser Studie bei der Aufzucht beobachtet wurden, zeigten sich auch bei Junghennen der Rasse Lohmann Brown, anders als in einer Feldstudie von SPINDLER (2014), bei der nicht-schnabelkupierte Junghennen nur der Rasse Dekalb White von kannibalistischen Pickverletzungen betroffen waren.

2.3. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN GEFIEDERSCHÄDEN UND STALLKLIMATISCHEN FAKTOREN IN DER AUFZUCHT

2.3.1. AMMONIAK

Im Gegensatz zu der Legehennenhaltung gibt es derzeit bei Aufzuchtbetrieben für Junghennen keine gesetzlichen Grenzwertvorgaben für Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft. In der Legehennenhaltung soll der Ammoniakgehalt in der Stallluft im Aufenthaltsbereich der Tiere 10 ppm nicht überschreiten und darf dauerhaft nicht höher als 20 ppm sein (TIERSCHNUTZTV, 2006).

Bei den hier untersuchten Betrieben fielen sehr ausgeprägte Unterschiede in Bezug auf die Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft auf; diese lagen zwischen 2 ppm und 28 ppm. Nur bei den Betrieben 3, 7, 11 und 15 wurden bei beiden Betriebsbesuchen Ammoniakkonzentrationen unter 10 ppm eingehalten; bei Betrieb 14 wurde der Wert nur leicht beim zweiten Betriebsbesuch überschritten. Werte von 20 ppm und mehr wurden bei den Betrieben 4, 5, 9 und 10 mindestens bei einem Betriebsbesuch überschritten. In Untersuchungen von DRAKE et al. (2010) wurde mit Zunahme der Ammoniakkonzentrationen im Stall das Auftreten von Federpicken bei Junghennen zwischen der 15. und 17. LW früher beobachtet. In der vorliegenden Arbeit konnte bei der unifaktoriellen Betrachtung von Ammoniak auf Gefiederschäden jedoch kein Zusammenhang nachgewiesen werden. Da die Daten in den Aufzuchtbetrieben lediglich an zwei Zeitpunkten erhoben worden sind, ist eine Aussage zu einem möglichen früheren Auftreten von Gefiederschäden durch den Einfluss von Ammoniak nicht möglich.

2.3.2. BELEUCHTUNGSSTÄRKE

In dieser Feldstudie wurden die Beleuchtungsstärken bei zwei Betriebsbesuchen in den Funktionsbereichen „Scharraum“, „Ebenen“ (mit Futterband und Nippeltränken) und „Sitzstangen“ gemessen. Zwischen den Betrieben bestanden zwar Unterschiede in der Beleuchtungsstärke, im Vergleich zu Untersuchungen aus der Literatur waren die Beleuchtungsstärken allerdings niedrig: Die gemessenen Werte lagen für den Scharraum zwischen 2 und 34 Lux, für die Ebenen zwischen 3 und 27 Lux und auf den Sitzstangen zwischen 4 und 52 Lux.

Für die Beleuchtungsstärke in Ställen bei Haushühnern gibt es zwar in Deutschland keine gesetzliche Vorgabe. Allerdings wird in Artikel 14, Abs. 1 des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen eine Mindestbeleuchtungsstärke in Bezug auf Haushühner von 20 Lux auf „Augenhöhe der Tiere“ empfohlen (EUROPARAT, 1995). Nur die Betriebe 4, 5 und 11 erfüllten die geforderte Beleuchtungsstärke von mehr als 20 Lux in allen Funktionsbereichen. Alle anderen Aufzuchtställe waren in Bezug auf diese Vorgabe in mindestens einem Funktionsbereich zu dunkel. In den Betrieben 7, 9, 14 und 15 lag die Lichtintensität sogar in allen Funktionsbereichen unter 10 Lux. Auffällig war, dass nur in den Aufzuchtbetrieben 4, 5 und 15 die Beleuchtungsstärke im Scharraum höher war als auf den Sitzstangen.

Die Beleuchtungsstärke scheint einen entscheidenden Einfluss auf das Verhalten und die Entwicklung von Junghennen zu haben, somit ist eine ausreichende Beleuchtung für das Wohlergehen der Tiere notwendig. Bei Beleuchtungsstärken unter 5 Lux wurde ein ruhigeres und weniger schreckhaftes Verhalten beobachtet (HARTINI et al., 2002). KJÆR und SØRENSEN (2002) bestätigten einen Effekt der Lichtintensität auf das Federpickverhalten während der Aufzuchtphase; insgesamt schätzen diese Autoren den Effekt solcher Umweltfaktoren allerdings geringer ein als die genetische Prädisposition.

Nur ein Aufzuchtstall des Betriebes 6 hatte die Möglichkeit von Tageslichteinfall. Die Abwesenheit von Tageslicht in den Wochen 7 bis 17 scheint allerdings signifikant mit Gefiederschäden während der Legephase assoziiert zu sein (BESTMAN et al., 2009); Junghennen, die in der Aufzuchtphase keine Gefiederschäden durch Federpicken zeigten, zeigten zu einem hohen Prozentsatz in der Legephase ebenfalls keine Gefiederschäden. Allerdings konnte im Rahmen der aktuellen Untersuchungen nicht überprüft werden, in welchem Umfang der Tageslichteinfall tatsächlich von dem o.g. Betrieb genutzt wurde.

Bei Aufzucht- und Legehennen, die bei einer Lichtintensität von 3 Lux gehalten wurden, zeigte sich in Untersuchungen von KJAER und VESTERGAARD (1999) eine bis zu zwanzigfache Zunahme der Häufigkeit des leichten Federpickens; bei einer Lichtintensität von 30 Lux trat zwei- bis dreimal häufiger schweres Federpicken im Vergleich zu niedrigeren Lichtintensitäten, mit deutlich erhöhter Mortalitätsrate, auf. Zwischen der Beleuchtungsstärke und Gefiederschäden ergab sich in der vorliegenden Studie allerdings kein signifikanter Zusammenhang. Möglicherweise wurde der o.g. Zusammenhang nicht beobachtet, da die Beleuchtungsstärken, mit Ausnahme des Funktionsbereiches „Sitzstangen“, insgesamt sehr niedrig und größtenteils unter 30 Lux waren.

Untersuchungen von HARTINI et al. (2002) zeigten während der Aufzuchtphase keinen Einfluss der Beleuchtungsstärke auf die Inzidenz von Kannibalismus.

2.3.3. TEMPERATUR, RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT UND LUFTSTRÖMUNG

Die Firma Lohmann Tierzucht empfiehlt bei Junghennen ab der 5. Lebenswoche eine Stalltemperatur zwischen 18 - 20 °C (LOHMANN TIERZUCHT, 2014b). Die Lufttemperatur in den untersuchten Ställen lag beim ersten Betriebsbesuch in keinem und beim zweiten Besuch nur in zwei Ställen der Betriebe 4 und 5 in dem empfohlenen Bereich. Die ermittelten Temperaturmittelwerte lagen bei den meisten Aufzuchtbetrieben über 20 °C, bei den Betrieben 8, 12 und 14 sogar über 30 °C. Die bei allen Betrieben insgesamt hohen Temperaturmittelwerte könnten damit zusammenhängen, dass beide Betriebsbesuche im Frühling oder Sommer stattfanden.

Bei Junghennen wird eine relative Luftfeuchtigkeit im Stall zwischen 60 – 70 % empfohlen (LOHMANN TIERZUCHT, 2014b). In den untersuchten Aufzuchtställen wurden Luftfeuchtigkeiten in diesem Bereich lediglich in den Betrieben 4, 5, 7, 11, 12 und 14 gemessen. In den Betrieben 1, 3, 8, 9 und 10 betrug die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 50 und 60 %. Die Betriebe 6 und 15 wiesen Luftfeuchtigkeiten unter 50 % auf.

In den meisten Aufzuchtställen war bei den beiden Betriebsbesuchen eine leichte bis mittlere Luftströmung vorhanden; nur im Betrieb 6 und 13 wurde bei dem zweiten Betriebsbesuch eine starke Luftströmung gemessen.

Bei der unifaktoriellen Betrachtung der Stalltemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Luftströmung im Stall auf Gefiederschäden ergab sich bei beiden Betriebsbesuchen kein signifikanter Zusammenhang.

2.3.4. STAUB

In der Geflügelhaltung sind bislang keine gesetzlichen Grenzwerte für Staubkonzentrationen festgelegt. Für den Menschen ist der Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert von Staub auf $1,25 \text{ mg/m}^3$ (Schichtmittelwert) für alveolargängigen Staub (Fraktion A) und 4 mg/m^3 (Jahresmittelwert) für einatembaren Staub (Fraktion E) begrenzt (BAUA, 2014). In dieser vorliegenden Studie wurde in den Ställen die einatembare Staubfraktion bestimmt. Beim ersten Betriebsbesuch lagen die gemessenen Staubkonzentrationen zwischen $0,07 \text{ mg/m}^3$ in Betrieb 13 und $2,8 \text{ mg/m}^3$ in Betrieb 6; beim zweiten Betriebsbesuch wurden deutlich höhere Staubwerte gemessen. Hier lagen die Messwerte zwischen $1,07 \text{ mg/m}^3$ in Betrieb 7 und $7,14 \text{ mg/m}^3$ in Betrieb 6. Da die Staubbelastung in der Stallluft von vielen Faktoren, insbesondere auch von der Aktivität der Tiere, abhängig ist (HINZ et al., 2011; BROER L. et al., 2013), könnte die Ursache für die deutlich erhöhten Staubwerte beim zweiten Betriebsbesuch möglicherweise mit dem zunehmenden Alter und der Größe der Tiere sowie konsekutiv mit ihrer vermehrten Aktivität, Staubaufwirbelung und Exkrementen zu begründen sein. Zwar wurden die o.g. Grenzwerte für Menschen bei vier Betrieben beim zweiten Betriebsbesuch deutlich überschritten, allerdings handelt es sich bei den festgelegten Arbeitsplatzkonzentrationen von Staub um Jahresmittelwerte, so dass die in dieser Arbeit bei lediglich zwei Besuchen gemessenen Staubwerte keine jahresbezogene Aussage erlauben.

Bei der unifaktoriellen Betrachtung der Staubkonzentration in der Stallluft mit Bezug auf Gefiederschäden ergab sich bei beiden Betriebsbesuchen kein signifikanter Zusammenhang.

2.3.5. EINSTREUTIEFE UND -STRUKTUR

In dieser Feldstudie wurden u.a. die Einstreutiefen in den Aufzuchtställen untersucht. Sie variierten zwischen $1,8 \text{ cm}$ und $6,4 \text{ cm}$ beim ersten Betriebsbesuch und zwischen $2,3 \text{ cm}$ und $9,5 \text{ cm}$ beim zweiten Betriebsbesuch. Ebenfalls gab es Unterschiede bei der Einstreustruktur zwischen den einzelnen Betrieben. SANOTRA et al. (1995) beobachteten, dass ein geeignetes Einstreusubstrat bereits in den ersten Lebenstagen geeignet sein kann, spätere Entwicklungsstörungen in Bezug auf Staubbaden und auch auf Federpicken zu reduzieren oder zu verhindern. Auch Untersuchungen von HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) und JOHNSEN et al. (1998) zeigten, dass bei Küken, die seit dem ersten oder bis zum zehnten Lebenstag Zugang zu geeignetem Substrat hatten, weniger Federpicken und Kannibalismusvorfälle während der Legephase auftraten, als bei Hennen, die keine Einstreu in den ersten Lebenstagen zur Verfügung haben. Auch

BESTMAN et al. (2009) beobachteten, dass die Abwesenheit von Einstreu in den ersten vier Lebenswochen signifikant mit Gefiederschäden während der Legephase assoziiert war. BLOKHUIS und ARKES (1984) beobachteten ebenfalls, dass bei Junghennen, die ohne Einstreu aufwuchsen, das Federpicken deutlich zunahm im Vergleich zu den Tieren, die Einstreu zur Verfügung hatten.

In der vorliegenden Arbeit ergab sich bei der unifaktoriellen Betrachtung der Einstreutiefe und auch der Einstreustruktur auf Gefiederschäden bei beiden Betriebsbesuchen kein signifikanter Zusammenhang.

2.4. GEFIEDERSCHÄDEN BEI GEMISCHTEN UND NICHT-GEMISCHTEN HERDEN

Untersuchungen zeigen, dass genetische Faktoren einen wichtigen Einfluss auf Verhaltensstörungen, wie Federpicken und Kannibalismus, bei Hennen haben (HOCKING et al., 2001; KJÆR und SØRENSEN, 2002; BUITENHUIS et al., 2003; HOCKING et al., 2004; UITDEHAAG et al., 2008; LUGMAIR, 2009; UITDEHAAG et al., 2009; RODENBURG et al., 2010; DAMME K. et al., 2014). In nicht-gemischten Herden während der Aufzuchtphase zeigten sich bestimmte Rassen aktiver, mit geringerem Federpickverhalten und weniger ängstlich gegenüber neuen Objekten, als andere (UITDEHAAG et al., 2008). In gemischten Herden hingegen war diese zuvor aktivere Rasse allerdings inaktiver als in nicht-gemischten Herden und zeigte vermehrt schweres Federpicken gegenüber der anderen Rasse. Begründet wurde dies durch eine Zunahme von Angstreaktionen in Anwesenheit der anderen Rassen mit konsekutiver Zunahme von Federpicken (UITDEHAAG et al., 2009). In den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zeigte sich in den Aufzuchtbetrieben allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen gemischten / nicht-gemischten Herden und Gefiederschäden.

3. Legehennen

3.1. GEFIEDERSCHÄDEN IN DEN LEGEBETRIEBEN

In allen Legebetrieben nahmen die Gefiederschäden mit zunehmendem Lebensalter der Legehennen zu; eine Abnahme der mittleren Gefiederscores zwischen Betriebsbesuch 1 und 3 war für alle Versuchs- und Kontrollgruppen signifikant nachweisbar ($p \leq 0,001$). Die Beobachtung zunehmender Gefiederschäden mit zunehmendem Lebensalter der Hennen wird auch von anderen Autoren beschrieben (KJÆR und SØRENSEN, 1997; RAMADAN und VON BORELL, 2008). Bei dem ersten Betriebsbesuch zeigte sich, unabhängig von Versuchs- oder Kontrollgruppe, bei allen untersuchten Herden ein durchschnittlicher Gefiederscore > 10 Punkte. Es ist aber zu beachten, dass dieser Score ein Mittelwert der gesamten Herde ist und bei einigen Herden auch Tiere mit einem Gefiederscore

≤ 10 vorkamen. So wies in den Versuchsgruppen der Betriebe 1b, 7, 8, 11, 13 und 16 ein Teil der Legehennen durchaus schwere Gefiederschäden auf.

Mit Ausnahme der Versuchsgruppen 6a und 6b zeigten alle anderen Versuchs- und Kontrollgruppen bereits schon bei dem zweiten Betriebsbesuch eine signifikante Zunahme der Gefiederschäden ($p \leq 0,05$). Zwar erreichten die meisten Betriebe noch einen Mittelwert der Gefiederscores > 10 Punkte, allerdings war bei einigen dieser Herden der Anteil an Hennen mit schweren Gefiederschäden sehr hoch.

Mit zunehmendem Lebensalter nahm nicht nur die Ausprägung der Gefiederschäden, sondern auch der Anteil an Legehennen mit schweren Gefiederschäden in einer Herde sowohl in den Versuchs- als auch in den Kontrollgruppen in den meisten Betrieben deutlich zu. Lediglich die Betriebe 5, 6a und 6b wiesen beim dritten Betriebsbesuch keine oder geringe prozentuale Anteile an Hennen mit schweren Gefiederschäden auf. Dagegen lag in den Versuchsgruppen der Betriebe 1b, 7, 10, 11, 12, 13, 15 und 16 der Anteil der betroffenen Hennen mit schweren Gefiederschäden über 80 %.

3.1.1. VERGLEICH ZWISCHEN VERSUCHS- UND KONTROLLGRUPPE IN DEN LEGEBETRIEBEN

Vergleicht man die Gefiederschäden bei Betrieben, die zusätzlich eine Kontrollgruppe mit schnabelkupierten Hennen vorwies, so zeigten sich bei einigen dieser Betriebe signifikante Unterschiede der Gefiederscores zwischen beiden Gruppen mit weniger Gefiederschäden in den Kontrollgruppen ($p \leq 0,05$).

Zwar ließe sich daraus ableiten, dass unter gleichen Managementfaktoren eines Betriebes Legehennengruppen mit kupierten Schnäbeln weniger Gefiederschäden entwickeln als Gruppen mit nicht-kupierten Schnäbeln. Andererseits zeigt sich in dieser Feldstudie auch, dass Betriebe mit nicht-schnabelkupierten Hennen durchaus Hennen mit weniger schweren Gefiederschäden und geringerem Anteil an Tieren mit Gefiederschäden aufweisen können. Zum Beispiel weisen nicht-schnabelkupierte Herden der Betriebe 5 und 6b lediglich geringe Gefiederschäden und einen geringen Anteil an Hennen mit schweren Gefiederschäden auf. Andererseits zeigten bei Betrieb 15 sowohl die Versuchs- als auch die Kontrollgruppe schwere Gefiederschäden durch Federpicken.

3.2. KANNIBALISMUSVERLETZUNGEN IN DEN LEGEBETRIEBEN

3.2.1. KANNIBALISMUS „RÜCKEN / STOB / BAUCH“

Im Vergleich zu den Junghennen in den Aufzuchtbetrieben wiesen die Legehennen vermehrt kannibalistische Verletzungen auf. Bei drei Versuchsgruppen der Betriebe 2, 6a, 6b und zwei Kontrollgruppen der Betriebe 3b und 10 traten bei

keinem der Betriebsbesuche kannibalistische Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ auf. Die anderen 18 Herden wiesen entweder beim zweiten und / oder beim dritten Betriebsbesuch Verletzungen auf. Der Anteil an verletzten Tieren war dabei sehr unterschiedlich zwischen den einzelnen Herden.

Bereits beim ersten Betriebsbesuch wurden bei vier Versuchsgruppen (Betriebe 1b, 7, 13 und 16) kannibalistische Verletzungen festgestellt; bei den Kontrollgruppen zeigten sich keine kannibalistischen Verletzungen. Auch beim zweiten Betriebsbesuch war bei den Kontrollgruppen der Anteil an verletzten Hennen sehr gering. Allerdings gab es auch bei den Versuchsgruppen sieben verletzungsfreie Herden (2, 3, 5, 6a, 6b, 14, 16) beim zweiten Betriebsbesuch. Im Gegensatz zu diesen verletzungsfreien Herden war bei den Versuchsgruppen 1b, 11 und 13 der Anteil an verletzten Hennen sehr hoch. Genau bei diesen drei Versuchsgruppen nahm der Anteil an verletzten Hennen beim dritten Betriebsbesuch wieder ab. Dies könnte auf einen Abgang der Tiere durch Versterben erklärbar sein.

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich ein positiver signifikanter Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und kannibalistischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ bei dem ersten ($p = 0,008$; $\Phi = 0,580$) und zweiten ($p \leq 0,001$; $\Phi = 0,823$) Betriebsbesuch und bei der Zusammenfassung der Besuche ($p \leq 0,001$; $\Phi = 0,679$). Eine Erklärung für diese Beobachtung könnte sein, dass durch das Federpicken Gewebsverletzungen entstehen können, welche für die Artgenossen einen erneuten Reiz zum Weiterpicken darstellen und letztendlich durch Entstehung kannibalistischer Verletzungen zum Tod der Tiere führen können (KEPPLER, 2010).

3.2.2. KLOAKENKANNIBALISMUS

In den Versuchsgruppen der Betriebe 6a, 8, 10, 14, 16 und der Kontrollgruppe von Betrieb 1a traten bei keinem der Betriebsbesuche kannibalistische Verletzungen an der Kloake auf. Bei den anderen fünf Kontrollgruppen war nur bei einem der drei Betriebsbesuche ein sehr geringer Anteil von Hennen mit Kloakenverletzungen vorhanden. Bei den übrigen Versuchsgruppen war der Anteil an Hennen mit Kloakenverletzungen sehr unterschiedlich zwischen 3 % und 20 %. In den Versuchsgruppen 11, 12 und 13 traten bei allen drei Betriebsbesuchen kannibalistische Kloakenverletzungen auf.

Die in der Literatur z.T. beschriebene Unabhängigkeit zwischen kannibalistischen Kloakenverletzungen und Gefiederschäden (ALLEN und PERRY, 1975; GUNNARSSON et al., 1999) konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden. Vielmehr zeigte sich ein positiver signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anteil an Hennen einer Herde mit Gefiederschäden und kannibalistischen Verletzungen der Kloake ($p = 0,002$; $\Phi = 0,395$). Dies beobachteten auch GREEN et al. (2000) und PÖTZSCH et al. (2001).

3.2.3. ZEHENKANNIBALISMUS

In der Kontrollgruppe von Betrieb 10 und in der Versuchsgruppe von Betrieb 6a wurden zu keinem Besuchszeitpunkt Pickverletzungen an der Zehenoberseite der Hennen erhoben. Bei den Versuchsgruppen der Betriebe 3, 9, 10, 11, 12 und 13 sowie der Kontrollgruppe von Betrieb 11 war bei den Betriebsbesuchen maximal jeweils ein Tier betroffen. Auffällig waren hohe Anteile von betroffenen Hennen in den Versuchsgruppen 1b, 4, 6b und 7 sowie den Kontrollgruppen 1a und 15. Eine generelle Aussage zu einer Zu- oder Abnahme der Anteile verletzter Hennen zwischen den Betriebsbesuchen ließ sich jedoch nicht ableiten. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und Zehenkannibalismus ergab sich nicht.

3.3. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN GEFIEDERSCHÄDEN SOWIE VERLETZUNGEN UND STALLKLIMATISCHEN FAKTOREN IN DEN LEGEBETRIEBEN

3.3.1. AMMONIAK

Nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung sollte die Ammoniakkonzentration in der Stallluft im Aufenthaltsbereich der Legehennen die Grenze von 10 ppm und dauerhaft nicht 20 ppm überschreiten (TIERSCHNUTZTV, 2006). Eine wiederholte Exposition von Arbeitern in der Geflügelhaltung gegenüber Ammoniakkonzentrationen über 12 ppm war mit einer signifikanten Verschlechterung der Lungenfunktion vergesellschaftet (DONHAM et al., 2000).

Die Ammoniakkonzentrationen in den Betrieben sowie auch zwischen den einzelnen Besuchen eines Betriebes waren sehr unterschiedlich. Bei den meisten Betrieben wurden die höchsten Werte bei dem zweiten Betriebsbesuch gemessen, der hauptsächlich in den Herbst- und Wintermonaten stattfand. Auch HINZ et al. (2010) und MORGAN et al. (2014) beobachteten ebenfalls eine im Winter deutlich erhöhte Ammoniakkonzentration in der Stallluft.

Der gesetzlich vorgeschriebene Grenzwert von 10 ppm wurde nur von den sechs Legebetrieben 2, 8, 9, 11, 14 und 15 eingehalten; alle andere Betriebe überschritten diesen Grenzwert bei mindestens einem Betriebsbesuch. Auffällig hohe Ammoniakwerte wurden in Legebetrieb 7 gemessen; hier bestanden unabhängig von der Jahreszeit Werte über 30 ppm. In Legebetrieb 1a wurde ebenfalls im Durchschnitt eine Ammoniakkonzentration von mehr als 20 ppm in der Stallluft gemessen.

LUGMAIR (2009) beobachtete bei Legehennenherden bei zunehmenden Ammoniakkonzentrationen auch eine Zunahme von Gefiederschäden. In der hier vorliegenden Arbeit konnte allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Ammoniakkonzentration in der Stallluft und Gefiederschäden nachgewiesen werden. Ebenso zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Ammoniakkon-

zentration und Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“, Kloake und Zehenoberseite.

3.3.2. BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Bei der Beleuchtungsstärke der Ställe gab es sehr große Unterschiede zwischen den Betrieben. Nur in dem Stall des Betriebes 3a wurde die vom EUROPARAT (1995) empfohlene Mindestbeleuchtungsstärke von 20 Lux in den drei untersuchten Funktionsbereichen (Scharraum, Ebene und Sitzstangen) bei allen drei Betriebsbesuchen erfüllt. Die Ausleuchtung der Ställe variierte sehr. Bei einigen Betrieben war der Scharraum heller, bei anderen die Ebenen oder die Sitzstangen. In sechs Betrieben wurde bei keinem der Betriebsbesuche die empfohlene Mindestbeleuchtungsstärke eingehalten. Dabei hat die Lichtintensität im Stall einen bedeutenden Einfluss auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen (KNIERIM et al., 2007). Bei einer Lichtintensität von 80 Lux hatten deutlich mehr Hennen Gefiederschäden als Tiere, die bei 4 bis 6 Lux gehalten wurden. In Bezug auf Kannibalismus hatten die Ställe mit wenig Licht mehr verletzte Tiere als die stärker beleuchteten Ställe (KNIERIM et al., 2007).

Der Funktionsbereich „Nest“ sollte laut Empfehlungen von LOHMANN TIERZUCHT (2014a) eine Beleuchtungsstärke von 1 Lux haben. In den meisten Ställen wurden weniger als 5 Lux im Nest gemessen, nur vereinzelt bestanden höhere Werte (bis zu 20 Lux, Betrieb 6a). In Bezug auf die Ausleuchtung der Nester zeigten Untersuchung von GREEN et al. (2000), dass das Risiko für Federpicken durch zusätzliche Ausleuchtung steigt. PÖTZSCH et al. (2001) konnten diese Beobachtung auch in Zusammenhang mit einer Steigerung des Risikos für Kloakenkannibalismus bestätigen. Als Begründung wurde die erhöhte Attraktivität der Kloakenschleimhaut nach der Eiablage bei zusätzlicher Lichtexposition angesehen.

Zwischen der Beleuchtungsstärke und Gefiederschäden ergab sich in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Zusammenhang. Allerdings zeigte sich in Bezug auf Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ bei der Zusammenfassung der drei Betriebsbesuche ein negativer, signifikanter Zusammenhang ($p = 0,021$; $\Phi = -0,296$). Auch bei Verletzungen an der Kloake ergab sich für die Beleuchtungsstärke bei dem zweiten Betriebsbesuch ein mittelstarker negativer Zusammenhang ($p = 0,040$; $\Phi = -0,447$). Es wurde also bei Abnahme der Beleuchtungsstärke eine Zunahme an kannibalistischen Verletzungen beobachtet und unterstützt damit die o.g. Untersuchungen von KNIERIM et al (2007).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Beleuchtungsstärke und Verletzungen an der Zehenoberseite ergab sich nicht.

3.3.3. TEMPERATUR, RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT UND LUFTSTRÖMUNG

Die Lufttemperatur in den untersuchten Legeställen lag in den meisten Betrieben bei den drei Betriebsbesuchen außerhalb der Empfehlungen zwischen 18 °C und 20 °C (LOHMANN TIERZUCHT, 2014a). Die Abhängigkeit der Lufttemperatur in den Ställen von der Jahreszeit zeigte sich bei einigen Betrieben in den unterschiedlichen Messwerten.

Der Einfluss der Temperatur auf Gefiederschäden und Verletzungen wird in der Literatur nicht einheitlich diskutiert; während einige Autoren einen protektiven Einfluss auf die Entwicklung von Federpicken und Kannibalismus bei Stalltemperaturen über 20 °C beschreiben (GREEN et al., 2000; PÖTZSCH et al., 2001), beobachteten LAMBTON et al. (2010) bei Temperaturanstieg eine Zunahme an Gefiederschäden. In den hier durchgeführten Untersuchungen ergab sich zwischen der Temperatur und Gefiederschäden kein signifikanter Zusammenhang. In Bezug auf Verletzungen „Rücken / Stoß / Bauch“ ergab sich beim dritten Betriebsbesuch ein positiver, signifikanter Zusammenhang ($p = 0,032$; $\Phi = 0,480$).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Temperatur und Verletzungen an der Kloake bzw. der Zehenoberseite ergab sich nicht.

Wie in der Aufzucht wird auch bei Legehennen eine relative Luftfeuchtigkeit im Stall zwischen 60 - 70 % empfohlen (LOHMANN TIERZUCHT, 2014b). Die Meßwerte der meisten der Betriebe lagen allerdings außerhalb dieser Empfehlung. Bei dem dritten Betriebsbesuch war in der Gruppe von Hennen, welche einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit im Stall ausgesetzt waren, der Anteil an Tieren mit Gefiederschäden signifikant geringer als in der Gruppe mit niedrigerer Luftfeuchtigkeit ($p = 0,021$, $\Phi = -0,514$). Beim ersten Betriebsbesuch zeigte sich ein positiver signifikanter Zusammenhang ($p = 0,006$; $\Phi = 0,630$) zwischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ und ebenfalls ein positiver signifikanter Zusammenhang ($p = 0,050$; $\Phi = 0,255$) zwischen Verletzungen an der Zehenoberseite bei der Zusammenfassung der Betriebsbesuche. Für Verletzungen an der Kloake zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang.

Die Luftströmung variierte zwischen den einzelnen Betrieben und den Betriebsbesuchen sehr. Es zeigte sich ein negativer signifikanter Zusammenhang ($p = 0,025$; $\Phi = -0,284$) zwischen der Luftströmung und Gefiederschäden bei der Zusammenfassung aller Betriebsbesuche. In der Gruppe von Hennen, welche einer stärkeren Luftströmung ausgesetzt waren, war der Anteil an Hennen mit Gefiederschäden geringer als in der Gruppe mit schwächerer Luftströmung. In Bezug auf Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“, Kloake sowie Zehenoberseite zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang.

3.3.4. STAUB

Anders als in den Aufzuchtbetrieben lagen mit zwei Ausnahmen die gemessenen Staubkonzentrationen bei allen Betrieben und allen Betriebsbesuchen unter dem für Menschen festgelegten maximalen Arbeitsplatzkonzentrationswert für einatembaren Staub von 4 mg/m^3 . Lediglich die Betriebe 10 und 14 wiesen bei einem Betriebsbesuch höhere Werte auf. Die Staubbelastung in der Stallluft ist von vielen Faktoren, insbesondere auch von der Aktivität der Tiere und von dem Haltungssystem, abhängig (HINZ et al., 2011; BROER L. et al., 2013). Betrachtet man die unterschiedlichen Haltungsformen von Legehennen, so werden in der Literatur die höchsten Werte der Staubbelastung bei der Bodenhaltung, wie in dieser Arbeit vorliegend, beschrieben (SALEH, 2006; NIMMERMARK et al., 2009; HINZ et al., 2011). LUGMAIR (2009) beobachtete, dass Hennen, die in Stallungen mit hoher Staubbelastung gehalten wurden, ein 49 % erhöhtes Risiko starker Gefiederschäden im Vergleich zu Hennen in Stallungen mit geringerer Staubbelastung haben.

In den vorliegenden Untersuchungen konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Staubbelastung im Stall und Gefiederschäden festgestellt werden.

3.3.5. EINSTREUTIEFE UND -STRUKTUR

Die Einstreutiefen in den Legeställen variierten zwischen 0 und 7,5 cm bei den Betriebsbesuchen. Auffällig war, dass die Betriebe 3, 3a, 4, 6b, 7, 9, 11, 13 und 14 bei mindestens einem Betriebsbesuch eine Einstreutiefe ≤ 1 cm hatten. Dies entspricht nicht den Vorgaben nach §13 Abs. 5 Nr. 5 der Tierschutznutztierhaltungsverordnung (2006), die besagt, dass die Haltungseinrichtung mit Einstreumaterial „in ausreichender Menge ausgestattet“ sein muss, „das allen Legehennen ermöglicht, ihre artgemäßen Bedürfnisse, insbesondere Picken, Scharren und Staubbaden, zu befriedigen“. In der Literatur wird beschrieben, dass ein plötzliches Entfernen der Einstreu bei Legehennen zu einer deutlichen Zunahme von Federpicken führt; gleichzeitig führt ein Umsetzen der Tiere aus Abteilungen ohne Einstreu in Bereiche mit einem geeigneten Substrat zu einer deutlichen Abnahme des Federpickens (NICOL et al., 2001). Die Dauer der Futtersuche scheint abhängig von der Beschaffenheit der Einstreu zu sein; zwischen der Dauer der Futtersuche und dem Federpicken wird ein direkter, umgekehrter Zusammenhang beschrieben (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; AERNI et al., 2000a; NICOL et al., 2001). Es scheint, dass die Zeit, welche die Tiere für die Futtersuche und für die Futteraufnahme aufwenden, umgekehrt proportional zu der Häufigkeit des Federpickens bei Artgenossen und somit zur Ausprägung von Gefiederschäden ist. Diese Beobachtungen konnten in dieser Arbeit teilweise bestätigt werden. Es zeigte sich bei dem dritten Betriebsbesuch ein negativer

signifikanter Zusammenhang zwischen der Einstreutiefe und Verletzungen der Kloake ($p = 0,021$; $\Phi = -0,514$); in der Gruppe von Hennen, welche eine höhere Einstreutiefe im Stall zur Verfügung hatten, war der Anteil an Hennen mit Verletzungen an der Kloake geringer. Erklärt werden könnte dies dadurch, dass die Hennen in höherer Einstreu mehr Zeit mit der Futtersuche und somit weniger Zeit mit Federpicken verbringen. Ebenso wurde bei der Zusammenfassung der Betriebsbesuche ein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,039$; $\Phi = 0,0262$) der Einstreutiefe auf Verletzungen an der Zehenoberseite beobachtet.

AERNI et al. (2000b) beobachtete bei Legehennen eine Abhängigkeit der Gefiederschäden von der Struktur der Einstreu. Dabei zeigte sich eine besonders hohe Rate von Federpicken und Gefiederschäden bei Legehennen, die keinen Zugang zu Langstroh hatten. Bei der Untersuchung der Einstreustruktur in dieser Arbeit konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang mit Gefiederschäden oder Verletzungen festgestellt werden.

3.3.6. GEFIEDERSCHÄDEN UND VERLETZUNGEN BEI GEMISCHTEN UND NICHT-GEMISCHTEN HERDEN

Bei der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen gemischten / nicht-gemischten Herden war bei den Betriebsbesuchen der Anteil an Hennen mit schweren Gefiederschäden und mit Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ in gemischten Herden höher als bei Hennen in nicht-gemischten Herden; es bestand ein positiver signifikanter Zusammenhang ($p = 0,011$; $\Phi = 0,323$ bzw. $p = 0,001$; $\Phi = 0,437$). In Bezug auf Kannibalismusverletzungen an der Kloake und der Zehenoberseite ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zu „gemischten Herden“. Damit können Untersuchungen von UITDEHAAG et al. (2009) bestätigt werden, in denen Hennen in gemischten Herden auch deutlich mehr Gefiederschäden durch schweres Federpicken aufwiesen als in nicht gemischten Herden. Auch PLATTNER (2015) beobachtete bei Hennen in gemischten Herden eine höhere Federpickaktivität.

Bei dem ersten Betriebsbesuch zeigte sich ein positiver signifikanter Zusammenhang zwischen „gemischten Herden“ und relativer Luftfeuchtigkeit ($p = 0,011$; $\Phi = 0,587$) sowie der Einstreutiefe ($p = 0,049$; $\Phi = 0,429$). Bei der Einstreustruktur zeigte sich bei dem zweiten Besuch ($p = 0,017$; $\Phi = 0,535$) und zusätzlich zusammengefasst für alle Betriebsbesuche ebenfalls ein positiver signifikanter Zusammenhang ($p = 0,003$; $\Phi = 0,397$). Beim ersten Betriebsbesuch waren Hennen in einer „gemischte Herde“ somit einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit und einer höheren Einstreutiefe ausgesetzt als Hennen in „nicht-gemischten“ Herden; beim zweiten Betriebsbesuch und zusammengefasst für alle Betriebsbesuche hatten Hennen in „gemischten Herden“ häufiger eine strukturiere Einstreu zur Verfügung als Hennen in „nicht-gemischten“ Herden.

In Bezug auf die übrigen Stallklimaparameter ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge.

4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass schon während der Aufzuchtphase ein großer Anteil an Junghennen in einer Herde Gefiederschäden aufweisen kann, die auf Federpicken zurückzuführen sind. Der Anteil an Junghennen mit Gefiederschäden variierte sehr zwischen den einzelnen Betrieben. Die nicht-schnabelkupierte Versuchsgruppen der Betriebe 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12 und 14 und die schnabelkupierte Kontrollgruppen der Betriebe 3, 11 und 13 wiesen signifikante Veränderungen des Gefiederstatus zwischen dem ersten und zweiten Betriebsbesuch auf ($p \leq 0,05$). In Bezug auf kannibalistische Verletzungen an den Körperregionen „Rücken / Stoß / Bauch“, Kloake und Zehenoberseite kamen in der Aufzucht kaum Verletzungen vor.

In der Legephase zeigte sich mit zunehmendem Alter der Hennen eine signifikante Zunahme der Gefiederschäden in allen untersuchten Betrieben ($p \leq 0,001$). Die Ausprägung kannibalistischer Verletzungen als auch der Anteil von Verletzungen betroffener Hennen war in den Legebetrieben sehr unterschiedlich. Bis zu 60 % aller Legehennen in einer Herde waren bei einem Betriebsbesuch (Betrieb 1b) von kannibalistischen Verletzungen der Körperregion „Rücken / Stoß / Bauch“ betroffen. Kloakenverletzungen kamen in einer Herde mit einer Häufigkeit von bis zu 20 % vor (Betrieb 12). Kannibalistische Verletzungen an der Zehenoberseite wurden mit einem Anteil bis zu 43 % in einer Herde beobachtet (Betrieb 1b). Im Gegensatz dazu wurden bei der nicht-schnabelkupierte Herde des Betriebs 6a zu keinem Untersuchungszeitpunkt an den o.g. Körperregionen kannibalistische Verletzungen festgestellt.

Ein eindeutiger, unifaktorieller Einfluss der stallklimatischen Faktoren Ammoniak, Beleuchtungsstärke, Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Staub sowie der „Einstreutiefe und -struktur“ auf Verhaltensstörungen in der konventionellen Legehennenhaltung, wie Federpicken und Kannibalismus, ließ sich in der vorliegenden Arbeit nicht nachweisen. In den Legebetrieben konnte bei einzelnen oder mehreren Betriebsbesuchen ein signifikanter Zusammenhang zwischen einigen Stallklimafaktoren (Beleuchtungsstärke, Temperatur, Einstreutiefe) und Gefiederschäden sowie Kannibalismusverletzungen beobachtet werden.

Außerdem scheint das Vorhandensein einer sogenannten „gemischten Herde“ ein Risikofaktor für das Auftreten von Gefiederschäden und Verletzungen zu sein: Während in der Aufzucht kein Einfluss „gemischter Herden“ auf das Auftreten von Gefiederschäden beobachtet werden konnte, zeigten sich in den Legebetrieben im Vergleich zu nicht-gemischten Herden signifikant mehr Gefiederschäden und kannibalistische Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“.

Zu beachten ist, dass die Daten dieser Feldstudie in nur 16 Legehennenbetrieben und den dazu gehörenden Aufzuchtbetrieben erhoben wurden. Außerdem wurden die Daten nicht kontinuierlich, sondern lediglich bei zwei Betriebsbesuchen in der Aufzucht und drei Betriebsbesuchen in den Legebetrieben erfasst. Trotz der geringen Anzahl an Betrieben und Betriebsbesuchen konnte gezeigt werden, dass Federpicken ein relevantes Problem schon während der Aufzuchtphase darstellt. Zahlreiche Studien (BLOKHUIS und ARKES, 1984; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; JOHNSEN et al., 1998; BESTMAN et al., 2009) zeigen, dass Faktoren, wie z.B. Einstreu und Beleuchtung eines Stalls, bereits während der Aufzuchtperiode einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Tiere und auf die Ausbildung späterer Verhaltensstörungen in der Legephase, wie Federpicken und Kannibalismus, haben. Demzufolge wäre es wichtig und notwendig, gesetzliche Vorgaben in Bezug auf stallklimatische Faktoren bereits für Junghennen in Deutschland festzulegen.

Auffällig war auch, dass die gesetzlichen Vorgaben bei Legehennen von den einzelnen Betrieben sehr unterschiedlich umgesetzt wurden.

Mit der vorliegenden Arbeit konnte dargelegt werden, dass es unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist, nicht-schnabelkupierte Hennen zu halten, ohne dass Verhaltensstörungen wie Federpicken oder Kannibalismus auftreten müssen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Haltung unkupierter Legehennen in alternativen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Stallklimas

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob in Legebetrieben ein Zusammenhang zwischen ausgewählten Stallklimafaktoren und der Tiergesundheit besteht und durch Optimierung der Stallklimaparameter eine Reduktion des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus, besonders bei nicht-schnabelkupierten Legehennen, erzielt werden kann. Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Maßnahmen zur Verbesserung des Tierschutzes bei Legehennen in Praxisbetrieben“ durchgeführt. Das Projekt wurde aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), sowie des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden in einer Feldstudie in 16 konventionellen Legebetrieben (Bodenhaltung und Freiland) in Bayern und in den dazu gehörenden Aufzuchtbetrieben erhoben. Die Betriebe wurden während der Aufzuchtphase zwischen der 9. und 13. und der 15. und 20. Lebenswoche und während der Legephase zwischen der 30. und 33., der 44. und 48. und der 62. und 68. Lebenswoche besucht. Bei den Betriebsbesuchen wurde im Rahmen der Bonitur bei jeweils 30 nicht-schnabelkupierten Jung- bzw. Legehennen pro Herde das Integument auf Gefiederschäden und Hautverletzungen beurteilt. Die Beurteilung erfolgte nach einem Schema in Anlehnung an GUNNARSSON (2000) verändert nach NIEBUHR et al. (2009) sowie nach LAYWEL-EU (2004). Insgesamt wurden in den Aufzuchtbetrieben 14 Gruppen nicht-schnabelkupierter (Versuchsgruppe) und 9 Gruppen schnabelkupierter (Kontrollgruppe) Hennen bonitiert; in den Legebetrieben waren es 17 nicht-schnabelkupierte und 6 schnabelkupierte Gruppen. Die untersuchten Legelinien umfassten bei den „Braunlegern“ die Legelinien „Lohmann Brown“ und „Bovan Brown“ und bei den „Weißlegern“ die Legelinien „Lohmann Selected Leghorn“ und „Dekalb White“. Einige der Betriebe hielten zwei Legelinien in einer sogenannten „gemischten Herde“. Zusätzlich wurden die Daten der Stallklimaparameter Ammoniak, Beleuchtungsstärke, Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftströmung, Staub sowie Einstreutiefen und -struktur erfasst.

Für die statistische Auswertung von Gefiederschäden durch Federpicken wurden die Körperregionen „Hals dorsal“, „Rücken“ und „Flügeldecken“ und für kannibalistische Verletzungen die Körperregionen „Rücken“, „Stoß“, „Bauch“ ausgewählt. Die Verletzungen an der Kloake und Zehenoberseite wurden separat als „Kloakenkannibalismus“ bzw. „Zehenkannibalismus“ ausgewertet.

In den Aufzuchtbetrieben waren in allen untersuchten Herden, unabhängig von Versuchs- oder Kontrollgruppen, Gefiederschäden bei einem Teil der Junghennen

nachzuweisen. Bei einigen Herden war keine signifikante Verschlechterung des Gefiederstatus zwischen den beiden Betriebsbesuchen erkennbar; bei anderen hingegen zeigte sich eine signifikante Zunahme der Gefiederschäden ($p \leq 0,05$). Der Anteil an betroffenen Junghennen einer Herde mit Gefiederschäden variierte zwischen 2 % bei dem ersten Betriebsbesuch bis zu 93 % beim zweiten Besuch zwischen den untersuchten Betrieben. Besonders auffallend war, dass bereits bei dem ersten Betriebsbesuch zwischen der 9. und 13. Lebenswoche in vier Versuchsgruppen der Anteil an Junghennen mit Gefiederschäden bei 50 % oder höher lag. Bei der unifaktoriellen Betrachtung zwischen Gefiederschäden und den erhobenen Stallklimaparametern konnte in der Aufzucht kein Zusammenhang nachgewiesen werden.

In den Legebetrieben nahmen die Gefiederschäden mit zunehmendem Lebensalter der Legehennen zu; mit Ausnahme von zwei Versuchsgruppen zeigten alle anderen untersuchten Herden bereits bei dem zweiten Betriebsbesuch eine signifikante Zunahme der Gefiederschäden ($p \leq 0,05$). Zwar lag bei den meisten Betrieben der Mittelwert der Gefiederscores einer Herde noch über 10 Punkten, allerdings war bei einigen dieser Herden der Anteil an Hennen mit schweren Gefiederschäden sehr hoch. Eine Abnahme der mittleren Gefiederscores zwischen dem ersten und dritten Betriebsbesuch war für alle Versuchs- und Kontrollgruppen signifikant nachzuweisen ($p \leq 0,001$). Nicht nur die Ausprägung der Gefiederschäden, sondern auch der Anteil an Hennen mit schweren Gefiederschäden in einer Herde nahm sowohl in den Versuchs- als auch in den Kontrollgruppen im Verlauf der Legephase deutlich zu. Lediglich drei Versuchsgruppen wiesen bei dem dritten Betriebsbesuch keine oder nur geringe prozentuale Anteile an Hennen mit schweren Gefiederschäden auf.

Ebenso wie bei den Gefiederschäden variierte der Anteil an Hennen mit kannibalistischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ zwischen den einzelnen Betrieben sehr. So wurde bereits bei dem ersten Betriebsbesuch Kannibalismus in vier Versuchsgruppen beobachtet. Bei drei dieser Herden stieg der Anteil an Hennen mit kannibalistischen Verletzungen bei dem zweiten Betriebsbesuch deutlich an (60 %); bei dem dritten Besuch nahm der Anteil an verletzten Hennen wieder ab; dies könnte durch einen Abgang der Tiere durch Versterben erklärbar sein.

Auch Kloakenkannibalismus konnte bei den drei Betriebsbesuchen beobachtet werden. Dabei zeigten fünf Versuchs- und eine Kontrollgruppe keine Verletzungen an der Kloake. Der höchste Anteil lag bei 20 % bei dem dritten Betriebsbesuch.

Lediglich eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe waren frei von Zehenkannibalismus. Alle anderen Herden zeigten bei einem oder mehreren Betriebsbesuchen Verletzungen an der Zehenoberseite.

Bei der unifaktoriellen Betrachtung zeigten sich folgende signifikante Zusammenhänge bei einem oder mehreren Betriebsbesuchen:

- Die Variable „Gefiederschäden“ war signifikant mit Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ ($p = 0,008$; $p \leq 0,001$), Kloakenkannibalismus ($p = 0,011$; $p = 0,002$), relativer Luftfeuchtigkeit ($p = 0,021$) und mit „gemischten Herden“ ($p = 0,035$; $p \leq 0,011$) assoziiert.
- Signifikante Zusammenhänge zeigten sich zwischen Verletzungen an „Rücken / Stoß / Bauch“ und den Faktoren Beleuchtungsstärke ($p = 0,021$), Temperatur ($p = 0,032$), relative Luftfeuchtigkeit ($p = 0,006$) und „gemischte Herde“ ($p \leq 0,001$; $p = 0,031$; $p \leq 0,001$).
- Für die Variable „Kloakenkannibalismus“ konnte ein Zusammenhang zwischen der Beleuchtungsstärke ($p = 0,040$) und der Einstreutiefe ($p = 0,021$) beobachtet werden.
- Zehenkannibalismus war mit der relativen Luftfeuchtigkeit ($p = 0,050$) und mit der Einstreutiefe ($p = 0,039$) assoziiert.
- Für die Variable „gemischte Herde“ zeigten sich signifikante Zusammenhänge mit der relativen Luftfeuchtigkeit ($p = 0,011$), Einstreutiefe ($p = 0,049$) und Einstreustruktur ($p = 0,017$; $p = 0,003$).

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass Federpicken ein relevantes Problem schon während der Aufzuchtphase darstellt. Federpicken und Kannibalismus wurden in der Legeperiode bei den untersuchten Betrieben zwar häufig beobachtet, allerdings zeigte sich auch, dass es unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist, nicht-schnabelkupierte Hennen zu halten, ohne dass o.g. Verhaltensstörungen auftreten müssen.

VII. SUMMARY

Husbandry of non-beak-trimmed laying hens in alternative housing systems taking into account the animal health and housing climate factors

The aim of this study was to investigate whether a relationship between selected indoor housing climate factors and animal health in laying farms exists and a reduction in the occurrence of feather pecking and cannibalism, especially in non-beak-trimmed laying hens, can be achieved by optimizing these climate parameters. The present thesis was carried out within the project "Measures to improve animal welfare of laying hens in farms". The project was funded by the Bavarian State Ministry for the Environment and Consumer Protection via the Bavarian State Office for Health and Food Safety and the Bavarian State Ministry for Food, Agriculture and Forestry.

The data of the present examination was collected in a field study in 16 conventional laying farms in Bavaria (aviary systems and free range) and their associated rearing farms. The farms were visited during rearing between the 9 to 13 and the 15 to 20 week of age and during the laying period between the 30 to 33, the 44 to 48 and the 62 to 68 week. As part of the scoring the integument was judged at each 30 non-beak-trimmed hens per flock according to plumage damage and skin injuries within the visits. The evaluation was made according to a scheme based on GUNNARSSON (2000), modified by NIEBUHR et al. (2009) and LayWel-EU (2004). A total of 14 groups of non-beak-trimmed (experimental group) and 9 groups of beak-trimmed (control group) hens were rated during rearing; in laying farms 17 non-beak-trimmed and 6 beak-trimmed groups were investigated. The investigated layer strains of brown egg laying breeds encompassed the laying lines "Lohmann Brown" and "Bovan Brown"; the layer strains of white egg laying breeds included the lines "Lohmann Selected Leghorn" and "Dekalb White". Some of the farms held two laying lines in mixed herds. In addition, indoor housing climate parameters as ammonia, light intensity, temperature, relative air humidity, air flow, dust and litter depth and structure were recorded.

For the statistical analysis of plumage damage by feather pecking the body regions "neck posterior", "back" and "wing cases" were inspected, for the analysis of cannibalistic injuries the regions "back", "tail" and "abdomen" were examined. The injuries to the cloaca and the topside of the toes were evaluated separately as "vent pecking" or "cannibalism of the toes".

During rearing all investigated flocks, regardless of experimental or control groups, contained pullets with plumage damage. Some flocks did not show a significant deterioration of the plumage status between the two visits; in others, however, there was a significant increase in feather damage ($p \leq 0.05$). The proportion of affected pullets in a flock that showed feather damage varied

between 2 % in the first visit up to 93 % in the second visit between the studied farms. It was particularly striking that already during the first visit between 9 to 13 weeks of age four experimental groups showed a proportion of pullets with feather damage of 50 % or higher. Using mono-factorial statistical methods no correlation has been detected during rearing between feather damage and the housing climate parameters that were collected in this study.

The feather damage during the laying period increased with increasing age of the laying hens; with the exception of two experimental groups all other investigated flocks have already shown a significant increase of plumage damage during the second visit ($p \leq 0.05$). While most flocks showed an average score of the plumage still higher than 10 points, however, in some of these herds, the proportion of hens with severe feather damage was very high. A decrease in the average plumage scores between the first and third visit was evident for all experimental and control groups ($p \leq 0.001$). Not only the intensity of plumage damage, but also the proportion of hens with severe feather damage in a flock increased significantly in both, the experimental and the control groups during the laying period. Only three experimental groups showed no or only small percentages of hens with severe feather damage in the third visit.

As with the feather damage the proportion of laying hens with cannibalistic injuries on "back / tail / abdomen" varied a lot between the farms. So cannibalism was observed in four experimental groups already during the first visit. In three of these herds the percentage of hens with cannibalistic injuries increased significantly during the second visit (60 %); at the third visit, the proportion of injured hens took off again; this could be explained by a departure of the animals by decease.

Also vent cannibalism has been observed during all three visits. Five experimental and one control group showed no injuries to the vent. The highest proportion was 20 % of injured hens during the third visit.

Only one experimental and one control group did not show cannibalism of the toes. All other flocks showed injuries to the toes during one or more visits. Using mono-factorial statistical methods the following significant correlations during one or more visits were observable:

- The variable "feather damage" was significantly associated with injury of the "back / tail / abdomen" ($p = 0.008$; $p \leq 0.001$), vent cannibalism ($p = 0.011$; $p = 0.002$), relative air humidity ($p = 0.021$) and mixed herds ($p = 0.035$; $p \leq 0.011$).
- Significant correlations were found between injuries of the "back / tail / abdomen" and the light intensity ($p = 0.021$), temperature ($p = 0.032$), relative air humidity ($p = 0.006$) and mixed herds ($p \leq 0.001$; $p = 0.031$; $p \leq 0.001$).

-
- The variable "vent cannibalism" showed an association with light intensity ($p = 0.040$) and litter depth ($p = 0.021$).
 - Cannibalism of the toes was associated with relative air humidity ($p = 0.050$) and litter depth ($p = 0.039$).
 - For the variable "mixed herd" significant correlations with the relative air humidity ($p = 0.011$), litter depth ($p = 0.049$) and litter structure ($p = 0.017$; $p = 0.003$) has been observed.

The present thesis has shown that feather pecking is a relevant problem already during the rearing phase. Feather pecking and cannibalism were indeed frequently observed during the laying period at the investigated farms. This study also shows that under certain housing conditions it might be possible to keep non-beak-trimmed hens without the occurrence of behavioural problems.

VIII. LITERATURNACHWEIS

AERNI, V., EL-LETHEY, H., WECHSLER, B. (2000b): Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science* 41, 1, 16-21.

AHMAD, F., AHSAN-UL-HAQ, M. A., ABBAS, G., SIDDIQUI, M. Z. (2011): Effect of different light intensities on the production performance of broiler chickens. *Pakistan veterinary Journal* 31, 30, 203-206.

ALLEN, J., PERRY, G. (1975): Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. *British Poultry Science* 16, 5, 441-451.

BAUA. (2014). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Begründung zum allgemeinen Staubgrenzwert (2014 / 2001) in TRGS 900. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-900.html>, (Datum des Zugriffs: 20.08.2015).

BAUMANN, W. (2004): Stallklima und Lüftung. In: Baumann, W. (Hrsg): Praxis des Ökolandbaus: Artgerechte Hühnerhaltung - Stallbau. Bioland Verlags GmbH. ISBN 3-934239-15-4.

BESTMAN, M., KOENE, P., WAGENAAR, J.-P. (2009): Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Applied Animal Behaviour Science* 121, 2, 120-125.

BESTMAN, M., RUIS, M., HEIJMANS, J., VAN MIDDELKOOP, K. (2011): Hühnersignale: Praxisleitfaden für eine tiergerechte Hühnerhaltung. Roodbont Publisher. BC Zutphen. ISBN 978-90-8740-065-1.

BILCIK, B., KEELING, L. J. (1999): Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science* 40, 4, 444-451.

BLOKHUIS, H., ARKES, J. (1984): Some observations on the development of feather-pecking in poultry. *Applied Animal Behaviour Science* 12, 1, 145-157.

BLOKHUIS, H. V., VAN DER HAAR, J. (1989): Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 22, 3, 359-369.

BMEL. (2014). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Tierwohl-Initiative, Verzicht auf Schnabelkürzen bei Legehennen und Mastputen. <http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/VereinbarungVerbesserungTierwohl>. (Datum des Zugriffs: 15.10.2015).

BOSHOUWERS, F. M., NICAISE, E. (1987): Physical activity and energy expenditure of laying hens as affected by light intensity. *British Poultry Science* 28, 1, 155-163.

BROER L., BECKER T., JANSEN A., J., M. (2013). Bodenhaltung von Legehennen - Maßnahmen zur Minderung luftgetragener Belastungen im Stall. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Darmstadt.

https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/artikel/Tierhaltung/Huhn/Stallluftbelastung/Modellvorhaben-Landwirtschaftliches-Bauen-2011-2013.pdf (Datum des Zugriffs: 10.02.2016).

BUITENHUIS, A., RODENBURG, T., VAN HIERDEN, Y., SIWEK, M., CORNELISSEN, S., NIEUWLAND, M., CROOIJMANS, R., GROENEN, M., KOENE, P., KORTE, S. (2003): Mapping quantitative trait loci affecting feather pecking behavior and stress response in laying hens. *Poultry Science* 82, 8, 1215-1222.

COLLINS, S., FORKMAN, B., KRISTENSEN, H. H., SANDØE, P., HOCKING, P. M. (2011): Investigating the importance of vision in poultry: Comparing the behaviour of blind and sighted chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 133, 1, 60-69.

DAMME K., URSELMANS S., SCHNEIDER M., R-A, H. (2011). 9. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. Prüfungsdurchgang 2010/2011. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_36924.pdf (Datum des Zugriffs: 15.10.2015).

DAMME K., URSELMANS S., SCHNEIDER M., R-A, H. (2014). 10. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. Prüfungsdurchgang 2013/2014. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/10_herkunftsvergleich_legehybride_lfl-information.pdf (Datum des Zugriffs: 15.10.2015).

DEEP, A., SCHWEAN-LARDNER, K., CROWE, T., FANCHER, B., CLASSEN, H. (2010): Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. *Poultry Science* 89, 11, 2326-2333.

DFG. (2015). MAK- und BAT-Werte-Liste 2015. DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft.

<http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1002/9783527694983.ch5/asset/ch5.pdf?v=1&t=ikjqapsy&s=dc3603aa3d7162b22426197ffc31fc8f257e706b> (Datum des Zugriffs: 12.02.2016).

DONHAM, K. J., CUMRO, D., REYNOLDS, S. J., MERCHANT, J. A. (2000): Dose-Response Relationships Between Occupational Aerosol Exposures and

Cross-Shift Declines of Lung Function in Poultry Workers: Recommendations for Exposure Limits. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 42, 3, 260-269.

DRÄGER SAFETY AG & CO. KGAA. (2011). Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch. Boden-, Wasser- und Luftuntersuchungen sowie technische Gasanalyse.

http://www.draeger.com/sites/assets/PublishingImages/Segments/Industrie/Dokumente/roehrchen_handbuch_br_9092084_de.pdf (Datum des Zugriffs: 20.07.2016).

DRAKE, K., DONNELLY, C., DAWKINS, M. S. (2010): Influence of rearing and lay risk factors on propensity for feather damage in laying hens. *British Poultry Science* 51, 6, 725-733.

EL-LETHEY, H., AERNI, V., JUNGI, T. W., WECHSLER, B. (2000): Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science* 41, 1, 22-28.

EUROPARATSEMPFEHLUNGEN. (1995). Empfehlungen in Bezug auf Haushühner der Art Gallus Gallus, Europaratsempfehlungen des Ständigen Ausschusses, Europäisches Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, angenommen vom Ständigen Ausschluß am 28. November 1995 auf seiner 30. Sitzung.

GENTLE, M., HUGHES, B., HUBRECHT, R. (1982): The effect of beak trimming on food intake, feeding behaviour and body weight in adult hens. *Applied Animal Ethology* 8, 1, 147-159.

GENTLE, M. J., HUGHES, B. O., FOX, A., WADDINGTON, D. (1997): Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-d-old domestic chicks. *British Poultry Science* 38, 5, 453-463.

GENTLE, M. J., HUNTER, L. N., WADDINGTON, D. (1991): The onset of pain related behaviours following partial beak amputation in the chicken. *Neuroscience letters* 128, 1, 113-116.

GENTLE, M. J., WADDINGTON, D., HUNTER, L. N., JONES, R. B. (1990): Behavioural evidence for persistent pain following partial beak amputation in chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 27, 1, 149-157.

GREEN, L., LEWIS, K., KIMPTON, A., NICOL, C. (2000): Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *The Veterinary Record* 147, 9, 233-238.

GROOT KOERKAMP, P., METZ, J., UENK, G., PHILLIPS, V., HOLDEN, M., SNEATH, R., SHORT, J., WHITE, R., HARTUNG, J., SEEDORF, J. (1998):

Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 1, 79-95.

GRUB, W., ROLLO, C., HOWES, J. (1965). Dust problems in poultry environments. Paper presented at the Dust and Air Filtration in Animal Shelters (a symposium). American Society of Agricultural Engineers.

GUNNARSSON, S. (2000). Laying hens in loose housing systems: clinical, ethological and epidemiological aspects. Sveriges Lantbruksuniversitet (Swedish University of Agricultural Sciences).

GUNNARSSON, S., KEELING, L. J., SVEDBERG, J. (1999): Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science* 40, 1, 12-18.

GUSTAFSSON, G., VON WACHENFELT, E. (2000): Ammonia extraction by ventilation of loose-housing systems for laying hens. *Journal of agricultural engineering research* 75, 1, 17-25.

HARLANDER-MATAUSCHEK, A., FEISE, U. (2009): Physical characteristics of feathers play a role in feather eating behavior. *Poultry Science* 88, 9, 1800-1804.

HARLANDER-MATAUSCHEK, A., HÄUSLER, K., BESSEI, W. (2007): A note on the relative preferences of laying hens for feathers from different body parts. *Applied Animal Behaviour Science* 108, 1, 186-190.

HARLANDER-MATAUSCHEK, A., PIEPHO, H., BESSEI, W. (2006): The effect of feather eating on feed passage in laying hens. *Poultry Science* 85, 1, 21-25.

HARTINI, S., CHOCT, M., HINCH, G., KOCHER, A., NOLAN, J. (2002): Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA brown laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research* 11, 1, 104-110.

HINZ, T., WINTER, T., LINKE, S. (2010): Luftfremde Stoffe in und aus verschiedenen Haltungssystemen für Legehennen–Teil 1: Ammoniak. *Landbauforsch* 60, 3, 139-150.

HINZ, T., WINTER, T., LINKE, S. (2011): Luftfremde Stoffe in und aus verschiedenen Haltungssystemen für Legehennen–Teil 2: Staub. *Landbauforsch* 61, 2, 141-152.

HOCKING, P., CHANNING, C., WADDINGTON, D., JONES, R. (2001): Age-related changes in fear, sociality and pecking behaviours in two strains of laying hen. *British Poultry Science* 42, 4, 414-423.

HOCKING, P. M., CHANNING, C. E., ROBERTSON, G. W., EDMOND, A., JONES, R. B. (2004): Between breed genetic variation for welfare-related behavioural traits in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 89, 1, 85-105.

HUBER-EICHER, B., WECHSLER, B. (1997): Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* 54, 4, 757-768.

JOHNSEN, P. F., VESTERGAARD, K. S., NØRGAARD-NIELSEN, G. (1998): Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 60, 1, 25-41.

JONES, E. K., WATHES, C. M., WEBSTER, A. J. F. (2005): Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Applied Animal Behaviour Science* 90, 3, 293-308.

KEELING, L. J. (1994). Feather pecking—who in the group does it, how often and under what circumstances. Paper presented at the Proceedings of the 9th European Poultry Conference.

KEPPLER, C. (2010): Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkupierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltungen mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase. Kassel University press GmbH.

KJÆR, J. B. (2000): Diurnal rhythm of feather pecking behaviour and condition of integument in four strains of loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 4, 331-347.

KJÆR, J. B., SORENSEN, P. (1997): Feather pecking behaviour in White Leghorns, a genetic study. *British Poultry Science* 38, 4, 333-341.

KJÆR, J. B., SØRENSEN, P. (2002): Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine+ cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science* 76, 1, 21-39.

KJÆR, J. B., SØRENSEN, P., SU, G. (2001): Divergent selection on feather pecking behaviour in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science* 71, 3, 229-239.

KJÆR, J. B., VESTERGAARD, K. (1999): Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science* 62, 2, 243-254.

KLEIN, T., ZELTNER, E., HUBER-EICHER, B. (2000): Are genetic differences in foraging behaviour of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? *Applied Animal Behaviour Science* 70, 2, 143-155.

KNIERIM, U., STAACK, M., KEPPLER, D.-B. C., GÜNTHER, M., NIEBUHR, K., GRUBER, M. B., ZALUDIK, K., GIANI, G. (2007): Erarbeitung von Mindestanforderungen für die Junghennenaufzucht im Hinblick auf die Minimierung von Federpicken und Kannibalismus in der Boden- und Freilandhaltung von Legehennen auf der Grundlage einer epidemiologischen Untersuchung.

KOERKAMP, P. G., SPEELMAN, L., METZ, J. (1998): Litter composition and ammonia emission in aviary houses for laying hens. Part 1: Performance of a litter drying system. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 4, 375-382.

KOERKAMP, P. G., SPEELMAN, L., METZ, J. (1999): Litter composition and ammonia emission in aviary houses for laying hens: Part II, modelling the evaporation of water. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73, 4, 353-362.

KRISTENSEN, H. H., BURGESS, L. R., DEMMERS, T. G., WATHES, C. M. (2000): The preferences of laying hens for different concentrations of atmospheric ammonia. *Applied Animal Behaviour Science* 68, 4, 307-318.

LAMBTON, S. L., KNOWLES, T. G., YORKE, C., NICOL, C. J. (2010): The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 123, 1, 32-42.

LAYWEL-EU (2004): Welfare implications of changes in production systems for laying hens

LOHMANN TIERZUCHT. (2014a). Management-Empfehlungen für die Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden-, Voliere- und Freilandhaltung. Management Guide, 27 - 29.

LOHMANN TIERZUCHT. (2014b). Management-Empfehlungen für die Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden-, Voliere- und Freilandhaltung. Management Guide, 9 - 11.

LUGMAIR, A. (2009). Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen Österreichs. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften. Veterinärmedizinische Universität Wien.

MARTIN, G. (2005): Zum Einstreumanagement in der Hühnerhaltung. Das Wohlergehen von Legehennen in Europa–Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen, 124 - 129.

MARTINEC, V., BESSEI, W., REITER, K. (2002): Der Einfluss des Schnabelkupierens auf Futteraufnahme und Picken nach einer Federattrappe bei 14 Monate alten Legehennen. *Archiv für Geflügelkunde* 66, 5, 193-200.

MCKEEGAN, D. E., SAVORY, C. (1999): Feather eating in layer pullets and its possible role in the aetiology of feather pecking damage. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 1, 73-85.

MILES, D., MILLER, W., BRANTON, S., MASLIN, W., LOTT, B. (2006): Ocular responses to ammonia in broiler chickens. *Avian diseases* 50, 1, 45-49.

MOHAMMED, H., GRASHORN, M., BESSEI, W. (2010): The effects of lighting conditions on the behaviour of laying hens. *ARCHIV FÜR GEFLUGELKUNDE* 74, 3, 197-202.

MORGAN, R. J., WOOD, D. J., VAN HEYST, B. J. (2014): The development of seasonal emission factors from a Canadian commercial laying hen facility. *Atmospheric Environment* 86, 1-8.

MORITZ, J. (2014). Tierschutz: Schnabelkupieren bei Legehennen, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. https://www.lgl.bayern.de/tiergesundheit/tierschutz/tierhaltung_nutztiere/legehennen/legehennen_schnabelkupieren.htm (Datum des Zugriffs: 14.02.2016).

NIEBUHR, K., SMAJLHODZIC, M., WIMMER, M., ZALUDIK, K. (2009). Evaluierung neuer Haltungssysteme am Beispiel von Volieren für Legehennen. Endbericht.: Institut für Tierhaltung und Tierschutz: Veterinärmedizinische Universität Wien.

NIEBUHR, K., ZALUDIK, K., GRUBER, B., THEMAIER, I., LUGMAIR, A., BAUMUNG, R., TROXLER, J. (2006): Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich–Empfehlungen für die Praxis. *Ländlicher Raum*, 1-21.

NIMMERMARK, S., LUND, V., GUSTAFSSON, G., EDUARD, W. (2009): Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 16, 1, 103-113.

NØRGAARD-NIELSEN, G., VESTERGAARD, K., SIMONSEN, H. (1993): Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 38, 3, 345-352.

O'CONNOR E, A., PARKER, M. O., DAVEY, E. L., GRIST, H., OWEN, R. C., SZLADOVITS, B., DEMMERS, T. G., WATHES, C. M., ABEYESINGHE, S. M. (2011): Effect of low light and high noise on behavioural activity, physiological indicators of stress and production in laying hens. *British Poultry Science* 52, 6, 666-674.

OLANREWAJU, H., MILLER, W., MASLIN, W., THAXTON, J., DOZIER, W., PURSWELL, J., BRANTON, S. (2007): Interactive effects of ammonia and light intensity on ocular, fear and leg health in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 6, 762-769.

PATTERSON, P. (2005): Management strategies to reduce air emissions: Emphasis—Dust and ammonia. *The Journal of Applied Poultry Research* 14, 3, 638-650.

PEARSON, C., SHARPLES, T. (1995): Airborne dust concentrations in livestock buildings and the effect of feed. *Journal of Agricultural Engineering Research* 60, 3, 145-154.

PLATTNER, C. (2015). Verhalten nicht-schnabelgekürzter Legehennen in Boden-und Freilandhaltung mit Fokus auf das Pickverhalten. Doctoral dissertation, lmu.

PÖTZSCH, C., LEWIS, K., NICOL, C., GREEN, L. (2001): A cross-sectional study of the prevalence of vent pecking in laying hens in alternative systems and its associations with feather pecking, management and disease. *Applied Animal Behaviour Science* 74, 4, 259-272.

PRESTON, A. (1987): Location in the cage and diurnal distribution of feather pecking by caged layers. *British Poultry Science* 28, 4, 653-658.

RAMADAN, S., VON BORELL, E. (2008): Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens. *British Poultry Science* 49, 3, 250-256.

RICHTER, T. (2006a): Geflügelhaltung. In: Richter, T. (Hrsg): Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von Nutztierställen - Ein tierärztlicher Leitfaden, Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG. 7, 162.

RICHTER, T. (2006b): Grundsätze der Nutztierhaltung. In: Richter, T. (Hrsg): Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von Nutztierställen - Ein tierärztlicher Leitfaden, Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG. 3, 30 - 34.

RL1999/74/EG (1999). Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen (ABl. EG Nr. L 203 S. 53), geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 806/2003 des Rates vom 14. April 2003 (ABl. EU Nr. L 122 S 1). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.

RODENBURG, T., VAN HIERDEN, Y., BUITENHUIS, A., RIEDSTRA, B., KOENE, P., KORTE, S., VAN DER POEL, J., GROOTHUIS, T., BLOKHUIS, H. (2004): Feather pecking in laying hens: new insights and directions for research? *Applied Animal Behaviour Science* 86, 3, 291-298.

RODENBURG, T. B., DE HAAS, E. N., NIELSEN, B. L., BUITENHUIS, A. B. (2010): Fearfulness and feather damage in laying hens divergently selected for high and low feather pecking. *Applied Animal Behaviour Science* 128, 1, 91-96.

RODENBURG, T. B., KOMEN, H., ELLEN, E. D., UITDEHAAG, K. A., VAN ARENDONK, J. A. (2008): Selection method and early-life history affect behavioural development, feather pecking and cannibalism in laying hens: a review. *Applied Animal Behaviour Science* 110, 3, 217-228.

SALEH, M. (2006). Aus dem Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. "Untersuchungen zur Luftqualität in verschiedenen Systemen der Geflügelhaltung mit besonderer Berücksichtigung von Staub und Luftkeimen" PhD-These.

SANDILANDS, V., SAVORY, C. (2002): Ontogeny of behaviour in intact and beak trimmed layer pullets, with special reference to preening. *British Poultry Science* 43, 2, 182-189.

SANOTRA, G., VESTERGAARD, K., AGGER, J., LAWSON, L. (1995): The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science* 43, 4, 263-277.

SAVORY, C. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51, 02, 215-219.

SPINDLER, B., SCHULZE HILLERT, M., HARTUNG, J. (2014). Abschlussbericht. Praxisbegleitende Untersuchungen zur Prüfung des Verzichtes auf Schnabelkürzen bei Legehennen in Praxisbetrieben.

STAACK, M., KEPPLER, C., DÖRING, S., ANDERSSON, R., KNIERIM, U. (2010): Aktuelle Empfehlungen aus Wissenschaft und Praxis für die Junghennenaufzucht in der Ökologischen Landwirtschaft.

STATISTISCHES BUNDESAMT. (2015). Legehennen nach Haltungsplätzen. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/AktuellGefluegel.html> (Datum des Zugriffs: 13.02.2016).

TIERSCHUTZGESETZ (2006). Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. Juli 2014 (BGBl. I S. 1308) geändert worden ist.

TIERSCHNUTZTV. (2006). Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 14. April 2016 (BGBl. I S. 758) geändert worden ist.

UITDEHAAG, K., KOMEN, H., RODENBURG, T. B., KEMP, B., VAN ARENDONK, J. (2008): The novel object test as predictor of feather damage in

cage-housed Rhode Island Red and White Leghorn laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 109, 2, 292-305.

UITDEHAAG, K. A., RODENBURG, T. B., BOLHUIS, J. E., DECUYPERE, E., KOMEN, H. (2009): Mixed housing of different genetic lines of laying hens negatively affects feather pecking and fear related behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 116, 1, 58-66.

VAN LIERE, D. (1995): Responsiveness to a novel preening stimulus long after partial beak amputation (beak trimming) in laying hens. *Behavioural processes* 34, 2, 169-174.

VESTERGAARD, K. S. (1994). Dustbathing and its relation to feather pecking in the fowl: motivational and developmental aspects= Stoevbadning og dens relationer til fjerpilning hos hoens: motivationelle og udviklingsmaessige aspekter. Kgl. Veterinaer-Landbohøjskole.

VESTERGAARD, K. S., KRUIJT, J. P., HOGAN, J. A. (1993): Feather pecking and chronic fear in groups of red junglefowl: their relations to dustbathing, rearing environment and social status. *Animal behaviour* 45, 6, 1127-1140.

WALSER, P. T. (1997). Einfluss unterschiedlicher Futterzusammensetzung und-aufarbeitung auf das Auftreten von Federpicken, das Nahrungsaufnahmeverhalten, die Leistung und den Gesamtstoffwechsel bei verschiedenen Legehennen-hybriden. Diss. Techn. Wiss. ETH Zürich, Nr. 12365, 1997. Ref.: HP Pfirter; Korref.: C. Wenk; Korref.: H. Oester.

WEBSTER, A. (1981): Optimal housing criteria for ruminants. *Environmental aspects of housing for animal production*.

WECHSLER, B., HUBER-EICHER, B., NASH, D. R. (1998): Feather pecking in growers: a study with individually marked birds. *British Poultry Science* 39, 2, 178-185.

WELFARE QUALITY® (2009): Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, the Netherlands.

IX. ANHANG

1. Aufzucht

1.1. GEFIEDERSCHÄDEN IN DER AUFZUCHT

Tabelle 41: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Gefiederschäden bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelkupiirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelkupiirt); AGS > 10: Anteil Gefiederschäden Score > 10 Punkte; AGS ≤ 10: Anteil Gefiederschäden Score ≤ 10 Punkte

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2	
		AGS > 10	AGS ≤ 10	AGS > 10	AGS ≤ 10
1	VG	46,7	53,3	40,0	60,0
	KG	60,0	40,0	50,0	50,0
3	VG	83,3	16,7	33,3	66,7
	KG	64,4	35,6	30,0	70,0
4	VG	93,3	6,7	83,3	16,7
5	VG	96,7	3,3	86,7	13,3
6	VG	66,7	33,3	90,0	10,0
7	VG	40,0	60,0	13,3	86,7
	KG	70,0	30,0	90,0	10,0
8	VG	93,3	6,7	93,3	6,7
	KG	83,3	16,7	86,7	13,3
9	VG	50,0	50,0	6,7	93,3
10	VG	80,0	20,0	20,0	80,0
	KG	73,3	26,7	76,7	23,3
11	VG	60,0	40,0	13,3	86,7
	KG	70,0	30,0	33,3	66,7
12	VG	96,7	3,3	81,7	18,3
13	VG	50,0	50,0	36,7	63,3
	KG	86,7	13,3	33,3	66,7
14	VG	98,3	1,7	70,0	30,0
	KG	83,3	16,7	70,0	30,0
15	VG	53,3	46,7	80,0	20,0
	KG	93,3	6,7	93,3	6,7
MW	VG	75,1	24,9	55,3	44,7
	KG	74,7	25,3	56,7	43,3

Tabelle 42: Signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Gefiederscores zwischen Betriebsbesuchen 1 und 2 bei der Versuchs- und Kontrollgruppe sowie zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe beim ersten und zweiten Betriebsbesuch

Bb 1: Betriebsbesuch 1; Bb 2: Betriebsbesuch 2; VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); p: Signifikanzniveau

Aufzucht- betriebe	Signifikanz zwischen Bb 1 und Bb 2		Signifikanz zwischen VG und KG	
	VG	KG	Bb 1	Bb 2
	p	p	p	p
1	0,482	0,488	0,174	0,085
3	0,000	0,000	0,002	0,408
4	0,003			
5	0,000			
6	0,412			
7	0,005	0,036	0,003	0,000
8	0,814	0,341	0,144	0,817
9	0,000			
10	0,002	0,848	0,673	0,000
11	0,000	0,002	0,862	0,087
12	0,000			
13	0,434	0,000	0,001	0,249
14	0,000	0,113	0,035	0,758
15	0,067	0,151	0,000	0,065

1.2. PROZENTUALER ANTEIL VERLETZUNGEN „RÜCKEN, STOB UND BAUCH“ IN DER AUFZUCHT EINZELN DARGESTELLT

Tabelle 43: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen am „Rücken“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore ≥ 2

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2	
		binär 0	binär 1	binär 0	binär 1
1	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
4	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
6	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
8	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
10	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0

Fortsetzung: Tabelle 43

11	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
12	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
13	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
MW	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0

Tabelle 44: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen am „Stoß“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore ≥ 2; n.a.: not available

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2	
		binär 0	binär 1	binär 0	binär 1
1	VG	n.a.	n.a.	96,7	3,3
	KG	n.a.	n.a.	100,0	0,0
3	VG	n.a.	n.a.	100,0	0,0
	KG	n.a.	n.a.	100,0	0,0
4	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
5	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
8	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	KG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	KG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	VG	n.a.	n.a.	100,0	0,0
	KG	n.a.	n.a.	100,0	0,0
12	VG	100,0	0,0	96,7	3,3
13	VG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	KG	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	VG	100,0	0,0	96,7	3,3
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	96,7	3,3
MW	VG	100,0	0,0	98,3	1,7
	KG	100,0	0,0	99,6	0,4

Tabelle 45: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen am „Bauch“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelkupierrt); KG: Kontrollgruppe (schnabelkupierrt); binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore ≥ 2

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2	
		binär 0	binär 1	binär 0	binär 1
1	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
4	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
6	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
8	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
10	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
11	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
12	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
13	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
MW	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0

1.3. VERLETZUNGEN „KLOAKE“ IN DER AUFZUCHT

Tabelle 46: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen an der „Kloake“ bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelkupierrt); KG: Kontrollgruppe (schnabelkupierrt); binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore ≥ 2; n: Anzahl der bonitierrten Junghennen

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2	
		binär 0	binär 1	binär 0	binär 1
1	VG	100,0	0,0	96,7	3,3
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	98,9	1,1	100,0	0,0
4	VG	100,0	0,0	96,7	3,3
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
6	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
8	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
10	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	96,7	3,3	100,0	0,0
11	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
12	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
13	VG	96,7	3,3	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0
MW	VG	99,8	0,2	99,6	0,4
	KG	99,4	0,6	99,7	0,3
n	VG	464	1	448	2
	KG	358	2	330	0

1.4. VERLETZUNGEN „ZEHENOBERSEITE“ IN DER AUFZUCHT

Tabelle 47: Prozentualer Anteil an Junghennen mit Verletzungen an den „Zeheneroberseiten“ in der Versuchs- und Kontrollgruppe bei beiden Betriebsbesuchen

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); Score 0: keine Pickverletzungen; Score 1: Pickverletzungen vorhanden

Aufzucht- betriebe	VG / KG	Betriebsbesuch 1		Betriebsbesuch 2	
		Score 0	Score 1	Score 0	Score 1
1	VG	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	93,3	6,7
3	VG	90,0	10,0	63,3	36,7
	KG	96,7	3,3	91,1	8,9
4	VG	100,0	0,0	86,7	13,3
5	VG	90,0	10,0	86,2	13,8
6	VG	56,7	43,3	90,0	10,0
7	VG	83,3	16,7	100,0	0,0
	KG	90,0	10,0	66,7	33,3
8	VG	82,8	17,2	76,7	23,3
	KG	86,7	13,3	86,7	13,3
9	VG	93,3	6,7	90,0	10,0
10	VG	100,0	0,0	86,7	13,3
	KG	73,3	26,7	53,3	46,7
11	VG	63,3	36,7	90,0	10,0
	KG	83,3	16,7	86,7	13,3
12	VG	93,3	6,7	83,3	16,7
13	VG	90,0	10,0	80,0	20,0
	KG	90,0	10,0	83,3	16,7
14	VG	96,7	3,3	100,0	0,0
	KG	98,3	1,7	100,0	0,0
15	VG	90,0	10,0	83,3	16,7
	KG	83,3	16,7	90,0	10,0
MW	VG	88,3	11,7	86,6	13,4
	KG	91,1	8,9	84,8	15,2

1.5. LÄSIONEN AN „FUß- UND ZEHENBALLEN“ IN DER AUFZUCHT

Tabelle 48: Prozentualer Anteil der vier Läsionsgrade an den Fußballen der untersuchten Junghennen bei den zwei Betriebsbesuchen

Grad 4: keine Läsionen; Grad 3: geringgradige, oberflächliche Läsion, bis 2 mm; Grad 2: mittelgradige Läsion ab 2 mm, evtl. verdickt, Schwellung von dorsal nicht sichtbar; Grad 1: hochgradige Läsion, akute Entzündung, Schwellung von dorsal sichtbar

Aufzucht- betriebe	Betriebsbesuch 1				Betriebsbesuch 2			
	Grad 4	Grad 3	Grad 2	Grad 1	Grad 4	Grad 3	Grad 2	Grad 1
1	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
4	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0

Fortsetzung: Tabelle 48

5	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
6	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
7	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
8	98,3	1,7	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
9	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
10	100,0	0,0	0,0	0,0	96,7	3,3	0,0	0,0
11	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
12	100,0	0,0	0,0	0,0	98,3	1,7	0,0	0,0
13	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
14	100,0	0,0	0,0	0,0	96,7	0,0	3,3	0,0
15	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt	99,9	0,1	0,0	0,0	99,4	0,4	0,3	0,0

Tabelle 49: Prozentualer Anteil der vier Läsionsgrade an den Zehenballen der untersuchten Junghennen bei den zwei Betriebsbesuchen

Grad 4: keine Läsionen; Grad 3: geringgradige, oberflächliche Läsion, bis 2 mm; Grad 2: mittelgradige Läsion ab 2 mm, evtl. verdickt, Schwellung von dorsal nicht sichtbar; Grad 1: hochgradige Läsion, akute Entzündung, Schwellung von dorsal sichtbar

Aufzucht- betriebe	Betriebsbesuch 1				Betriebsbesuch 2			
	Grad 4	Grad 3	Grad 2	Grad 1	Grad 4	Grad 3	Grad 2	Grad 1
1	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
4	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
5	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
6	93,3	0,0	6,7	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
7	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
8	98,3	1,7	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
9	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
10	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
12	100,0	0,0	0,0	0,0	98,3	1,7	0,0	0,0
13	98,3	1,7	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
14	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
15	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
Gesamt	99,5	0,2	0,2	0,0	99,9	0,1	0,0	0,0

1.6. BONITURSCHEMA AUFZUCHTBETRIEBE

Datum:	Ort:	Beurteiler:									
Alter (LW):	Stall/Abteil:										
Tier:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gesamteindruck (0/1)											
1. Körpergewicht (g)											
2. Nasenlöcher	sauber										
	verschmutzt										
	Ausfluss										
3. Augen	keine Veränderungen										
	Veränderungen										
Augenlider	keine Verletzungen										
	Verletzungen										
4. Schnabel	normal										
	Kreuzschnabel										
Schnabelwinkel	keine Verletzungen										
	Verletzungen										
	Schnabellänge (cm)										
	oberer > 5 mm										
	unterer > 5 mm										
5. Kamm	Kammgröße in cm										
	keine Verletzungen										
	Kratzer										
	< 5 Pickverletzungen										
	≥ 5 Pickverletzungen										
	Farbe normal										
	Farbe blass										
6. Kehllappen	keine Verletzungen										
	Kratzer										
	Pickverletzungen										
	Farbe normal										
	Farbe blass										
7. Kopf	gut befiedert										
	beschädigte Fahnen										
	einzelne Federn fehlen										
	federlose Stellen Ø > 1 cm										
	keine Hautverletzungen										
	Pickverletzungen Ø ≤ 0,5 cm										
	Wunden Ø > 0,5 cm										
	Rötungen										
8. Hals dorsal	gut befiedert										
	beschädigte Fahnen										
	einzelne Federn fehlen										
	Stresslinien										
	federlose Stellen Ø > 1 cm										
	keine Hautverletzungen										
	Pickverletzungen Ø ≤ 0,5 cm										
	Wunden Ø > 0,5 cm										
9. Kropf	gut gefüllt (Ø > 2 cm)										
	leicht gefüllt (Ø < 2 cm)										
	leer										
	verhärtet										
	Rötungen										
10. Rücken	gut befiedert										
	beschädigte Fahnen										
	einzelne Federn fehlen										
	Stresslinien										
	federlose Stellen Ø > 1 cm										
	keine Hautverletzungen										
	Pickverletzungen Ø ≤ 0,5 cm										
	Wunden Ø > 0,5 cm										
	Rötungen										

1.7. TABELLEN ZUR DESKRIPTIVEN AUSWERTUNG ZUM ABSCHNITT IV.1.3 (STALLKLIMATISCHE FAKTOREN)

Tabelle 50: Mittelwerte, Minima und Maxima der Ammoniakkonzentrationen in ppm in den Aufzuchtbetrieben bei den beiden Betriebsbesuchen

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; ppm: parts per million

Aufzuchtbetriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1	1	12	17,4	4,6	31,9	2,53	8,75
	2	12	3,7	0,0	9,3	0,78	2,69
3	1	12	2,3	0,0	7,6	0,65	2,25
	2	12	6,1	2,7	11,2	0,72	2,51
4	1	18	27,7	17,0	48,0	2,17	9,20
	2	18	23,1	12,1	37,0	1,96	8,30
5	1	18	27,7	17,0	48,0	2,17	9,20
	2	18	23,1	12,1	37,0	1,96	8,30
6	1	12	18,8	7,9	30,1	1,75	6,06
	2	12	11,2	5,1	19,1	1,13	3,90
7	1	6	7,1	3,0	11,2	1,32	3,24
	2	6	4,8	0,5	8,8	1,27	3,10
8	1	6	9,3	6,0	19,4	2,09	5,12
	2	6	12,8	5,3	27,3	3,46	8,48
9	1	3	27,9	25,8	30,2	1,26	2,18
	2	3	18,7	16,5	20,5	1,18	2,04
10	1	6	19,1	10,8	30,3	3,36	8,23
	2	6	22,1	18,5	31,1	2,03	4,96
11	1	6	7,8	0,4	15,3	2,24	5,49
	2	6	5,9	4,3	10,1	0,86	2,10
12	1	6	13,0	7,4	22,6	2,33	5,71
	2	6	11,4	7,1	17,6	1,64	4,02
13	1	6	19,7	15,5	23,7	1,18	2,90
	2	6	17,8	15,3	21,3	0,83	2,02
14	1	12	8,1	3,5	13,0	0,81	2,81
	2	6	10,8	6,5	13,6	0,97	2,38
15	1	6	3,3	1,4	4,8	0,52	1,28
	2	6	2,3	0,6	5,4	0,81	2,00

Tabelle 51: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Scharraum“ in den Aufzuchtbetrieben

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung

Aufzuchtbetriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1	1	12	19,05	1,81	87,82	6,54	22,67
	2	12	16,57	1,30	49,84	3,77	13,07
3	1	12	17,45	2,84	29,24	2,15	7,45
	2	12	20,20	1,90	37,50	3,10	10,73

Fortsetzung: Tabelle 51

4	1	18	34,54	13,26	66,61	4,37	18,56
	2	18	32,56	9,02	70,01	4,44	18,82
5	1	18	34,54	13,26	66,61	4,37	18,56
	2	18	32,56	9,02	70,01	4,44	18,82
6	1	11	9,00	1,04	22,96	2,39	7,93
	2	7	7,62	0,69	18,02	2,94	7,78
7	1	6	1,81	0,55	4,03	0,69	1,70
	2	6	2,95	0,81	4,36	0,53	1,29
8	1	6	11,53	9,67	13,54	0,64	1,56
	2	6	12,34	10,70	15,53	0,77	1,89
9	1	3	8,88	7,76	9,71	0,58	1,01
	2	3	5,46	2,08	8,93	1,98	3,43
10	1	6	8,77	5,52	11,29	0,97	2,38
	2	6	8,97	5,86	12,12	1,01	2,47
11	1	6	29,28	17,78	39,77	3,10	7,59
	2	6	29,15	16,45	41,65	4,37	10,71
12	1	6	24,92	21,84	30,33	1,49	3,64
	2	6	20,32	16,99	33,37	2,63	6,44
13	1	6	18,77	14,69	22,20	1,32	3,23
	2	6	19,11	13,93	27,01	1,80	4,41
14	1	12	4,06	3,32	4,81	0,14	0,48
	2	6	3,74	3,07	4,49	0,20	0,48
15	1	6	6,27	4,23	9,04	0,86	2,11
	2	6	9,23	5,16	14,27	1,68	4,12

Tabelle 52: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Ebenen“ in den Aufzuchtbetrieben

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung

Aufzuchtbetriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1	1	6	15,59	2,24	24,83	4,10	10,04
	2	6	16,05	1,34	31,91	3,96	9,71
3	1	12	13,97	0,99	23,90	2,16	7,47
	2	12	12,29	0,28	28,84	2,40	8,31
4	1	15	22,17	9,19	37,56	2,06	7,97
	2	15	19,99	11,15	32,11	1,57	6,08
5	1	15	22,17	9,19	37,56	2,06	7,97
	2	15	19,99	11,15	32,11	1,57	6,08
6	1	12	16,31	4,12	38,51	3,14	10,87
	2	7	16,13	0,95	40,25	5,39	14,25
7	1	6	1,89	1,06	3,50	0,41	1,02
	2	6	3,84	1,84	4,89	0,47	1,15
8	1	6	7,97	4,22	11,85	1,50	3,67
	2	6	6,90	2,88	13,25	1,64	4,01
9	1	3	5,35	4,08	6,26	0,65	1,13
	2	3	3,00	1,00	4,20	1,01	1,74

Fortsetzung: Tabelle 52

10	1	6	5,15	3,04	6,62	0,57	1,40
	2	6	4,53	2,06	6,29	0,65	1,59
11	1	6	29,11	12,03	40,38	3,90	9,56
	2	6	23,83	8,82	42,67	5,06	12,38
12	1	6	15,66	7,69	24,87	3,26	7,99
	2	6	8,63	2,55	19,32	2,55	6,24
13	1	6	14,21	12,16	17,53	0,94	2,29
	2	6	10,47	8,33	15,26	1,06	2,61
14	1	12	3,61	2,68	4,88	0,18	0,64
	2	6	3,78	2,46	5,52	0,51	1,24
15	1	6	4,57	3,24	6,03	0,48	1,18
	2	6	5,79	3,80	7,66	0,66	1,63

Tabelle 53: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Sitzstangen“ in den Aufzuchtbetrieben

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; (-): keine Sitzstangen vorhanden

Aufzuchtbetriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1	1	6	29,49	6,06	46,65	5,93	14,52
	2	6	33,84	5,33	49,92	6,76	16,55
3	1	6	30,93	17,45	48,74	4,35	10,66
	2	12	35,69	1,06	89,05	7,79	26,97
4	1	15	24,41	10,32	51,20	2,90	11,25
	2	15	21,40	7,42	44,86	2,81	10,88
5	1	15	24,41	10,32	51,20	2,90	11,25
	2	15	21,40	7,42	44,86	2,81	10,88
6	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
7	1	3	1,49	1,39	1,56	0,05	0,09
	2	3	6,07	5,33	7,18	0,56	0,98
8	1	6	16,22	10,11	22,28	2,26	5,52
	2	6	15,94	11,23	26,37	2,55	6,25
9	1	3	10,06	6,82	12,53	1,70	2,94
	2	3	6,46	1,97	11,01	2,61	4,52
10	1	6	11,09	6,09	14,31	1,49	3,66
	2	6	9,36	5,17	13,44	1,55	3,79
11	1	6	56,21	22,20	84,48	8,64	21,15
	2	6	47,07	18,00	79,16	9,75	23,87
12	1	6	32,43	19,59	44,00	3,85	9,43
	2	6	21,88	11,36	48,22	5,42	13,27
13	1	6	25,57	17,66	33,11	2,80	6,85
	2	6	24,34	16,13	30,29	2,33	5,70
14	1	12	9,41	6,40	13,78	0,55	1,90
	2	6	7,02	4,85	9,16	0,71	1,75

Fortsetzung: Tabelle 53

15	1	6	5,59	3,29	8,00	0,86	2,10
	2	6	7,82	5,04	11,59	1,18	2,89

Tabelle 54: Mittelwerte, Minima und Maxima der aufgezeichneten Temperaturen aus dem Datenlogger bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht

Bb: Betriebsbesuch; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; n.a.: not available

Aufzucht- betriebe	Bb	MW	Min	Max	SEM
1	1	24,9	23,9	25,7	0,31
	2	27,6	26,2	28,6	0,35
3	1	22,9	20,5	25,3	0,42
	2	25,0	24,3	25,7	0,21
4	1	16,4	14,7	17,5	0,54
	2	19,0	18,7	19,4	0,10
5	1	16,4	14,7	17,5	0,54
	2	19,0	18,7	19,4	0,10
6	1	15,6	14,9	16,7	0,29
	2	26,1	24,0	27,6	0,60
7	1	22,7	21,1	24,1	0,43
	2	24,8	24,5	25,5	0,16
8	1	23,2	21,3	24,0	0,43
	2	32,5	30,6	34,2	0,58
9	1	22,8	9,1	28,0	3,24
	2	27,2	25,3	29,0	0,56
10	1	22,8	9,1	28,0	3,24
	2	27,2	25,3	29,0	0,56
11	1	17,3	15,0	20,3	0,89
	2	22,8	21,4	24,9	0,55
12	1	31,2	30,0	32,0	0,27
	2	28,4	26,7	30,0	0,50
13	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	2	28,1	28,1	28,1	0,00
14	1	31,2	29,1	33,0	0,59
	2	26,5	21,9	28,8	1,30
15	1	22,5	22,2	22,8	0,09
	2	27,6	27,6	27,6	0,00

Tabelle 55: Mittelwerte, Minima und Maxima der relativen Luftfeuchtigkeit in Prozent in den Betrieben bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch

Bb: Betriebsbesuch; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; n.a.: not available

Aufzucht- betriebe	Bb	MW	Min	Max	SEM
1	1	52,0	47,2	56,2	1,44
	2	50,9	49,5	51,9	0,37

Fortsetzung: Tabelle 55

3	1	57,1	49,5	63,1	1,59
	2	55,0	55,0	55,0	0,00
4	1	57,8	50,4	62,1	2,23
	2	62,1	58,7	65,2	1,02
5	1	57,8	50,4	62,1	2,23
	2	62,1	58,7	65,2	1,02
6	1	45,3	44,8	45,9	0,14
	2	42,8	37,8	50,2	1,93
7	1	71,2	64,8	76,7	1,70
	2	64,0	54,4	72,0	3,28
8	1	41,7	39,8	44,2	0,70
	2	56,7	53,0	59,8	1,31
9	1	55,5	49,6	64,1	2,46
	2	46,5	39,9	52,0	1,79
10	1	55,5	49,6	64,1	2,46
	2	46,5	39,9	52,0	1,79
11	1	53,8	49,4	57,1	1,41
	2	72,3	63,6	79,2	2,39
12	1	63,8	61,9	64,9	0,42
	2	63,6	62,0	65,3	0,50
13	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	1	64,5	59,6	69,1	1,46
	2	58,2	38,7	79,7	7,02
15	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	2	45,0	45,0	45,0	0,00

Tabelle 56: Mittelwerte, Minima und Maxima der Staubkonzentrationen in mg/m^3 in den Betrieben bei dem ersten und zweiten Betriebsbesuch in der Aufzucht

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung

Aufzuchtbetriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1	1	12	2,15	0,49	4,71	0,20	1,19
	2	12	5,80	0,96	12,10	0,50	3,00
3	1	12	0,98	0,27	2,31	0,09	0,53
	2	12	2,67	0,53	7,46	0,31	1,83
4	1	3	1,99	0,47	8,81	0,28	1,65
	2	6	3,98	2,33	7,55	0,16	1,15
5	1	3	1,99	0,47	8,81	0,28	1,65
	2	6	3,98	2,33	7,55	0,16	1,15
6	1	10	2,80	1,57	4,79	0,14	0,76
	2	12	7,14	2,77	28,10	0,82	4,92
7	1	6	0,53	0,16	1,11	0,07	0,30
	2	6	1,07	0,59	2,86	0,13	0,57
8	1	6	1,97	1,11	3,02	0,13	0,56
	2	6	2,87	1,69	4,76	0,19	0,80

Fortsetzung: Tabelle 56

9	1	3	0,31	0,14	0,59	0,05	0,14
	2	3	5,98	4,50	7,29	0,28	0,83
10	1	5	0,43	0,19	0,81	0,04	0,16
	2	6	5,49	3,10	8,80	0,38	1,62
11	1	6	1,74	0,85	3,33	0,17	0,70
	2	6	1,90	0,88	3,31	0,16	0,70
12	1	6	1,99	0,70	4,10	0,27	1,16
	2	6	3,30	1,74	7,02	0,33	1,40
13	1	6	0,07	0,04	0,13	0,01	0,03
	2	6	3,47	1,72	5,50	0,23	0,97
14	1	12	1,08	0,11	2,33	0,08	0,50
	2	6	2,09	0,94	2,85	0,11	0,48
15	1	6	1,59	0,88	3,26	0,14	0,59
	2	6	2,14	0,84	3,58	0,17	0,72

2. Legehennen

2.1. GEFIEDERSCHÄDEN IN DEN LEGEBETRIEBEN

Tabelle 57: Prozentualer Anteil an Legehennen mit Gefiederschäden beim ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelkupiert); KG: Kontrollgruppe (schnabelkupiert); Bb: Betriebsbesuch; AGS > 10: Anteil Gefiederschäden Score > 10 Punkte; AGS ≤ 10: Anteil Gefiederschäden Score ≤ 10 Punkte

Betriebe	VG / KG	Bb 1		Bb 2		Bb 3	
		AGS > 10	AGS ≤ 10	AGS > 10	AGS ≤ 10	AGS > 10	AGS ≤ 10
1a	KG	100,0	0,0	96,7	3,3	86,7	13,3
1b	VG	90,0	10,0	6,7	93,3	3,3	96,7
2	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	65,0	35,0
3	VG	100,0	0,0	90,0	10,0	40,0	60,0
3a	KG	100,0	0,0	90,0	10,0	73,3	26,7
3b	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	87,8	12,2
4	VG	100,0	0,0	75,0	25,0	46,7	53,3
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	95,0	5,0
6a	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	86,7	13,3
6b	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	90,0	10,0	40,0	60,0	20,0	80,0
8	VG	93,3	6,7	56,7	43,3	53,3	46,7
9	VG	100,0	0,0	60,0	40,0	26,7	73,3
10	VG	100,0	0,0	83,3	16,7	13,3	86,7
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	82,2	17,8
11	VG	93,3	6,7	10,0	90,0	6,7	93,3
	KG	100,0	0,0	86,7	13,3	71,1	28,9

Fortsetzung: Tabelle 57

12	VG	100,0	0,0	53,3	46,7	10,0	90,0
13	VG	85,0	15,0	26,7	73,3	10,0	90,0
14	VG	100,0	0,0	90,0	10,0	30,0	70,0
15	VG	100,0	0,0	63,3	36,7	13,3	86,7
	KG	100,0	0,0	93,3	6,7	72,2	27,8
16	VG	96,7	3,3	53,3	46,7	16,7	83,3
Gesamt	VG	96,8	3,2	67,1	32,9	42,2	57,8
	KG	100,0	0,0	94,4	5,6	78,9	21,1

Tabelle 58: Signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Gefiederscores zwischen Betriebsbesuchen 1 und 2 und 1 und 3 bei der Versuchs- und Kontrollgruppe sowie zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bei den drei Betriebsbesuchen

Bb: Betriebsbesuch; VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); p: Signifikanzniveau

Betriebe	p: Bb1 / Bb2		p: Bb1 / Bb3		p: VG / KG		
	VG	KG	VG	KG	Bb 1	Bb 2	Bb3
	p	p	p	p	p	p	p
1a		0,008		0,000			
1b	0,000		0,000		0,000	0,000	0,000
2	0,000		0,000				
3	0,012		0,000		0,042	0,630	0,196
3a		0,001		0,000			
3b		0,000		0,000			
4	0,000		0,000				
5	0,000		0,000				
6a	0,561		0,000				
6b	0,588		0,000				
7	0,000		0,000				
8	0,033		0,000				
9	0,000		0,000				
10	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,001
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000	0,041
12	0,000		0,000				
13	0,000		0,000				
14	0,000		0,000				
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,108	0,001	0,749
16	0,000		0,000				

2.2. PROZENTUALER ANTEIL VERLETZUNGEN „RÜCKEN, STOß UND BAUCH“ IN DEN LEGEBETRIEBEN EINZELN DARGESTELLT

Tabelle 59: Anteil an Legehennen mit Verletzungen am „Rücken“ bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelkupiert); KG: Kontrollgruppe (schnabelkupiert); Bb Betriebsbesuch; binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore \geq 2

Betriebe	VG / KG	Bb 1		Bb 2		Bb3	
		binär 0	binär1	binär 0	binär1	binär 0	binär1
1a	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
1b	VG	96,7	3,3	46,7	53,3	80,0	20,0
2	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
3a	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	93,3	6,7
3b	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
4	VG	100,0	0,0	98,3	1,7	83,3	16,7
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
6a	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
6b	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	93,3	6,7
8	VG	100,0	0,0	90,0	10,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	96,7	3,3
10	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	96,7	3,3
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
11	VG	100,0	0,0	90,0	10,0	90,0	10,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
12	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	90,0	10,0
13	VG	93,3	6,7	85,0	15,0	93,3	6,7
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
15	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	83,3	16,7
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
16	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	90,0	10,0
Gesamt	VG	99,2	0,8	94,4	5,6	93,8	6,2
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	97,8	2,2

Tabelle 60: Anteil an Legehennen mit Verletzungen am „Stoß“ bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelkupiert); KG: Kontrollgruppe (schnabelkupiert); Bb: Betriebsbesuch; binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore \geq 2

Betriebe	VG / KG	Bb 1		Bb 2		Bb3	
		binär 0	binär1	binär 0	binär1	binär 0	binär1
1a	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
1b	VG	90,0	10,0	96,7	3,3	100,0	0,0
2	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0

Fortsetzung: Tabelle 60

3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
3a	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
3b	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
4	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	95,0	5,0
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
6a	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
6b	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
8	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	100,0	0,0
10	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
11	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	93,3	6,7
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
12	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	93,3	6,7
13	VG	100,0	0,0	93,3	6,7	100,0	0,0
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	93,3	6,7	93,3	6,7
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	93,3	6,7
16	VG	96,7	3,3	100,0	0,0	100,0	0,0
Gesamt	VG	99,4	0,6	98,4	1,6	98,5	1,5
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	98,3	1,7

Tabelle 61: Anteil an Legehennen mit Verletzungen am „Bauch“ bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); Bb: Betriebsbesuch; binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore ≥ 2

Betriebe	VG / KG	Bb 1		Bb 2		Bb3	
		binär 0	binär1	binär 0	binär1	binär 0	binär1
1a	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
1b	VG	90,0	10,0	83,3	16,7	86,7	13,3
2	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	90,0	10,0
3a	KG	100,0	0,0	96,7	3,3	96,7	3,3
3b	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
4	VG	100,0	0,0	98,3	1,7	66,7	33,3
5	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	95,0	5,0
6a	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
6b	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
7	VG	93,3	6,7	90,0	10,0	93,3	6,7
8	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	93,3	6,7
10	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
11	VG	100,0	0,0	56,7	43,3	90,0	10,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3

Fortsetzung: Tabelle 61

12	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	83,3	16,7
13	VG	98,3	1,7	91,7	8,3	96,7	3,3
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	96,7	3,3
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
16	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
Gesamt	VG	99,0	1,0	95,6	4,4	92,3	7,7
	KG	100,0	0,0	99,4	0,6	98,9	1,1

2.3. VERLETZUNGEN „KLOAKE“ IN DEN LEGEBETRIEBEN

Tabelle 62: Prozentualer Anteil an Legehennen mit Verletzungen an der Kloake bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

VG: Versuchsgruppe (nicht-schnabelküpirt); KG: Kontrollgruppe (schnabelküpirt); Bb: Betriebsbesuch; binär 0: Verletzungsscore < 2; binär 1: Verletzungsscore ≥ 2

Betriebe	VG / KG	Bb 1		Bb 2		Bb3	
		binär 0	binär1	binär 0	binär1	binär 0	binär1
1a	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
1b	VG	93,3	6,7	93,3	6,7	100,0	0,0
2	VG	98,3	1,7	100,0	0,0	93,3	6,7
3	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	83,3	16,7
3a	KG	96,7	3,3	100,0	0,0	100,0	0,0
3b	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
4	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	88,3	11,7
5	VG	98,3	1,7	100,0	0,0	100,0	0,0
6a	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
6b	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
7	VG	90,0	10,0	100,0	0,0	86,7	13,3
8	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
9	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	96,7	3,3
10	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
11	VG	96,7	3,3	90,0	10,0	90,0	10,0
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	96,7	3,3
12	VG	90,0	10,0	90,0	10,0	80,0	20,0
13	VG	95,0	5,0	86,7	13,3	96,7	3,3
14	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
15	VG	100,0	0,0	96,7	3,3	96,7	3,3
	KG	100,0	0,0	100,0	0,0	93,3	6,7
16	VG	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	100,0
Gesamt	VG	97,8	2,2	97,1	2,9	94,5	5,5
	KG	99,4	0,6	100,0	0,0	97,2	2,8

2.4. BONITURSCHEMA LEGEBETRIEBE

LEGE BETRIEB											
Datum:	Ort:			Beurteiler:							
Alter (LW):											
Stall/Abteil:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gesamteindruck (0/1)											
1. Körpergewicht (kg)											
2. Nasenlöcher	sauber										
	verschmutzt										
	Ausfluss										
3. Augen	keine Veränderungen										
	Veränderungen										
Augenlider	keine Verletzungen										
	Verletzungen										
4. Schnabel	normal										
	Kreuzschnabel										
Schnabelwinkel	keine Verletzungen										
	Verletzungen										
	Schnabellänge (cm)										
	oberer > 5 mm										
	unterer > 5 mm										
5. Kamm	Kammgröße in cm										
	keine Verletzungen										
	< 5 Pickverletzungen										
	≥ 5 Pickverletzungen										
	Farbe normal (kräftiges rosa - rosafarben)										
	Farbe blass (sehr helles rosa - weißlich)										
	Gesichtsfarbe R = Rot / W = Weiß										
6. Kehllappen	keine Verletzungen										
	Pickverletzungen										
	Farbe normal (kräftiges rosa - rosafarben)										
	Farbe blass (sehr helles rosa - weißlich)										
7. Kopf (0/1)											
	keine Hautverletzungen										
	Pickverletzungen Ø ≤ 0,5 cm										
	Wunden Ø > 0,5 cm										
8. Hals dorsal	keine Gefiederschäden										
	> 5 Pickschäden, federlose Stellen Ø ≤ 1										
	federlose Stellen Ø > 1 cm - ≤ 5 cm										
	federlose Stellen Ø > 5 cm bis 75 % federlos										
	überwiegend kahl (Ø > 5 cm und > 75 % federlos)										
	Stresslinien										
	keine Hautverletzungen										
	Pickverletzungen Ø ≤ 0,5 cm										
	Wunden Ø > 0,5 cm - 1 cm										
	Wunden Ø > 1 cm										
9. Kropf	gut gefüllt (Ø > 2 cm)										
	leicht gefüllt (Ø < 2 cm)										
	leer										
	verhärtet										
10. Rücken	keine Gefiederschäden										
	> 5 Pickschäden, federlose Stellen Ø ≤ 1										
	federlose Stellen Ø > 1 cm - ≤ 5 cm										
	federlose Stellen Ø > 5 cm bis 75 % federlos										
	überwiegend kahl (Ø > 5 cm und > 75 % federlos)										
	Stresslinien										
	keine Hautverletzungen										
	Pickverletzungen Ø ≤ 0,5 cm										
	Wunden Ø > 0,5 cm - 1 cm										
	Wunden Ø > 1 cm										

2.5. TABELLEN ZUR DESKRIPTIVEN AUSWERTUNG ZUM ABSCHNITT IV.2.4 (STALLKLIMATISCHE FAKTOREN) IN DEN LEGEBETRIEBEN

Tabelle 63: Mittelwerte, Minima und Maxima der Ammoniakkonzentrationen in ppm in den Legebetrieben bei den drei Betriebsbesuchen

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: einfacher Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; ppm: parts per million

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	9	24,0	11,5	44,0	4,23	12,68
	2	9	32,3	9,5	56,0	5,38	16,15
	3	9	14,6	0,0	34,0	4,10	12,30
1b	1	9	15,9	9,0	27,3	1,81	5,42
	2	9	24,0	3,0	39,5	3,76	11,28
	3	9	6,2	1,0	13,0	1,46	4,39
2	1	18	0,9	0,0	2,8	0,21	0,87
	2	18	1,5	0,0	3,5	0,23	1,00
	3	18	6,2	1,5	13,8	0,98	4,16
3	1	15	4,6	0,0	10,5	0,77	2,99
	2	15	17,1	8,3	25,0	1,62	6,27
	3	15	2,7	0,0	7,0	0,64	2,48
3a	1	15	8,4	2,8	13,7	0,87	3,37
	2	15	25,8	13,5	38,7	2,16	8,35
	3	15	4,3	0,0	10,4	0,72	2,79
3b	1	15	5,0	0,0	11,0	0,95	3,69
	2	15	16,5	6,0	29,0	1,60	6,20
	3	15	4,1	0,0	10,8	1,04	4,04
4	1	12	5,3	3,7	9,3	0,44	1,51
	2	12	16,0	9,1	24,4	1,27	4,39
	3	12	8,8	4,6	14,9	0,79	2,75
5	1	12	3,5	0,4	6,3	0,52	1,80
	2	12	17,6	10,1	27,4	1,46	5,04
	3	12	9,4	2,1	18,4	1,61	5,59
6a	1	6	3,8	2,1	5,5	0,61	1,50
	2	6	11,8	9,3	17,1	1,26	3,09
	3	6	9,7	5,5	13,6	1,31	3,21
6b	1	6	10,2	5,3	13,8	1,26	3,07
	2	6	12,0	6,6	17,6	1,47	3,60
	3	6	4,5	0,9	9,3	1,38	3,38
7	1	3	36,6	35,1	37,4	0,76	1,32
	2	3	34,8	21,1	44,4	7,04	12,19
	3	3	35,8	30,5	42,7	3,62	6,26
8	1	9	2,6	0,0	4,5	0,52	1,55
	2	9	6,5	1,7	16,8	1,54	4,61
	3	9	3,5	0,0	8,5	0,97	2,92
9	1	6	3,2	0,0	7,0	1,23	3,00
	2	6	8,3	4,0	10,1	0,94	2,31
	3	6	4,4	0,9	9,0	1,35	3,30

Fortsetzung: Tabelle 63

10	1	18	1,9	0,0	8,4	0,46	1,94
	2	18	10,4	2,0	26,0	1,68	7,14
	3	18	8,1	2,1	17,6	1,05	4,47
11	1	24	1,1	0,0	4,2	0,27	1,33
	2	24	9,0	1,3	18,6	0,70	3,45
	3	24	0,7	0,0	3,3	0,17	0,85
12	1	12	6,9	2,7	15,8	1,13	3,91
	2	9	15,0	9,4	21,0	1,12	3,37
	3	9	4,4	1,4	11,0	1,04	3,11
13	1	12	4,2	0,0	7,5	0,58	2,01
	2	12	10,3	3,6	18,7	1,36	4,73
	3	6	17,9	9,4	28,0	3,39	8,31
14	1	9	1,3	0,0	3,4	0,40	1,19
	2	9	2,8	1,4	4,0	0,34	1,02
	3	9	0,5	0,0	4,0	0,44	1,32
15	1	18	2,0	0,0	5,6	0,41	1,75
	2	18	4,0	0,0	8,5	0,64	2,71
	3	18	0,7	0,0	2,0	0,14	0,61
16	1	6	4,2	0,0	10,3	1,59	3,89
	2	6	7,9	0,0	17,6	2,41	5,89
	3	6	10,5	4,5	19,3	2,39	5,84

Tabelle 64: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Scharraum“

n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; n.a.: not available

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	6	51,89	5,75	143,86	24,02	58,83
	2	6	69,97	9,16	229,11	38,50	94,31
	3	6	56,26	6,87	122,17	19,98	48,95
1b	1	6	19,60	5,58	39,15	6,11	14,96
	2	6	24,09	6,46	52,17	8,94	21,90
	3	6	31,02	5,43	57,72	10,90	26,70
2	1	18	12,47	5,75	17,04	0,77	3,25
	2	18	9,89	3,74	19,38	0,73	3,11
	3	18	6,99	2,81	13,29	0,68	2,87
3	1	9	32,60	14,45	47,18	3,40	10,19
	2	9	55,67	23,37	111,73	9,02	27,05
	3	9	96,76	16,90	340,56	36,59	109,78
3a	1	3	62,78	56,92	65,71	2,93	5,07
	2	9	82,01	16,36	127,62	13,61	40,84
	3	9	208,25	16,07	551,33	71,51	214,52
3b	1	9	67,86	17,37	122,33	11,85	35,55
	2	9	63,57	18,85	94,90	9,90	29,71
	3	9	40,00	17,41	87,79	7,68	23,03

Fortsetzung: Tabelle 64

4	1	12	38,77	34,27	43,37	0,73	2,52
	2	12	16,33	5,38	28,25	3,13	10,83
	3	12	17,97	5,77	33,76	3,45	11,95
5	1	12	5,47	3,55	9,47	0,61	2,12
	2	12	4,84	2,79	8,34	0,49	1,70
	3	11	3,15	2,03	5,41	0,27	0,90
6a	1	6	12,07	6,03	19,72	2,41	5,90
	2	6	20,41	13,82	25,10	2,09	5,12
	3	6	31,96	13,12	47,58	5,73	14,03
6b	1	6	12,78	6,30	19,58	2,26	5,53
	2	6	22,42	16,37	27,46	1,68	4,11
	3	6	26,91	12,84	43,59	5,69	13,95
7	1	3	3,33	2,76	3,68	0,29	0,50
	2	3	13,35	4,70	23,10	5,34	9,25
	3	3	21,49	13,95	26,65	3,85	6,67
8	1	9	50,07	5,31	173,86	17,66	52,99
	2	9	21,94	6,89	36,06	3,76	11,27
	3	9	69,73	11,23	219,45	22,66	67,99
9	1	6	45,39	24,55	76,49	7,13	17,46
	2	6	5,86	3,76	10,55	1,03	2,53
	3	6	6,65	3,69	12,81	1,39	3,41
10	1	18	7,58	4,73	9,61	0,35	1,47
	2	18	5,74	3,48	8,06	0,34	1,44
	3	18	4,31	1,45	14,35	0,88	3,73
11	1	24	12,12	5,78	18,34	0,75	3,67
	2	24	6,15	1,33	13,02	0,59	2,91
	3	24	4,64	0,78	10,83	0,60	2,93
12	1	12	10,56	1,62	34,03	3,38	11,71
	2	5	15,03	0,76	48,78	8,87	19,84
	3	9	3,69	0,36	10,82	1,15	3,44
13	1	12	5,29	0,44	14,52	1,43	4,94
	2	12	2,65	0,33	5,47	0,49	1,71
	3	6	9,42	5,30	13,80	1,26	3,09
14	1	9	11,73	4,18	18,03	1,51	4,54
	2	9	6,56	5,20	8,37	0,38	1,14
	3	9	41,70	5,23	106,92	10,90	32,70
15	1	18	7,95	2,08	23,04	1,21	5,12
	2	18	8,60	1,24	21,92	1,70	7,20
	3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	1	6	5,73	0,48	8,35	1,18	2,89
	2	6	6,48	2,83	10,46	1,17	2,86
	3	6	3,82	0,68	5,99	0,87	2,12

Tabelle 65: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Ebenen“

n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; n.a.: not available

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	3	5,23	3,44	7,93	1,37	2,38
	2	3	6,47	4,80	8,87	1,23	2,13
	3	3	4,43	3,48	4,95	0,48	0,83
1b	1	3	6,35	4,11	9,51	1,62	2,81
	2	3	8,23	7,18	10,23	1,00	1,73
	3	3	5,90	4,71	7,44	0,81	1,40
2	1	12	18,40	12,02	24,15	1,32	4,56
	2	12	18,49	11,59	28,40	1,82	6,31
	3	12	7,54	3,53	13,90	0,79	2,75
3	1	12	11,96	4,99	17,38	1,25	4,32
	2	12	14,77	7,09	25,29	1,61	5,58
	3	12	23,99	5,99	72,78	6,69	23,16
3a	1	5	30,06	7,22	47,45	7,04	15,74
	2	12	34,37	18,86	44,70	2,21	7,65
	3	12	37,39	11,73	76,87	5,04	17,46
3b	1	12	15,51	2,81	42,32	3,40	11,79
	2	12	24,39	6,12	43,13	4,20	14,54
	3	12	23,73	2,77	44,81	4,42	15,31
4	1	12	52,02	40,19	62,06	2,37	8,22
	2	12	14,20	6,82	22,32	1,48	5,12
	3	12	19,90	7,53	37,50	3,03	10,51
5	1	12	26,86	10,73	49,56	4,23	14,65
	2	12	22,55	5,21	52,41	4,58	15,87
	3	11	7,98	4,96	15,40	0,90	2,99
6a	1	6	46,11	38,26	72,50	5,46	13,37
	2	6	49,51	37,05	86,27	7,49	18,34
	3	6	128,89	101,77	161,20	8,72	21,36
6b	1	6	57,84	44,66	80,78	6,24	15,29
	2	6	64,91	53,02	98,70	7,32	17,93
	3	6	103,08	85,12	139,21	7,69	18,84
7	1	3	14,69	12,74	16,46	1,08	1,86
	2	3	19,02	17,52	19,83	0,75	1,30
	3	3	17,98	15,67	20,04	1,27	2,20
8	1	6	15,17	3,77	40,55	6,79	16,63
	2	6	9,22	2,86	15,23	2,58	6,32
	3	6	46,86	7,22	93,62	17,70	43,35
9	1	3	18,04	16,91	19,27	0,68	1,18
	2	3	1,79	1,27	2,65	0,43	0,75
	3	3	1,60	1,25	2,02	0,22	0,39
10	1	12	32,82	21,59	47,12	1,75	6,07
	2	12	23,10	10,27	32,96	2,18	7,54
	3	12	3,04	1,14	4,59	0,32	1,11

Fortsetzung: Tabelle 65

11	1	18	7,81	4,48	10,83	0,46	1,97
	2	18	2,85	1,13	5,91	0,27	1,16
	3	18	2,63	1,02	4,75	0,25	1,06
12	1	12	22,43	12,51	39,14	2,49	8,63
	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	3	6	4,73	2,30	7,59	1,00	2,45
13	1	6	8,48	4,41	19,22	2,31	5,67
	2	6	1,99	0,93	2,83	0,34	,84
	3	3	8,58	2,06	12,53	3,28	5,69
14	1	6	8,82	7,72	10,04	0,33	,81
	2	6	4,36	3,31	5,06	0,31	,75
	3	6	8,49	6,56	12,18	0,83	2,02
15	1	12	7,72	2,84	13,43	1,14	3,94
	2	12	8,24	1,05	24,22	2,29	7,94
	3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	1	3	7,07	4,45	9,59	1,49	2,57
	2	3	6,68	3,95	8,30	1,37	2,38
	3	3	5,41	1,59	12,37	3,49	6,04

Tabelle 66: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Sitzstangen“

Bb: Betriebsbesuch; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; n.a.: nicht verfügbar; (-): keine Sitzstangen vorhanden

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	3	10,47	8,08	14,87	2,20	3,82
	2	3	10,75	7,65	15,42	2,37	4,11
	3	3	9,81	6,83	13,08	1,81	3,14
1b	1	3	14,93	10,13	23,34	4,22	7,31
	2	3	13,74	11,78	17,26	1,76	3,05
	3	3	14,63	8,97	25,36	5,37	9,29
2	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
3	1	6	18,02	4,52	27,21	3,34	8,19
	2	6	21,92	15,46	32,63	2,59	6,34
	3	6	32,19	22,52	38,02	2,16	5,29
3a	1	2	24,36	21,83	26,89	2,53	3,58
	2	6	74,62	60,33	92,23	4,82	11,80
	3	6	61,56	39,28	84,16	6,35	15,55
3b	1	6	12,20	9,15	18,65	1,67	4,10
	2	6	49,35	42,24	53,89	1,60	3,92
	3	6	55,76	50,91	60,86	1,65	4,04
4	1	12	83,60	69,25	129,73	4,55	15,77
	2	12	24,38	12,39	39,20	3,27	11,31
	3	12	30,09	11,72	54,34	4,93	17,08

Fortsetzung: Tabelle 66

5	1	12	60,51	19,31	106,13	9,78	33,88
	2	12	59,11	17,01	143,07	12,81	44,36
	3	11	18,84	8,86	37,28	2,26	7,49
6a	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
6b	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
7	1	3	29,48	27,20	30,82	1,15	1,99
	2	3	109,93	100,54	124,13	7,22	12,51
	3	3	88,61	78,25	100,18	6,36	11,01
8	1	6	24,73	13,75	38,34	3,62	8,86
	2	6	47,72	34,70	63,37	4,94	12,11
	3	6	39,35	32,38	50,22	2,77	6,78
9	1	3	20,66	15,88	23,30	2,39	4,14
	2	3	3,60	3,01	4,28	0,37	0,64
	3	3	4,42	2,65	5,79	0,93	1,61
10	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
11	1	18	32,37	20,14	46,48	1,70	7,23
	2	18	13,24	5,07	27,15	1,36	5,78
	3	18	11,20	5,53	23,23	1,27	5,40
12	1	12	48,69	17,98	128,86	8,88	30,78
	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	3	6	8,23	3,22	14,51	2,11	5,16
13	1	6	32,88	15,71	87,52	11,24	27,53
	2	6	7,52	3,82	11,67	1,34	3,28
	3	3	19,66	7,69	29,23	6,33	10,97
14	1	6	8,89	6,77	11,24	0,70	1,73
	2	6	5,35	4,36	6,46	0,32	,78
	3	6	22,74	18,38	30,49	1,86	4,57
15	1	12	13,60	5,02	25,50	2,34	8,12
	2	5	33,02	18,26	56,83	6,58	14,71
	3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	1	3	11,90	6,15	17,17	3,19	5,53
	2	3	23,01	12,12	33,89	6,28	10,88
	3	3	10,12	3,87	22,45	6,17	10,68

Tabelle 67: Mittelwerte, Minima und Maxima der Beleuchtungsstärken (Lux) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch im Funktionsbereich „Nester“

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; n.a.: not available

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	3	1,90	1,17	2,33	0,37	0,63
	2	3	1,64	1,04	2,04	0,31	0,53
	3	3	1,59	1,42	1,76	0,10	0,17
1b	1	3	1,86	1,72	2,02	0,09	0,15
	2	3	1,34	1,08	1,53	0,13	0,23
	3	3	1,58	1,36	1,88	0,15	0,27
2	1	12	0,48	0,25	0,73	0,05	0,18
	2	12	0,37	0,20	0,82	0,05	0,17
	3	12	0,36	0,21	0,59	0,04	0,12
3	1	6	0,61	0,33	1,07	0,10	0,25
	2	6	1,73	1,14	2,32	0,21	0,51
	3	6	4,88	1,23	9,25	1,35	3,31
3a	1	2	2,52	2,45	2,60	0,07	0,10
	2	6	7,30	4,28	15,17	1,62	3,97
	3	6	6,87	5,17	11,91	1,03	2,51
3b	1	6	0,64	0,27	1,28	0,15	0,37
	2	6	4,90	2,88	6,45	0,63	1,55
	3	6	4,84	1,44	7,68	1,04	2,54
4	1	12	6,64	5,09	10,17	0,36	1,26
	2	12	1,85	1,04	3,31	0,22	0,78
	3	12	2,99	0,89	10,42	0,89	3,07
5	1	12	2,33	0,58	6,93	0,64	2,21
	2	12	1,23	0,29	4,41	0,34	1,17
	3	11	0,68	0,18	1,73	0,18	0,59
6a	1	3	3,52	1,15	5,32	1,24	2,14
	2	3	7,19	3,01	10,28	2,17	3,75
	3	3	19,77	17,63	21,08	1,08	1,87
6b	1	3	8,01	6,00	10,04	1,17	2,02
	2	3	12,58	5,09	20,97	4,61	7,98
	3	3	18,35	11,77	22,51	3,33	5,77
7	1	3	2,07	1,49	2,81	0,39	0,68
	2	3	2,90	2,60	3,15	0,16	0,27
	3	3	1,44	1,14	2,01	0,28	0,49
8	1	6	17,14	1,50	39,36	6,88	16,86
	2	6	8,00	2,03	14,46	2,52	6,18
	3	6	11,81	2,40	23,74	3,85	9,44
9	1	3	2,43	1,36	4,39	0,98	1,70
	2	3	0,26	0,25	0,27	0,01	0,01
	3	3	0,39	0,21	0,59	0,11	0,19
10	1	12	2,61	0,77	5,86	0,50	1,74
	2	12	1,56	0,44	3,68	0,30	1,04
	3	12	0,40	0,25	0,71	0,04	0,15

Fortsetzung: Tabelle 67

11	1	18	1,28	0,50	3,25	0,16	0,68
	2	18	0,56	0,23	1,13	0,06	0,27
	3	18	0,50	0,14	0,87	0,06	0,27
12	1	8	1,36	0,37	2,50	0,28	0,78
	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	3	6	0,36	0,20	0,60	0,07	0,17
13	1	6	0,89	0,23	2,13	0,28	0,68
	2	6	0,39	0,15	1,11	0,15	0,37
	3	3	1,10	0,34	2,38	0,64	1,11
14	1	6	0,54	0,38	0,89	0,08	0,19
	2	6	0,24	0,17	0,36	0,03	0,09
	3	6	0,53	0,26	0,82	0,09	0,23
15	1	12	0,36	0,29	0,48	0,01	0,05
	2	4	0,53	0,22	0,97	0,17	0,35
	3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	1	3	1,20	0,81	1,54	0,21	0,37
	2	3	0,42	0,21	0,67	0,13	0,23
	3	3	0,18	0,08	0,35	0,09	0,15

Tabelle 68: Mittelwerte, Minima und Maxima der Stalltemperatur (°C) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	9	17,27	14,90	19,17	0,55	1,66
	2	9	14,47	11,50	18,25	0,71	2,12
	3	9	20,28	19,00	22,30	0,37	1,12
1b	1	9	18,08	15,60	20,43	0,56	1,69
	2	9	15,78	14,20	19,03	0,54	1,62
	3	9	20,04	19,10	22,05	0,33	1,00
2	1	15	23,66	21,83	26,57	0,43	1,66
	2	18	24,58	22,70	25,78	0,22	0,94
	3	18	13,47	9,73	16,87	0,47	2,00
3	1	15	13,52	12,10	15,34	0,30	1,16
	2	15	11,50	8,25	13,76	0,51	1,97
	3	15	17,13	15,55	19,06	0,27	1,06
3a	1	15	18,89	17,05	20,42	0,27	1,06
	2	15	13,91	11,40	17,90	0,58	2,25
	3	15	17,54	16,40	18,92	0,22	0,85
3b	1	15	15,39	13,20	18,66	0,39	1,49
	2	15	14,87	11,90	16,82	0,45	1,72
	3	15	20,24	19,50	21,30	0,15	0,59
4	1	12	26,39	24,20	27,96	0,38	1,32
	2	12	14,13	12,87	15,63	0,29	1,02
	3	12	13,98	12,79	15,30	0,27	0,93

Fortsetzung: Tabelle 68

5	1	12	25,39	22,96	27,26	0,53	1,85
	2	12	17,88	17,11	18,82	0,16	0,56
	3	12	12,31	10,01	14,23	0,44	1,52
6a	1	6	26,55	26,10	27,03	0,15	0,37
	2	6	10,08	9,13	11,48	0,44	1,09
	3	6	16,73	16,23	17,42	0,19	0,48
6b	1	6	27,59	27,12	27,93	0,13	0,31
	2	6	12,02	10,45	14,18	0,55	1,35
	3	6	17,31	15,85	18,22	0,38	0,93
7	1	3	11,37	11,07	11,74	0,20	0,34
	2	3	11,85	11,51	12,19	0,19	0,34
	3	3	31,46	30,93	31,74	0,26	0,46
8	1	9	14,38	12,60	16,00	0,38	1,15
	2	9	6,77	5,17	7,75	0,31	0,92
	3	9	13,72	12,60	15,00	0,29	0,87
9	1	6	26,50	25,40	28,28	0,47	1,16
	2	6	11,77	9,20	14,91	0,86	2,12
	3	6	16,48	14,80	18,36	0,68	1,67
10	1	18	26,34	23,32	28,16	0,37	1,56
	2	18	17,79	15,70	20,38	0,34	1,45
	3	18	15,56	13,30	18,14	0,38	1,62
11	1	24	20,62	18,50	22,67	0,22	1,09
	2	24	18,52	16,85	20,53	0,17	0,85
	3	24	20,75	18,95	22,20	0,18	0,88
12	1	12	18,06	15,29	20,82	0,48	1,66
	2	9	16,49	14,71	17,99	0,38	1,13
	3	9	23,67	21,59	25,61	0,42	1,27
13	1	12	23,15	21,40	25,20	0,36	1,26
	2	12	10,98	5,80	14,07	0,83	2,87
	3	6	17,63	16,90	18,05	0,18	0,45
14	1	9	16,87	12,60	17,90	0,58	1,74
	2	9	14,75	13,10	16,86	0,39	1,16
	3	9	24,25	23,20	24,94	0,18	0,54
15	1	18	10,75	8,90	13,81	0,32	1,35
	2	18	14,00	9,90	16,43	0,43	1,83
	3	18	21,40	19,30	23,76	0,31	1,31
16	1	6	5,78	1,30	9,23	1,41	3,46
	2	6	11,21	7,70	14,63	1,15	2,82
	3	6	31,35	30,73	31,80	0,16	0,40

Tabelle 69: Mittelwerte, Minima und Maxima der relativen Luftfeuchtigkeit (%) bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung; n.a.: not available

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	6	75,0	70,0	83,0	2,37	5,80
	2	6	69,8	62,0	76,0	2,61	6,40
	3	6	60,0	57,0	63,0	0,97	2,37
1b	1	6	72,2	70,0	74,0	0,75	1,83
	2	6	62,5	60,0	65,0	0,76	1,87
	3	6	55,3	55,0	57,0	0,33	0,82
2	1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	2	18	53,9	48,0	61,0	0,99	4,21
	3	18	60,4	56,0	66,0	0,59	2,50
3	1	9	74,4	73,0	76,0	0,44	1,33
	2	9	69,6	62,0	80,0	2,01	6,02
	3	9	70,0	69,0	71,0	0,29	0,87
3a	1	9	75,4	70,0	79,0	0,97	2,92
	2	9	77,4	72,0	91,0	2,51	7,54
	3	9	69,4	67,0	73,0	0,75	2,24
3b	1	9	72,2	60,0	82,0	2,34	7,03
	2	9	77,1	63,0	96,0	4,77	14,32
	3	9	60,0	57,0	64,0	0,78	2,35
4	1	6	54,5	52,0	57,0	0,72	1,76
	2	12	79,6	66,0	84,0	1,32	4,56
	3	12	68,8	64,0	76,0	1,20	4,16
5	1	9	44,6	40,0	60,0	2,32	6,95
	2	12	66,6	61,0	78,0	1,36	4,72
	3	12	70,2	64,0	80,0	1,19	4,11
6a	1	6	42,8	39,0	46,0	0,95	2,32
	2	6	79,0	73,0	83,0	1,53	3,74
	3	6	64,8	62,0	69,0	1,01	2,48
6b	1	6	37,5	36,0	39,0	0,56	1,38
	2	6	69,8	68,0	71,0	0,48	1,17
	3	6	66,5	64,0	69,0	0,76	1,87
7	1	3	82,3	73,0	90,0	4,98	8,62
	2	3	63,7	63,0	65,0	0,67	1,15
	3	3	48,7	48,0	49,0	0,33	0,58
8	1	9	78,6	76,0	81,0	0,56	1,67
	2	9	75,7	73,0	79,0	0,88	2,65
	3	9	69,0	65,0	73,0	0,71	2,12
9	1	6	62,2	59,0	69,0	1,47	3,60
	2	6	74,8	70,0	86,0	2,36	5,78
	3	6	69,3	67,0	72,0	1,05	2,58
10	1	18	47,0	37,0	57,0	1,37	5,80
	2	18	64,7	59,0	72,0	0,90	3,83
	3	18	50,6	43,0	63,0	1,10	4,67

Fortsetzung: Tabelle 69

11	1	24	58,2	49,0	70,0	1,47	7,22
	2	24	64,4	59,0	71,0	0,57	2,81
	3	24	52,5	45,0	70,0	1,51	7,40
12	1	12	69,1	63,0	77,0	1,69	5,87
	2	9	72,2	68,0	79,0	1,30	3,90
	3	9	62,9	52,0	73,0	2,75	8,25
13	1	12	74,3	66,0	86,0	2,15	7,45
	2	12	70,9	65,0	77,0	1,32	4,56
	3	6	58,5	57,0	60,0	0,67	1,64
14	1	9	72,0	68,0	77,0	1,13	3,39
	2	9	56,6	52,0	60,0	0,80	2,40
	3	9	59,4	55,0	62,0	0,65	1,94
15	1	18	63,2	55,0	68,0	0,89	3,78
	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	3	18	49,2	45,0	55,0	0,70	2,98
16	1	6	76,0	73,0	80,0	0,93	2,28
	2	6	68,3	58,0	85,0	3,66	8,96
	3	6	39,2	37,0	42,0	0,87	2,14

Tabelle 70: Mittelwerte, Minima und Maxima der Staubkonzentration bei dem ersten, zweiten und dritten Betriebsbesuch

Bb: Betriebsbesuch; n: Anzahl der Stichprobe; MW: Mittelwerte; Min: Minima; Max: Maxima; SEM: Standardfehler der Mittelwerte; SD: Standardabweichung

Betriebe	Bb	n	MW	Min	Max	SEM	SD
1a	1	6	2,41	1,45	4,34	0,22	0,92
	2	6	0,65	0,40	0,93	0,03	0,13
	3	6	1,25	0,41	2,72	0,15	0,65
1b	1	6	3,74	1,56	6,68	0,39	1,64
	2	6	0,90	0,45	1,64	0,09	0,37
	3	6	1,26	0,18	3,24	0,24	1,03
2	1	18	1,77	0,61	5,38	0,13	0,97
	2	18	2,08	0,34	5,00	0,14	1,00
	3	18	2,82	0,71	8,79	0,26	1,94
3	1	9	0,39	0,10	0,85	0,04	0,19
	2	9	2,74	1,43	6,59	0,24	1,26
	3	9	0,51	0,13	1,22	0,06	0,31
3a	1	9	0,59	0,45	0,86	0,02	0,10
	2	9	1,33	1,04	1,75	0,04	0,20
	3	9	0,26	0,08	0,80	0,04	0,21
3b	1	9	0,62	0,22	1,33	0,05	0,27
	2	9	2,72	1,05	11,40	0,43	2,23
	3	9	0,86	0,48	1,25	0,04	0,23
4	1	12	0,90	0,12	2,79	0,11	0,69
	2	12	0,34	0,01	0,65	0,03	0,16
	3	12	0,82	0,52	1,67	0,04	0,25

Fortsetzung: Tabelle 70

5	1	12	1,69	0,06	5,53	0,27	1,59
	2	12	0,97	0,48	1,59	0,05	0,29
	3	12	0,89	0,40	1,43	0,05	0,28
6a	1	6	2,15	0,71	7,02	0,32	1,37
	2	6	0,63	0,30	0,97	0,05	0,19
	3	6	0,71	0,24	1,96	0,12	0,50
6b	1	6	1,36	0,48	3,32	0,17	0,72
	2	6	0,46	0,18	1,20	0,06	0,26
	3	6	0,65	0,27	1,13	0,06	0,26
7	1	3	0,89	0,77	1,11	0,04	0,13
	2	3	0,58	0,12	1,44	0,15	0,44
	3	3	0,78	0,54	1,18	0,10	0,29
8	1	9	0,16	0,06	0,49	0,02	0,11
	2	9	0,56	0,31	0,90	0,03	0,16
	3	9	0,23	0,01	0,56	0,03	0,14
9	1	6	1,30	0,66	3,27	0,15	0,65
	2	6	0,46	0,23	0,71	0,04	0,15
	3	6	0,68	0,21	1,09	0,06	0,25
10	1	18	3,01	0,21	9,24	0,30	2,19
	2	18	2,62	1,10	7,05	0,21	1,51
	3	18	4,02	1,86	6,73	0,19	1,43
11	1	24	2,04	1,33	3,51	0,06	0,52
	2	24	3,20	2,02	6,74	0,11	0,93
	3	24	3,54	1,86	7,45	0,14	1,20
12	1	12	1,97	0,85	7,18	0,20	1,17
	2	9	2,74	1,87	3,59	0,09	0,47
	3	9	1,37	0,33	2,59	0,15	0,76
13	1	12	1,86	0,72	4,65	0,15	0,88
	2	12	0,67	0,30	1,34	0,04	0,26
	3	6	1,67	0,82	3,90	0,19	0,82
14	1	9	4,70	1,42	9,00	0,45	2,34
	2	9	3,50	1,05	8,26	0,32	1,67
	3	9	0,68	0,11	2,35	0,11	0,56
15	1	18	1,20	0,15	4,74	0,15	1,13
	2	18	1,42	0,34	4,13	0,13	0,92
	3	18	1,20	0,17	3,10	0,11	0,84
16	1	6	1,10	0,52	3,17	0,21	0,90
	2	6	1,71	0,36	4,95	0,27	1,15
	3	6	3,50	1,74	5,97	0,33	1,40

X. DANKSAGUNG

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. Dr. M. Erhard für die Überlassung dieses sehr interessanten Themas sowie für das Korrekturlesen dieser Arbeit herzlichst bedanken.

Mein besonderer Dank gilt auch Frau Dr. A. Schwarzer und Frau Dr. H. Louton für die Organisation und enge Betreuung dieses Projektes, ihre Mithilfe bei der Datenerhebung in den Betrieben und die motivierenden und aufbauenden Worte während der Fertigstellung dieser Arbeit.

Einen herzlichen Dank an meine Mitdotorandinnen Alice Lenz und Christina Plattner für die gegenseitige Hilfe und den regen fachlichen Austausch: Der teilweise auch anstrengende praktische Teil der Arbeit wurde so durch Euch zu einer schönen gemeinsamen Zeit, die ich nicht missen möchte.

Auch den vielen Praktikanten und Praktikantinnen des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU, insbesondere Benjamin Faller, ein großes Dankeschön für die tatkräftige Unterstützung bei den Betriebsbesuchen.

Ein herzlicher Dank gilt Herrn PD Dr. S. Reese für Geduld und Hilfe bei Rückfragen bzgl. statistischer Fragestellungen sowie der Auswertung der Daten.

Den Landwirten danke ich für ihre Bereitschaft und Unterstützung, da nur so die Durchführung dieses Projektes überhaupt möglich war.

Meinem Freund Adrian möchte ich von ganzem Herzen danken: Für seine Geduld, seine aufbauenden Worte und Unterstützung während dieser Zeit. Auch Marika Siegel danke ich für Ansporn und Motivation.

Und Dank an die Legehennen.