

Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. M. Erhard

Anfertigung unter der Leitung von
Prof. Dr. M. Erhard

**Vergleich der zwei Legehennenlinien
Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown-Classic
unter den Bedingungen des Feldversuchs
im Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung in Volierenhaltung**

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

von
Elisabeth Lickteig
aus
Miesbach

München 2006

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer
Referent: Univ.-Prof. Dr. M. H. Erhard
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. R. T. Korbel

Tag der Promotion: 10. Februar 2006

*Meinen Eltern und meinem Mann
in
Liebe und Dankbarkeit*

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht.....	2
2.1	Die Entwicklung der kommerziellen Züchtung von Legehennen	2
2.2	Eignung der Hennenlinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown für die Volierenhaltung	6
2.3	Rechtliche Vorschriften in Zusammenhang mit der Hennenhaltung	9
2.4	Verhalten und das Wohlbefinden der Legehenne in der Voliere	12
2.4.1	Besatzdichte und Gruppengröße.....	12
2.4.2	Nutzung des dreidimensionalen Raums und der Sitzstangen.....	14
2.4.3	Nestwahlverhalten und verlegte Eier.....	16
2.5	Leistung	19
2.5.1	Legeleistung	19
2.5.2	Eischalenqualität.....	20
2.5.3	Eigewicht	23
2.5.4	Eiverschmutzung	24
2.6	Die Tiergesundheit	25
2.6.1	Gesundheitsprobleme	25
2.6.2	Verluste.....	26
2.6.3	Gefiederzustand	28
2.6.4	Knochenbruchfestigkeit.....	30
2.6.5	Immunglobulin Y	32
2.7	Schadgase	35
2.8	Ökonomische Bewertung	35
3	Tiere, Material und Methode.....	36
3.1	Tiere.....	36
3.2	Aufstallung	38
3.2.1	Betrieb	38
3.2.2	Stallmanagement	39
3.2.3	Stallsystem.....	41
3.2.4	Lüftung	42
3.2.5	Beleuchtung.....	42
3.3	Nutzung der Voliere	48
3.3.1	Aufenthaltsverteilung	48
3.3.2	Nutzung des Nestbalkons	50

3.3.3	Belegung der Nester	51
3.4	Leistungsparameter und Wirtschaftlichkeit.....	52
3.4.1	Legeleistung	52
3.4.2	Eiergewicht.....	52
3.4.3	Knick-, Bruch- und Schmutzeier	52
3.4.4	Bruchfestigkeit der Eierschale.....	53
3.4.5	Eierschalendicke.....	53
3.4.6	Anzahl der verlegten Eier	53
3.4.7	Arbeitszeitaufwand.....	54
3.5	Tiergesundheit	55
3.5.1	Gesundheitsstatus	55
3.5.2	IgY- Bestimmung	55
3.5.3	Bonitierung	56
3.5.4	Kotuntersuchung auf Parasiten.....	57
3.5.5	Post mortem- Untersuchungen	57
3.6	Schadgasmessung	59
3.7	Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	60
4	Ergebnisse.....	61
4.1	Nutzung der Voliere	61
4.1.1	Aufenthaltsverteilung	61
4.1.2	Nutzung des Nestbalkons	67
4.1.3	Belegung der Nester	74
4.2	Leistungsparameter und Wirtschaftlichkeit.....	76
4.2.1	Futtermverbrauch.....	76
4.2.2	Legeleistung	76
4.2.3	Eigewicht	78
4.2.4	Knick-, Bruch-, und Schmutzeier	80
4.2.5	Anzahl der verlegten Eier	82
4.2.6	Bruchfestigkeit der Eierschale.....	86
4.2.7	Eierschalendicke.....	88
4.2.8	Arbeitszeitaufwand.....	90
4.3	Tiergesundheit	91
4.3.1	Gesundheitsstatus	91
4.3.2	Ausfälle.....	92
4.3.3	IgY-Bestimmung	94

4.3.4	Bonitierung	96
4.3.5	Kotuntersuchung auf Parasiten	107
4.3.6	Post mortem- Untersuchungen	108
4.3.7	Schadgasmessung	112
5	Diskussion	116
5.1	Die Aufenthaltsverteilung in der Voliere	116
5.2	Die Nutzung des Nestbalkons	118
5.3	Nestannahme und verlegte Eier	119
5.4	Die Leistungsparameter	123
5.4.1	Legeleistung und Eigewicht	123
5.4.2	Eischalenqualität und Knochenbruchfestigkeit	125
5.5	Tiergesundheit	127
5.5.1	Gesundheitsstatus, Ausfälle und Sektionen	127
5.5.2	Immunstatus	131
5.5.3	Haut- und Gefiederzustand	132
5.5.4	Schadgasmessung	136
5.6	Ökonomische Bewertung	137
5.7	Schlussfolgerungen	138
6	Zusammenfassung	139
7	Summary	144
8	Literaturverzeichnis	148
	Danksagung	167
	Lebenslauf	169

Abkürzungsverzeichnis

AH	Anfangshenne
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
ggr.	geringgradig
g.S.	geschlossener zusätzlicher Scharraum
hochgr.	hochgradig
IB	Infektiöse Bronchitis
I.E.	internationale Einheiten
IgA	Immuglobulin A
IgG	Immuglobulin G
IgM	Immuglobulin M
IgY	Immuglobulin Y
kDa	Kilodalton
kp	Kilopond
KT	Kitzingen
LT	Lohmann Tradition
ltr	Liter
LW	Lebenswoche
max.	maximal
mind.	mindestens
min	Minuten
mittelgr.	mittelgradig
N	Newton
n.b.	nicht bekannt
NU	Neu-Ulrichstein
n	Anzahl
n.b.	nicht bekannt
ND	Newcastle Disease
o.S.	geöffneter zusätzlicher Scharraum
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PBS	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung
ppm	parts per million
r	Korrelationskoeffizient

s	Sekunden
SEM	Standardfehler des Mittelwertes (angegeben als \pm)
TMB	Tetramethylbenzidin
LB	Lohmann Brown-Classic
LSL	Lohmann Selected Leghorn-Classic
Tab.	Tabelle
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung
qm	Quadratmeter

1 Einleitung

In den 50er Jahren begann man in Deutschland mit der Einrichtung intensiver Haltungssysteme für Legehennen. Der Übergang von der unbegrenzten Auslaufhaltung über die Hüttenhaltung mit Umtriebsweide zur intensiven Bodenhaltung in fensterlosen Ställen vollzog sich innerhalb weniger Jahre, da die Probleme mit Parasiten und Kannibalismus nicht gelöst werden konnten (Bessei und Damme, 1998).

In Deutschland erfolgte der Übergang in den 60er Jahren dann direkt von der Bodenhaltung zur Batteriehaltung. In dieser Haltung konnten die höchsten Legeresultate und die geringsten Mortalitätsraten erzielt werden. Durch gegenseitiges Bepicken litt die Befiederung der Hennen zwar, aber das Problem des Kannibalismus war so gering, dass sogar auf das Kupieren des Schnabels verzichtet werden konnte (Bessei und Damme, 1998).

Von Seiten der Tierschützer wurde schon zu Beginn der 70er Jahre aufgrund der geringen Bewegungsfreiheit, dem Fehlen von Sitzstangen, Legenestern und der Möglichkeit zum Sandbaden und außerdem wegen der generellen Reizarmut dieses Haltungssystems Kritik an dieser Haltung geäußert (Bessei und Damme, 1998).

Die Entwicklung der Volierensysteme begann in den 70er Jahren in Großbritannien mit der Absicht die Besatzdichte in Bodenhaltungssystemen zu erhöhen (Bessei, 1997).

So liegen die wesentlichen Vorteile der Voliere darin, dass den Tieren hier Strukturen wie z.B. Nester für die Eiablage, Einstreu zum Picken und Scharren, Möglichkeiten zum Sandbaden, Sitzstangen zum Ruhen und eine relativ große Bewegungsfreiheit gewährt werden, so dass alle Arten der Fortbewegung sowie raumgreifende Bewegungen des Komfortverhaltens möglich sind.

Es finden sich auch genügend kritische Stimmen, die den Hennen in Volierenhaltung eine schlechtere Legeleistungen, höhere Erkrankungsraten und höhere Verluste nachsagen, während andere dies nur für eine Frage der Ausbildung der Halter und des Managementsystems halten.

Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, wie sich die Linien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown unter Praxisbedingungen im Feldversuch für die Volierenhaltung im Bezug auf Gesundheit und Leistung eignen.

2 Literaturübersicht

2.1 Die Entwicklung der kommerziellen Züchtung von Legehennen

[Dieses Kapitel stellt auszugsweise eine Zusammenfassung des Artikels „From Mendel to multi-national in poultry breeding“ von Hartmann (1989) dar]

Bevor die Hühnerhaltung zu einem echten Wirtschaftszweig wurde, wurden Hühner überwiegend von Bauern gehalten, deren Familien auf diese Weise mit Geflügelfleisch und Eiern versorgt wurden. Die niedrige Legeleistung und die hohe Sterblichkeit dieser Hennen wurde damals nicht als wirtschaftliches Problem empfunden (Hartmann, 1989).

Die Anzahl gehaltener Hennen und deren durchschnittliche Legeleistung begann das Landwirtschaftsministerium der USA ab dem Jahr 1925 zu veröffentlichen. Aus diesen Statistiken ging hervor, dass während der zwanzigjährigen Periode von 1929 bis 1949 die Legeleistung pro Henne von 120 Eiern im Jahr auf 175 Eier pro Jahr anstieg, wobei dies auf eine Erhöhung der Legerate in den Herbst- und Wintermonaten zurückzuführen war. Diese Leistungssteigerung war die Folge von Veränderungen der Haltungsbedingungen, wie z.B. Stallhaltung und künstliche Beleuchtung. Die Züchtung war damals noch nicht die treibende Kraft für Fortschritte in der Geflügelproduktion (Hartmann, 1989).

Tabelle 1 Für die kommerzielle Züchtung des Geflügels besonders wichtige biologische Eigenschaften (Hartmann, 1989)

Hohe natürliche Fruchtbarkeit und kurzes Generationsintervall	<ul style="list-style-type: none">- Ermöglicht schnelle Vermehrung der ausgewählten Populationen- Erlaubt schnelle genetische Fortschritte und hohe Selektionsintensität
Bebrütung und Schlupf hängen nicht von der Verfügbarkeit brütiger Hennen ab, da sie sich mechanisieren lassen	<ul style="list-style-type: none">- wesentliche Voraussetzung für kommerzielle Kükenerzeugung- Verbesserung der Legeleistung durch Selektion gegen Brütigkeit
Fruchtbarkeit wird durch fachgerechte Lagerung der Bruteier erhalten	<ul style="list-style-type: none">- die für eine wirksame Selektion erforderliche Familiengröße wird erleichtert- die Flexibilität bei der Planung und Vermehrung wird erhöht

Erkennung des Geschlechts von Eintagsküken	<ul style="list-style-type: none"> - durch frühe Ausmerzung der Hähnchen, werden die Produktionskosten verringert - getrennte Zuchtprogramme für Eier- und Fleischerzeugung werden ermöglicht
Während der Legeperiode können Hennen durch künstliche Beleuchtung stimuliert werden	<ul style="list-style-type: none"> - die Legerate während der Herbst- und Wintermonate wird verbessert und dadurch wird die Variabilität der Eierproduktion verringert
Durch Lichtprogramme lässt sich die Legereife während der Aufzucht steuern	<ul style="list-style-type: none"> - hat günstige Auswirkungen auf das Eigewicht und die jährliche Eizahl pro Henne - Junghennen können zu jeder Jahreszeit eingestallt werden und dadurch wird das Problem der jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Eianfalls gelöst und damit auch das der unterschiedlichen Preise
Anpassungsfähigkeit an Veränderungen der Fütterungs- und Haltungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> - Alleinfuttrationen bilden, bei ausgeglichener Nährstoffversorgung , die Voraussetzung für den Einsatz von Futterautomaten - die für die hohe Produktivität notwendigen Umweltbedingungen können durch die Unterbringung in moderner Stallhaltung geschaffen werden - Investitionskosten- und Arbeitskosten lassen sich durch Beeinflussung der Besatzdichte verringern

Als erster begann Warren (1927, 1930) in der landwirtschaftlichen Versuchsstation des Staates Kansas Kreuzungen verschiedener Hühnerrassen durchzuführen, indem er Weiße Leghorn mit Jersey–Schwarzriesen bzw. mit Rhodeländern kreuzte. Danach verglich er die Leistungen der jeweiligen reinen Rassen mit denen ihrer Kreuzungsnachkommen und stellte fest, dass die Kreuzungsnachkommen in Bezug auf Sterblichkeit in der 1.-3. Lebenswoche und Legeleistung pro Jahr besser abschnitten als ihre reinerbigen Vorfahren (Warren 1927, 1930).

1940 vermarktete das Unternehmen „Hy-Line Poultry Farms“ von H. B. Wallace seine erste „Hybrid-Legehennen“. Dieser Erfolg bei der Züchtung von Hybrid-Hühnern stammte nicht von einem konventionellen Geflügelzüchter, sondern von einem erfolgreichen Hybrid-Mais-Zuchtunternehmen (Warren, 1958).

Kurze Zeit später verfolgte ein anderes Hybrid-Mais-Zuchtunternehmen, die „Dekalb Hybrid Seed Company“ mit großem Erfolg ein ähnliches Projekt. Als diese Firmen in die Geflügelproduktion einstiegen, wurden die konventionellen Geflügelzüchter mit ihrem Reinzuchtansatz unter Druck gesetzt, da die Leistungsfähigkeit der Hybridhennen inzwischen unbestritten war und in manchen Regionen Eintagsküken doppelt so teuer verkauft werden konnten wie Küken aus Standard-Reinzuchten (Hagedoorn und Sykes, 1953)

Nach Hartmann (1989) besteht der grundsätzliche Unterschied zwischen Reinzuchtprogrammen und Kreuzungszuchten darin, dass die Nachkommen aus Paarungen von Hähnen der einen mit Hennen der anderen Linie entstehen. Zunächst besaßen viele Züchter die Überzeugung, dass bestimmte körperliche Merkmale Hinweise auf besondere Leistungsfähigkeit geben, worauf bei der Selektion dann besonders Wert gelegt wurde. Mit der Veröffentlichung der Broschüre „Grundsätze für die kommerzielle Geflügelzüchtung“ von Lerner (1951) wurden Züchtungsmethoden auf der Grundlage quantitativer Genetik eingeführt und so die Grundlage für die „wissenschaftliche“ Züchtung von Hühnern gelegt (Hartmann, 1989).

In der Langzeitanalyse weißer und brauner Legehybriden anhand von Ergebnissen der amtlichen deutschen Legeleistungsprüfungen von 1974/75 bis 1997/99 von Flock und Heil (2001) wurde festgestellt, dass im Untersuchungszeitraum die Legeleistung von knapp **250** auf über **300** Eier je eingestellte Henne gesteigert werden konnte, wobei dazu ein früherer Legebeginn und geringere Verluste beigetragen haben. Die Gesamteimasse je eingestellte Henne konnte von **5** kg auf **20** kg gesteigert werden, der Futterverbrauch sank von **3** auf **2** kg je kg Eimasse, die Schalenstabilität konnte trotz der gesteigerten Legeleistung noch verbessert werden. Erfolge konnten auch dahingehend verbucht werden, dass die Futterverwertung der braunen und weißen Zuchtprodukte heute ähnlich ist und die Persistenz der Schalenqualität

der weißen Legehybriden so verbessert werden konnte, dass sie heute erheblich länger gehalten werden können, was die Produktionskosten verringert (Flock und Heil, 2001).

Tabelle 2 Legeleistungsprüfung für Hühner 2002 / 2004 (in DGS Magazin 1 / 2005)

	Weißer Hennen	Brauner Hennen
Legereife	154. Lebenstag	146. Lebenstag
Eier je Anfangshenne	319,1	317,1
Gesamteimasse je Anfangshenne	20,51 kg	21,00 kg
Durchschnittliches Eigewicht	64,3 g	66,2 g
Futtermittelverbrauch je kg Eimasse	1,94 kg	1,96 kg
Durchschnittswerte der Bruchfestigkeitsmessungen	36,2 – 41,7 N	37,6 – 44,0 N

Laut Hartmann (1989) werden in Zukunft die Legehybriden wohl nach ihrer Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Umwelt- bzw. Haltungsbedingungen beurteilt werden, woraus sich ihre Erfolgsaussichten auf dem Markt berechnen.

2.2 Eignung der Hennenlinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown für die Volierenhaltung

LSL-Hennen und LB-Hennen sind moderne Hybridkreuzungen, bei welchen bisher bei der Selektion die Erzeugung wirtschaftlich leistungsfähiger Tiere unter den Bedingungen der Käfighaltung im Vordergrund stand. Einige in der Literatur vorhandene Leistungstests:

Table 3 Leistungsdaten der LSL-Hennen und der LB-Hennen in Volierenhaltung im Vergleich zu konventioneller Haltung (Lohmann Tierzucht, 2004): In der Arbeit von LeBris (2005) wurden die LSL-Hennen in unterschiedlichen Besatzdichten (18 Tiere/m² und 9 Tiere/m²) gehalten, die Ergebnisse der LSL-Hennen mit einer Besatzdichte von 9 Tieren/m² werden kursiv wiedergegeben.

	LSL-Hennen Lohmann Tierzucht (2004)	LB-Hennen Lohmann Tierzucht (2004)	LSL-Hennen LeBris (2005)	LB-Hennen LeBris (2005)
Legeleistung: - Alter bei 50 % der Eiproduktion - Durchschnittliche Legeleistung: - Maximale Leistung	145 – 150 Tage 92 – 95 %	140 – 150 Tage 92 – 94 %	 89,15 % / <i>90,17 %</i>	 86,72 %
Eier je Anfangshenne: - in 12 Legemonaten - in 14 Legemonaten	305 – 315 345 - 355	295 – 305 335 – 345	 305 / <i>304</i>	 306
Eimasse je Anfangshenne: - in 12 Legemonaten - in 14 Legemonaten	 19,0 – 20,0 kg 21,5 – 22,5 kg	 18,8 – 19,8 kg 21,4 – 22,4 kg	 19,5 kg / <i>19,43 kg</i>	 20,12 kg

Durchschnittliches Eigewicht: - in 12 Legemonaten - in 14 Legemonaten	62,0 – 63,0 g 62,5 – 63,5 g	63,5 – 64,5 g 64,0 – 65,0 g	64,13 g / <i>63,91 g</i>	65,74 g
Bruchfestigkeit der Eischale:	40 Newton	> 35 Newton	30,9 Newton / <i>31,6 Newton</i>	34,18 Newton
Lebensfähigkeit Legeperiode: Verluste am Ende der Legeperiode:	94 – 96 %	94 – 96 %	8,55 % / <i>10,34 %</i>	4,27 %

Einige in der Literatur vorhandenen Leistungstests von Hennen in Bodenhaltung, zu der auch die Volierenhaltung zählt, an denen die Linien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown beteiligt waren, werden in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4 Leistungsdaten von LSL-Hennen und LB-Hennen in Bodenhaltung (Nutzungsdauer 12 Legemonate)

	LSL-Hennen (Lange, 1996)	LB-Hennen (Lange, 1996)	LB-Hennen (Portmann et al., 2002 Preisinger und Hiller, 2002)	LB-Hennen (Lange, 2000)
Legeleistung: - Alter bei 50 % der Eiproduktion	147 Tage	151 Tage	151 Tage	138 Tage
- Durchschnittliche Legeleistung:				84,5 %
- Maximale Legeleistung:			94,2 %	

Eier je Anfangshenne: - in 12 Legemonaten	309 Eier	266 Eier	299 Eier	271 Eier
Eimasse je Anfangshenne: - in 12 Legemonaten	20,07 kg	17,65 kg	19,03 kg	17,4 kg
Durchschnittliches Eigewicht: - in 12 Legemonaten	64,9 g	66,2 g	62,95 g	64,3 g
Bruchfestigkeit der Eischale:			36,38 Newton	26,29 Newton
Lebensfähigkeit Legeperiode: Verluste am Ende der Legeperiode:	1,6 %	14,8 %	98,7 %	17,5 %

Bei Damme (2003) erzielten die LSL-Hennen 291 Eier je Anfangshenne in Neu-Ulrichstein (NU) und 304 Eier je Anfangshenne in Kitzingen (KT), der Futteraufwand pro kg erzeugter Eimasse bewegte sich zwischen 2,14 kg (KT) und 2,28 kg (NU). Die Mortalität lag in Kitzingen bei 2,2 %, betrug aber in Neu-Ulrichstein 11,7%.

Da es problematisch ist Leistungsdaten zu vergleichen, wenn sich die Nutzungsdauer der Hennen unterscheidet, haben Bergfeld et al. (2004) in ihrer groß angelegten Studie mit 17 teilnehmenden Betrieben in alternativer Haltung (Boden-, Volieren- und Freilandhaltung), immer nur die 21. – 68. LW in ihren Berechnungen berücksichtigt.

2.3 Rechtliche Vorschriften in Zusammenhang mit der Hennenhaltung

Die Schweiz verbot 1981 mit der Eidgenössischen Tierschutzverordnung die Käfighaltung und war somit der Vorreiter für ganz Europa, um die Legehennenhaltung in Zukunft tiergerechter zu gestalten. Seit dem Jahr 1992 gibt es in der Schweiz keine Batteriehaltung mehr, während dies in Deutschland erst ab 2007 mit dem totalen Verbot der Käfighaltung möglich sein wird. Die EU gestattet die Käfighaltung noch bis zum Jahr 2012 und hat ausgestaltete Käfige auf unbegrenzte Zeit zugelassen (EG-Richtlinie 1999/74/EG).

Die Haltung von Legehennen wurde bis zum Jahr 1999 durch die Verordnung zum Schutz von Legehennen bei Käfighaltung vom 10. Dezember 1987 geregelt, die mit dem Bundesverfassungsurteil vom 6. Juli 1999 für nichtig erklärt wurde.

Die Ausgestaltung alternativer Haltungsverfahren wurde erst ab dem 15. Mai 1991 mit der Verordnung 1274/91/EWG der Kommission mit Durchführungsvorschriften für die Verordnung Nr.1907/90/EWG des Rates über bestimmte Vermarktungsnormen für Eier gesetzlich vorgeschrieben. Da sich die Hennenhaltungsverordnung nur auf die Käfighaltung bezog, gab es auf diese Weise gültige Rechtsvorschriften, mit deren Hilfe man auf die Ausgestaltung der alternativen Haltungssysteme Einfluss nehmen konnte, was für auch für den Tierschutz von großer Bedeutung war. So wurden im Anhang II dieser Normen u. a. die Besatzdichte, das Angebot an Grünauslauf und die Einstreufläche für die Volierenhaltung, für die Bodenhaltung, sowie für die intensive Auslauf- und die Freilandhaltung definiert (Achilles et al., 2002a).

Die Deutsche Umsetzung der EU-Richtlinie (1999/74/EG-Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen) trat mit der Ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 28. Februar 2002 (BGBl. Jahrgang 2002 Teil 1 Nr.16) in Kraft. Neue Haltungsformen für Hennen müssen demnach so gestaltet werden, dass raumgreifende Bewegungen möglich sind, zur Eiablage ein Nest zur Verfügung steht und die Tiere artgemäß fressen, trinken, ruhen und staubbaden können. Es wird nicht mehr zwischen Käfigen, ausgestalteten Käfigen und alternativen Haltungsformen unterschieden, aber die allgemeingültigen Anforderungen sind so definiert, dass nur noch die Boden-, die Volierenhaltung und Auslaufformen diesen Anforderungen gerecht werden (Achilles et al., 2002a).

Table 5: Wichtige rechtliche Vorschriften für die Legehennenhaltung

	EU-Richtlinie (1999/74/EG- Mindest- Anforderungen zum Schutz von Legehennen)	TierSchNutzV (Deutsche Umsetzung der Richtlinie 1999/74/EG)	Neue Vermarktungs- Normen für Eier (Änderung der Verordnung 1274/91/EWG sowie 1907/90/EWG)	Bio- Tierhaltungs- verordnung (Verordnung 1804/1999/ EG)
Bestandsgrenze	-	Max. 6000 Hennen je Gruppe	-	Max. 3000 Hennen je Stall
Besatzdichte	Max. 9 Hennen je m ² nutzbare Fläche (Ausnahme: max. 12 Hennen je m ² verfügbare Fläche)	Max. 9 Hennen je m ² nutzbare Fläche (Ausnahme mehretagige Systeme max. 18 Hennen je qm Stallgrundfläche)	Max. 9 Hennen je m ² nutzbare Fläche (Ausnahme: max 12 Hennen je m ² verfügbare Fläche)	Max. 6 Hennen/m ²
Einstreufäche	Mind. 1/3 der Bodenfläche, mind. 250 cm ² je Henne	Mind. 1/3 der Bodenfläche, mind. 250 cm ² je Henne	Mind. 1/3 der Bodenfläche, mind. 250 cm ² je Henne	Mind. 1/3 der Bodenfläche
Rundfüttertrog	Mind. 4 cm je Henne	Mind. 4 cm je Henne	Mind. 4 cm je Henne	-
Längsfüttertrog	Mind. 10 cm je Henne	Mind. 10 cm je Henne	Mind. 10 cm je Henne	-
Rinnentränke	Mind. 2,5 cm je Henne	Mind. 2,5 cm je Henne	Mind. 2,5 cm je Henne	-
Rundtränke	Mind. 1 cm je Henne	Mind. 1 cm je Henne	Mind. 1 cm je Henne	-
Nippel/Näpfe	Max. 10 Hennen je Stück	Max. 10 Hennen je Stück	Max. 10 Hennen je Stück	-

Einzelnest	Mind. 1 je 7 Hennen	Mind. 1 je 7 Hennen	Mind. 1 je 7 Hennen	Mind. 1 je 8 Hennen
Gruppennest	Max. 120 Hennen für mind. 1 m ²	Max. 120 Hennen für mind. 1 m ²	Max. 120 Hennen für min. 1m ²	Mind. 120 cm ² je Henne (= 83 Hennen je m ²)
Sitzstange	Mind. 15 cm je Henne	Mind. 15 cm je Henne	Mind. 15 cm je Henne	Mind. 18 cm je Henne
Licht	-	Mind. 8 h ununterbrochene Nachtruhe; bei Neubauten mind. 3 % der Grundfläche als Lichtöffnung	-	Mind. 8 h ununterbrochene Nachtruhe
Ammoniak	-	< 20 ppm	-	-

Seit dem 01.01.2004 müssen auf jeder Eierpackung die Haltungskategorien Käfig-, Boden- oder Freilandhaltung angegeben werden (Richtlinie 1999/74/EG; Verordnung (EWG) Nr. 1274/91 Artikel 18 und Anhang III). Hinzu kommt ein Erzeugercode, aus dem Haltungsform und Herkunftsland ersichtlich sind und der die Nummer des Erzeugerbetriebes enthält (ZDG, 2002).

2.4 Verhalten und das Wohlbefinden der Legehennen in der Voliere

Die wesentlichen Vorteile einer Voliere bestehen darin, dass alle Arten der Fortbewegung (Schreiten, Laufen, Hüpfen, Fliegen) sowie raumgreifende Bewegungen des Komfortverhaltens (Flügelschlagen, Flügel-Bein-Strecken) möglich sind. Zudem stehen Nester zur Eiablage, Einstreu für das Sandbaden und Scharren sowie Sitzstangen zum Ruhen zur Verfügung, obwohl Besatzdichten von über 20 Hennen pro Quadratmeter Stallfläche erreichbar sind (Bessei, 1997).

Die Voliere bietet auch ausreichend Platz und Möglichkeiten, dass das so genannte synchrone Verhalten ausgeübt werden kann. Nach Appleby et. al. (1992) lernen Vögel Verhaltensweisen nicht immer voneinander, sondern sie kopieren im sprichwörtlichen Sinn Verhaltensweisen in der Art, dass verschiedene Aktivitäten synchron in Gruppen ausgeführt werden. Dieses ist besonders gut für die Futteraufnahme untersucht. In allen Haltungssystemen fressen Vögel für gewöhnlich eher gemeinsam als zu unterschiedlichen Zeiten. Dieses Verhalten kann durch verschiedene Stimuli wie z.B. die Tageszeit oder durch eine neue Futterlieferung ausgelöst werden (Appleby et al., 1992).

2.4.1 Besatzdichte und Gruppengröße

Das Ziel der Geflügelhalter und der Stallbauer besteht darin, das vorhandene Stallvolumen maximal zu nutzen, das heißt, dass in punkto Gruppengröße und Besatzdichte ein Mittelweg zwischen den Ansprüchen der Legehennenhalter und den Bedürfnissen der Legehennen eingehalten werden muss.

Bei wilden und verwilderten Hühnern besteht die grundlegende soziale Einheit aus etwa 4 bis 12 Hennen mit einem dominantem Hahn und ihren subadulten Nachkommen (Collias et al., 1966; McBride et al., 1969).

Nach D'Eath und Keeling (2003) gibt es Hinweise darauf, dass Hennen bereits in Gruppen von mehr als 120 Tieren nicht mehr in der Lage sind, andere Hennen als individuell zu erkennen und so eine Rangordnung aufrecht zu erhalten. Aber es spricht auch vieles dafür, dass Hennen in der Lage sind, ihr Sozialverhalten an die Gruppengröße anzupassen und in großen Gruppen nur noch aufgrund äußerer Merkmale wie Körper- und Kammgröße auszuweichen oder anzugreifen, wobei gleichzeitig die Interaktion zwischen den Tieren vermindert ist.

Ein häufig diskutiertes Problem im Zusammenhang mit Besatzdichte und Gruppengröße ist Federpicken und Kannibalismus unter den Tieren.

Hughes et al. (1997) stellten fest, dass sich die Tiere mit zunehmender Gruppengröße nicht mehr an einer Hierarchie orientierten und agonistische Verhaltensweisen abnahmen, so dass in großen Gruppen agonistische Interaktion wohl keine Funktion der Gruppengröße mehr sei.

Nicol et al. (1999) fanden heraus, dass mäßiges Federpicken mit dem Alter der Hennen zunimmt und am häufigsten bei hohen Besatzdichten und großen Herden auftrat, während aggressives Federpicken am häufigsten bei niedrigen Besatzdichten und in kleinen Herden vorkam. Sie schlossen daraus, dass Vögel in großen Herden unter hohen Besatzdichten nicht-soziale und nicht-aggressive Verhaltensweisen annehmen.

Die Untersuchungen von Baumgart (2005) ergaben, dass die kleinste Gruppe mit der niedrigsten Besatzdichte die häufigsten Federpick- und Federziehaktionen ausführte, während in der größten Gruppe und mit der höchsten Besatzdichte die signifikant meisten aggressiven Verhaltensweisen beobachtet werden konnten.

Hirt (2001) nimmt an, dass in kleinen Herden eine Hackordnung mit Weichen eine Rolle spielt.

Bei Bilčík und Keeling (2000) trat Federpicken am häufigsten in großen Gruppen auf.

Bessei (1983) stellte fest, dass die Gruppengröße in puncto Federpicken eine wichtige Rolle spielt, da mit höheren Tierzahlen vermehrt Unruhe im Stall entsteht, und außerdem die Wahrscheinlichkeit größer ist, dass die Gruppe „Picker“ enthält und so diese mehr Möglichkeiten haben ihre Aktivitäten auszuüben.

Zu einem ähnlichen Schluss kamen auch Zelter et al. (2000), die zeigten, dass Federpicken sozial übertragen werden kann und deshalb wahrscheinlich in größeren Gruppen häufiger auftritt.

Aber auch die Besatzdichte scheint einen Einfluss zu haben, denn nach Untersuchungen von Allen und Perry (1975), Simonson et al. (1980), und Hansen und Braastad (1994) wird das Gefieder mit steigender Besatzdichte schlechter.

Bessei (1983) fand, dass sich die verschiedenen Autoren nicht einig sind, ob hohe Besatzdichten einen Einfluss auf das Federpicken haben oder nicht, da manche Untersuchungen einen Einfluss erkennen ließen und andere wieder nicht. Deshalb schloss er daraus, dass der Effekt der Besatzdichte sehr stark mit anderen Interaktionen verflochten sein muss, und darum keine einheitlichen Ergebnisse zu erzielen sind.

Das Auftreten von aggressivem Picken war bei den Untersuchungen von Charmichael et al. (1999) niedrig und nicht abhängig von der Besatzdichte. Zudem hatte die Besatzdichte keinen Einfluss auf die Frequenz des Auftretens agonistischer Interaktionen.

Nach Keppler et al. (2003) hatte die Besatzdichte beim Auftreten von federlosen Stellen signifikanten Einfluss, der in der Folge zu mehr Verletzungen und Kannibalismus führte.

Auch Huber und Audigé (1999) wiesen nach, dass Federpicken signifikant häufiger bei Besatzdichten von über 10 Tieren pro qm nutzbare Fläche vorkommt.

Zu einer hohen Intensität des gegenseitigen Bepickens, das teilweise auch zu erheblichen Verletzungen und damit auch zum Tod führen kann, kommt es nach Bessei (1997) im Zusammenhang mit hohen Besatzdichten und in großen Gruppen.

Keppler (2003) stellte fest, dass durch eine Reduktion der Besatzdichte bzw. der Gruppengröße das Federpicken deutlich verringert werden konnte und schloss daraus, dass Federpicken im Zusammenhang mit hoher Pickaktivität auftritt und durch eine Anreicherung der Umwelt, die den Vögeln eine artgemäße Futtersuche und Futteraufnahme ermöglicht, verhindert werden kann.

2.4.2 Nutzung des dreidimensionalen Raums und der Sitzstangen

Sitzstangen sind aus unterschiedlichen Gründen äußerst wichtig für das Wohlbefinden von Hühnern.

Zum Schutz vor Bodenfeinden übernachten Hühner, wenn sie die Möglichkeit dazu erhalten, auf erhöhten Plätzen (McBride et al., 1969; Wood-Gush und Duncan, 1976; Fölsch, 1982). Unabhängig von einer tatsächlichen Bedrohung durch Beutegreifer bedeutet der Aufenthalt auf erhöhten Plätzen wahrscheinlich Sicherheit für die Hühner (Staak und Knierim, 2003). Die Hennen zeigten sogar Anzeichen von Frustration, wenn der Zugang zu den Sitzstangen verwehrt wurde (Olsen und Keeling, 2000).

Sitzstangen werden erst dann als Ruheplatz anerkannt, wenn sie sich mindestens 5 cm über dem Boden befinden (Faure und Jones, 1982a, b).

Channing et al. (2001) fanden heraus, dass Ruheverhalten generell auf den Sitzstangen erfolgt, während Scharren und Sandbaden, Boden assoziierte Verhaltensweisen darstellen. Die Tendenz der Hennen am Nachmittag die Sitzstangen zu verlassen und den Scharraum aufzusuchen entsprach dem Tagesablauf der Vögel, welche am Vormittag vermehrt ruhten, während sie am Nachmittag erhöhte Aktivität in Form von Bewegung, Scharren und Sandbaden zeigten (Channing et al., 2001).

Zum Picken, Scharren und Sandbaden wird von den Legehennen der Einstreubereich genutzt. Der Anteil der Hennen, die im Einstreubereich beobachtet werden, variiert unter den verschiedenen Autoren sehr stark (Bessei, 1997).

Blokhuis und Metz (1992) konnten im TWF-System 31 % der Tiere im Scharraum beobachten. Während der Anteil der Hennen im Scharraum des Boleg-Systems nur bei 6,5 %

lag, wurden im Hans-Kier-System mit 32 % ähnliche Werte wie bei Blokhuis und Metz (1992) erhoben (Norgaard-Nielsen et al., 1993).

Nach Fölsch et. al (2000) liegt die durchschnittliche Anzahl von Hennen, die sich in der Voliere befinden bei 68,5 %. Zu Beginn und am Ende des Lichttags liegt die Nutzung der Voliere bei über 95 %, und während der Hauptlegezeit ist die Nutzung der Voliere am geringsten.

Unter natürlichen Bedingungen lernen Küken von ihrer Mutter, Sitzstangen zu benützen, aber auch ohne Mutter lernen Küken Sitzstangen zu benützen, wenn sie während der ersten Lebenswochen verfügbar sind. Allerdings sinkt die Fähigkeit den dreidimensionalen Raum zu benutzen mit dem Alter der Hennen (Appleby et al., 1988).

Appleby et al. (1983) wiesen nach, dass bereits in der Aufzuchtphase an Sitzstangen gewöhnte Hennen deutlich weniger Eier verlegen als Hennen, die ohne Sitzstangen aufgezogen wurden.

Gunnarsson et al. (1999) zeigten, dass ein früher Zugang zu Sitzstangen die Mortalität und den Kloakenkannibalismus der Herde signifikant senkt.

Scott et al. (1999) wiesen nach, dass Hennen leicht eine Distanz von 50 cm durch Springen überwinden können, aber bei 150 cm Abstand misslang 9 von 10 Vögeln der erste Versuch erfolgreich zu landen.

2.4.3 Nestwahlverhalten und verlegte Eier

Nach Fölsch (1981) kann das nestorientierte Verhalten eingeteilt werden in Nestsuche, Nestinspektion, Beziehen des Nestes und Nestbau, Eiablage und Ruhen im Nest nach der Eiablage.

Nach Rietveld-Piepers (1987) führen die Legehennen schon vor Beginn der Legereife intensive Nestinspektionen durch, diese werden auch noch während der Legetätigkeit ausgeführt, wobei diese dann mehr den Charakter von Intensionsbewegungen zum Betreten des Nestes haben.

Hühner inspizieren nach Oester et al. (1997) unter erhöhter Lokomotion mehrmals den Nestort und weisen einfaches Nestbauverhalten auf.

Um die Nestsuche zu erleichtern ist den Hennen genügend Zirkulations- und Ausweichfläche vor den Nestern anzubieten (Fölsch et al., 1994).

Mehrere Experimente konnten zeigen, dass Hennen dazu motiviert sind ihre Eier in Nestboxen abzulegen (Appleby und McRae, 1986; Duncan und Kite, 1989; Cooper und Appleby, 1995, 1996a).

Wenn kein ausreichender Nestplatz vorhanden ist, verbringen die Hennen mehr Zeit mit der Nestsuche als Teil des nestorientierten Verhaltens (Cooper und Appleby, 1995, 1996a). Cooper und Appleby (2003) fanden heraus, dass die Motivation von Hennen ein geschütztes Nest aufzusuchen größer war als nach 4 Stunden Futterentzug zu fressen. Der Motivationsgrad, wurde daran gemessen, mit wie viel Vehemenz eine Henne bereit war, sich durch einen schmalen Spalt zu drücken. Aber selbst dann, wenn attraktive Nester angeboten werden, legen Hennen manchmal, trotz der eigentlichen Motivation das Nest zu benutzen, ihre Eier außerhalb des Nestes ab (Sherwin and Nicol, 1993). Dies könnte nach Meinung von Keeling (2004) daran liegen, dass der Nestplatz von der Henne als ungeeignet empfunden wird und sie deshalb, als letzte Möglichkeit, bereit ist, ihr Ei an einem weniger passenden Platz abzulegen. Für diese Hennen existiert kein Nest. Aber es könnte auch sein, dass die Henne ihr Ei nicht ins Nest legt, weil ihr der Platz, den sie ausgewählt hat, viel geeigneter scheint oder sie gerade nicht dazu motiviert ist ihr Ei an einem geschütztem Platz abzulegen (Keeling, 2004).

Bauer (1995) kam nach seinen Untersuchungen zum Nestwahlverhalten von Legehennen in alternativen Haltungssystemen unter anderem zu folgenden Schlüssen:

- Die Nester beider Stallseiten wurden während der Legeperiode relativ gleichmäßig benutzt, wobei die Wandseite etwas bevorzugt wurde.
- Zu Beginn der Legeperiode wurden von den Junghennen, während ältere Hennen geschlossene Nester vorzogen, offene Nester bevorzugt, in denen anwesende Hühner sichtbar waren, da sich Junghennen in Ermangelung von erfahrenen Alttieren an anderen Junghennen orientieren. Er empfiehlt deshalb eine rechtzeitige Umstallung der Tiere in den Legebetrieb (16. LW), um den Tieren Gelegenheit zu geben die Nester kennen zu lernen und am Anfang sollte auf die Vorhänge vor den Nestern verzichtet werden, damit sich die Junghennen an den anderen orientieren können.
- Hähne haben keinen direkten Einfluss auf die Nestwahl der Hennen und damit auf eine Verringerung der Verlegerate in Hühnerhaltungen, da von den Hähnen meist unerwünschte Bodennester angeboten wurden.
- Während der Tageslegespitze, wo ca. 25 % der Tageslegeleistung erreicht werden, wurden, unabhängig vom Alter der Tiere, alle Eier innerhalb einer Stunde gelegt. Bei einer Legeleistung von 90 % suchten also 23,5 % aller Hennen einer Herde das Nest innerhalb einer Stunde auf, deshalb ist eine der Grundvoraussetzungen zur Senkung der Verlegerate die Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl an Nestern.

Erhalten Junghennen bereits während der Aufzuchtphase Zugang zu Sitzstangen, können sie als adulte Tiere die Anflugstangen vor den Nestern problemlos nutzen, weshalb nach Appleby et al. (1983) und Rauch (1991) die Art der Haltung während der Junghennenaufzucht eine große Rolle spielt.

Aber auch die Platzierung der Anflugstangen in geeigneter Höhe und Abstand ist für die gute Erreichbarkeit der Nester von entscheidender Bedeutung, da so der Anteil der verlegten Eier gegenüber der gleichen Haltung ohne zusätzliche Anflugstangen um ein Viertel reduziert werden konnte (Rauch, 1995a).

Für die Annahme des Nestes scheint nach Duncan und Kite (1989) die Formbarkeit des Nestbodens oder eine dem Körper der Henne schon angepasste Form des Nestbodens eine wichtige Rolle zu spielen.

Einen Anreiz zum Picken sollte der Untergrund ebenfalls geben, wobei sich schmale Streifen von künstlichem Rasen bei der Verwendung von Plastik-Abrollböden bewährt haben (Reed und Nicol, 1992).

Nach Van Emous (2003) sollten die Nester 2 Stunden vor Lichtbeginn geöffnet und 1 Stunde vor der Dunkelheit geschlossen werden. Die Hennen sollten nicht später als mit 17

Wochen in den Legebetrieb überführt werden, um den Tieren die Gelegenheit zu geben den neuen Stall und seine Nester zu untersuchen (van Emous, 2003).

In Nestern mit Schließsystem entstanden während der Untersuchungen von Kjaer (1994) weniger schmutzige Eier als in Nestern, die nachts geöffnet blieben. Zudem besaß die Nestgröße keinen klaren Einfluss auf die Frequenz verlegter Eier und den Anfall von Brucheiern im Nest.

Tabelle 6 Verlegerate für die Linien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown in Bodenhaltung aus der Literatur

	Portmann et al. (2002), Preisinger und Hiller (2002)	Damme (2003) Neu-Ulrichstein Kitzingen	Lange (2000)	LeBris (2005) 18 Hennen/m ² <i>9 Hennen/m²</i>
LSL		8,9 % (NU) 1,7 % (KT)		6,13 % 8,81 %
LB	6,7 %		2,5 % Einstreunester 5 % Abrollnester	2 %

2.5 Leistung

Die regelmäßige Veröffentlichung der zusammengefassten Ergebnisse der Leistungsprüfungen für Hühner hat den Wettbewerb zwischen den „Zuchtprodukten“ und damit auch die Leistungsentwicklung der Legehybriden nachhaltig beeinflusst. Zudem werden den Haltern wertvolle Entscheidungshilfen beim Ankauf der Tiere gegeben (Flock und Heil, 2001).

2.5.1 Legeleistung

Eine der wichtigsten Größen für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Herde ist der als Prozentwert ausgedrückte Anfall der täglich gelegten Eier im Vergleich zur Anzahl der anfangs eingestellten Hennen, aber auch die Legereife, die gelegten Eier je Henne, das Eigewicht, die Eimasse je Henne und die Verluste sind wichtige Parameter zur Leistungsbeurteilung.

In der 30. Lebenswoche erreicht die Legeleistung ihr Optimum und fällt danach kontinuierlich ab (Kreienbrock et al., 2003).

Da es problematisch ist, Leistungsdaten von Legehennen zu vergleichen, deren Nutzungsdauer unterschiedlich lang war, weil z.B. die Eigröße mit dem Alter zunimmt, die Legeleistung hingegen abnimmt und die Verluste steigen, haben Bergfeld et al. (2004) bei der Auswertung der Daten ihrer 17 Betriebe nur die Werte von der 21. bis zu der 68. Lebenswoche berücksichtigt.

Laut Lange (1996) schnitten Hennen aus Käfighaltung in den wirtschaftlich wichtigen Leistungsmerkmalen signifikant besser ab als Hennen aus Volierenhaltung, wobei die braunen Herkünfte im Vergleich zu den weißen Herkünften größere Leistungsdifferenzen zwischen den Haltungssystemen aufwiesen.

Nach Groot Koerkamp et al. (1995) zeigten braune und weiße Legehennen fast gleich hohe Produktionsleistungen im Vergleich einer Volierenhaltung mit der Käfighaltung. Zum selben Schluss kamen auch, im Bezug auf alternative Haltungssysteme, Koelkebeck und Cain (1984), COVP (1988), SGS (1987- 1993) und Achilles (2002b).

Gerken (1994) stellt fest, dass die Wirtschaftlichkeit der alternativen Haltungssysteme durch die Gefahr von unvorhersagbaren Produktionsschwankungen stark belastet ist.

Staak und Knierim (2003) fordern deshalb ein besseres Gesundheitsmanagement und die bessere Aus- und Fortbildung von Haltern und Tierbetreuern in alternativen Haltungssystemen, da die Betriebsführung und Betreuung in alternativen Haltungssystemen

sehr viel mehr Kenntnisse über das Verhalten, das Gesundheitsmanagement und die Bedürfnisse der Tiere erfordert.

2.5.2 Eischalenqualität

Die Qualität der Eischale ist in erster Linie abhängig von Schalendicke und Bruchfestigkeit. Hauptursache für Schalenbrüche ist eine ungenügende Schalendicke (Fehlhaber et al., 1992). Nach Kolb (1979) ist ab einer Schalendicke von 0,32 mm eine genügend große Bruchfestigkeit vorhanden. Nach Lange (2000) ist die Bruchfestigkeit eine Kraft, gemessen in kp, die auf die beiden Pole des Eis einwirkt, bis die Schale zerbricht. Da die Eischale an den Polen stärker ist als am Äquator, sollte nach Scholtyssek (1968) die Dicke immer an derselben Stelle gemessen werden. Üblicherweise ist dies die Äquatorialgegend.

Tabelle 7 Einige Faktoren, die die Schalenqualität und damit auch die Bruchfestigkeit beeinflussen

Faktor	Erklärung	Autor
Alter der Legehennen	Am Ende der Legeperiode nimmt die Eischalenfestigkeit mit zunehmender Eiergröße ab Mit dem Alter zunehmend wird die Resorption und Verwertung des Kalziums im Futter immer schlechter.	Scholtyssek (1994) Baumgart (2005)
Mineralstoffe	Unausgewogene Kalzium-Phosphor-Versorgung Wichtig ist eine kontinuierliche und ausreichende Versorgung mit Kalzium im Futter. Der Gehalt im Futter sollte mindestens 3,7 % betragen. Werden nur 1,5 % verabreicht, ist die Bildung der Eischale bereits nach 24 Stunden gestört.	Grashorn (2004) Kolb (1992) Keshavarz (1986)
Temperatur	Durch den verringerten Futtermittelverzehr in der heißen Jahreszeit und den gesteigerten Stoffwechsel reduziert sich die Retentionsrate von Kalzium. Hitze reduzierte den Transport von Ca ²⁺ vom Duodenum ins Blut.	Scholtyssek (1968) Mahmoud et al. (1996)

Stress	Bei großer Aufregung im Stall oder wenn die Hennen in der Phase der Eibildung gestört, aufgeschreckt oder beunruhigt werden, entstehen weiche, rissige Eischalen.	Appleby et al. (2004)
Infektionskrankheiten	Newcastle Disease, Egg Drop Syndrom, Infektiöse Bronchitis	Grashorn (2004)
Hormonaler Status	Mauser und Zwangsmauser aktivieren Kalziumstoffwechsel und sorgen auf diese Weise für eine gute Eischalenqualität.	Nichelmann (1992)
Vitamine	Ausreichende Versorgung mit Vitamin D: 450 I.E. pro kg Futter für Hennen mit hoher Leistung Aber auch Vitamin C ist von Bedeutung.	Leyendecker et al. (2002) Scholtyssek (1968)
Schadgase	50 ppm Ammoniak: kein Einfluss auf Eischalenqualität 100 ppm Ammoniak: leichte Verbesserung der Schalenqualität, da die Reduzierung der Futteraufnahme und der Eimasseproduktion korrespondierten und so je Ei die gleichen Kalziummengen zur Verfügung standen 100 ppm Ammoniak und 32° C: Verschlechterung der Eischalenqualität, da Futteraufnahme stärker abfiel als Eimasseproduktion.	Amer et al. (2003)

Bei den Untersuchungen von Pingel und Jeroch (1980) schwankte während der ersten Monate der Legeperiode die **Schalendicke**, bei 9 untersuchten Genotypen, zwischen 310 und 330 µm, wobei sie in den letzten Monaten der Legeperiode auf Werte zwischen 230 und 290 µm zurückging.

Leyendecker et al. (2002) stellen ebenfalls einen Rückgang der Schalendicke von 319,6 µm im 6. Legemonat über 326,8 µm im 9. Legemonat auf 309,7 µm im 14. Legemonat fest. Als sie dann die Schalendicken von unterschiedlichen Haltungssystemen verglichen, schnitten die Volierenhennen signifikant mit einem Mittelwert von 320,8 µm aus den 3 Untersuchungsterminen am besten ab.

Der Medianwert der Eischalendicke der Untersuchungen von Baumgart (2005) bei Hennen der Linie Tetra-SL in Volierenhaltung lag bei 0,4 mm. Bei den Untersuchungen verschiedener Linien in Volierenhaltung von LeBris (2005) wiesen die LB-Hennen und die LT-Hennen mit einem Medianwert von jeweils 0,4 mm eine signifikant dickere Eischale auf als die LSL-Hennen (18 bzw. 9 Hennen/m²) mit 0,35 mm bzw. 0,34 mm.

Die **Bruchfestigkeit** liegt normalerweise zwischen 20 bis 40 N (Anonym, 2004). Die Untersuchungen von Leyendecker et al. (2002) zeigten eine Zunahme der Bruchfestigkeit der Eischalen von 37,9 N im 6. Legemonat auf 38,9 N im 9. Legemonat und dann einen Abfall auf 31,4 N im 14. Legemonat. Bei dem Vergleich der Bruchfestigkeit von Hennen in Volierenhaltung mit Hennen in Käfighaltung und ausgestalteten Käfigen schnitten die Käfighennen mit einem Mittelwert von 36,3 N am besten ab, gefolgt von den Volierenhennen mit einem Mittelwert von 36,1 N und das Schlusslicht bildeten die Hennen in den ausgestalteten Käfigen mit einem Mittelwert von 34,4 N aus den 3 Untersuchungsterminen. Aufgrund seiner Untersuchungen schlossen Leyendecker et al. (2002), dass den Hennen aus Volierenhaltung aufgrund der niedrigeren Legeleistung und der höheren Futteraufnahme mehr Kalzium pro Ei zur Verfügung steht. Da sie auch im Rohmittel leichtere Eier legten, ergab dies zusätzlich einen niedrigeren Kalziumaufwand für die Eibildung, und folglich konnten die Tiere mehr Mineralstoffe im Knochen speichern.

Nach Bishop et al. (2000) besteht zwischen eine negative Korrelation zwischen Schalenstabilität und Knochenfestigkeit.

Leyendecker et al. (2001) stellten ebenfalls eine negative Korrelation zwischen der Festigkeit der Tibiaknochen und der Dicke der Eischalen fest. Die Untersuchungen von Leyendecker et al. (2002) konnten dies bestätigen.

Die Bruchfestigkeit der Legehybriden Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown in Volierenhaltung wurde bereits im Kapitel 2.2 angegeben.

Tabelle 8 Angaben zu Knick- und Brucheiern für die Linien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown aus der Literatur in Bodenhaltung

	Lange (2000) (Knickeier)	Lange (1996) (Knickeier)	Portmann et al., Preisinger und Hiller (2002) (Knickeier)	LeBris (2005) (Knick- und Brucheier) 18 Hennen/m ² <i>9 Hennen/m²</i>
LSL-Hennen		2,0 %		0,12 % ($\pm 0,04$) 0,18 % ($\pm 0,05$)
LB-Hennen	0,9 % Einstreunester 1,6 % Abrollnester	1,6 %	1,2 %	0,30 % ($\pm 0,09$)

Bei den Untersuchungen von Leyendecker et al. (2002) wiesen die in einer Voliere gehaltenen Hennen einen Knick- und Brucheianteil von 7,2 % auf.

2.5.3 Eigewicht

Nach Grashorn (2004) sind für die Eigröße folgende Faktoren von Bedeutung:

- Herkunft: Weißleger 62 – 63 g, Braunleger 65 – 67 g
- Alter: die Eigröße nimmt mit dem Hennenalter zu
- Körpergröße in Relation zum Herdenmittel
- Futterzusammensetzung
- Stalltemperatur
- Krankheiten: Infektiöse Bronchitis, Newcastle Disease, Lebererkrankungen und Intoxikationen

Pingel und Jeroch (1980) stellten fest, dass eine zu frühe Legereife, infolge intensiver Fütterung und Beleuchtung der Junghennen, die Ursache dafür sein kann, wenn die erwartete Eigröße in den ersten Lebenswochen nicht erreicht wird.

Futterbedingte Mängel, wie z.B. Methionin-, Cystin-, Protein-, Lysin-, Energie-, Linolsäure- oder Wassermangel, und Stalltemperaturen ab 25° C kommen als Ursache in Frage, wenn die Eigröße erst während der Legeperiode abnimmt (Pingel und Jeroch, 1980).

Nach Flemming (2005) besteht zwischen Legeleistung und Eigewicht ein sehr enges umgekehrtes Verhältnis. So weist eine Herde mit schlechterer Leistung oft ein höheres Eigewicht auf, speziell nach dem Leistungspick.

2.5.4 Eiverschmutzung

Ursachen für die Verschmutzung der Eischale nach Krax (1974):

Haltungsfaktoren:

- bei Eileitervorfällen
- Eileiterentzündungen
- Kannibalismus
- Hühnertyphus

Mit Blut beschmierte Eier:

- unsaubere Nester
- feuchte verklebte Einstreu
- zu wenig Einstreu
- zu viel Glucken

Bei vergleichenden Untersuchungen über die Eiverschmutzung in den einzelnen Haltungssystemen, war der Anteil verschmutzter Eier in der Auslaufhaltung am höchsten mit 28,9 %, danach folgte die Bodenhaltung mit 8,4 % und die Käfighaltung mit 1,2 % (Krax, 1974).

Tabelle 9 Schmutzeangaben aus der Literatur der Linien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown in Volierenhaltung

	Lange (2000)	Lange (1996)	LeBris (2005) 18 Hennen/m ² 9 Hennen/m ²
LSL		6,6 %	0,32 % 0,46 %
LB	Einstreunester: 5,3 % Abrollnester: 7,6 %	3,0 %	0,07 %

2.6 Die Tiergesundheit

Für die Bewertung von Legehennenhaltungssystemen stellt die Tiergesundheit einen wesentlichen Aspekt dar, weil sie sowohl für das Wohlbefinden der Tiere, als auch für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend ist (Bergfeld et al., 2004).

2.6.1 Gesundheitsprobleme

Nach Engström und Schaller (1993) treten in Voliersystemen mit Einstreu vergleichbare Gesundheitsprobleme auf wie bei der konventionellen Bodenhaltung. Nach Daten des Tiergesundheitsdienstes Bayern von 1978 – 1983 war die Behandlungshäufigkeit gegen Kokzidien und Würmer bei konventionellen Bodenhaltungen im Vergleich zur Käfighaltung deutlich erhöht (Gerken, 1994).

Golze (1999) und Achilles et al. (2002b) stellten in Haltungssystemen mit Einstreu und / oder Auslauf tendenziell einen stärkeren Verwurmungsgrad fest.

Nach Witt (1999) ist das Übertragungsrisiko von Darmparasiten durch den verstärkten Kontakt mit Einstreu und Exkrementen stark erhöht.

Endoparasitäre Infestationen werden nach Tauson (2005) sehr stark durch die hygienischen Bedingungen beeinflusst und so bedeutet Kontakt zu Einstreu ein höheres Risiko für die Tiere diese Erkrankungen zu bekommen.

Verkrümmungen und Brüche des Brustbeins sind in Systemen mit Bewegungs- und Flugmöglichkeit höher (Achilles, 2002a).

Nach Carstens et al. (1935) spielen für die Entwicklung von Brustbeinverkrümmungen das Gewicht der Tiere, die Form und Härte der Sitzstangen, aber auch die genetische Herkunft eine wichtige Rolle.

Die Entstehung von Brustbeinverkrümmungen ist zu einem hohen Anteil nach Tauson (2005) mit dem Rastplatz der Hennen verbunden und treten deshalb hauptsächlich in Systemen mit Sitzstangen auf oder in Systemen, in denen die Vögel auf einer unebenen Fläche ruhen.

Siegwart (1991) und Tauson und Abrahamsson (1994) stellten fest, dass die genetische Herkunft ebenfalls bei der Entstehungshäufigkeit von Fußkrankheiten eindeutige Effekte hat, genauso wie die Verwendung von Sitzstangen.

Nach Tauson (2005) ist die treten Fußkrankheiten wie Sohlenballengeschwüre häufiger in Systemen auf, in denen Sitzstangen verwendet werden, vor allem wenn die Vögel in Kontakt mit Einstreu oder Feuchtigkeit kommen.

Bei seinen Versuchen mit LSL-Hennen und Hennen der Linie Tetra stellte Oester (1994) fest, dass im es Versuch mit braunen Hennen länger dauerte, bis Fußballengeschwüre

auftraten, aber dass sie mehr Tiere betrafen und schwerwiegender waren als bei den weißen Hühnern. Die LSL-Hennen entwickelten in den Ställen mit Gittersitzstangen keine Sohlenballengeschwüre und nur wenige Sohlenballengeschwüre bei der Verwendung von gekehlten Holsitzstangen, den doppelten Holzlatten und den Holzstanzstangen mit Gummiüberzug. Am schlechtesten schnitten die Kunststoffstanzstangen ab, vermutlich wegen eines anderen „Mikroklimas“ (Oester, 1994).

Der Befall mit der roten Vogelmilbe stellt ein weltweites Problem in der Geflügelproduktion dar, vor allem in der Haltung von Legehennen hat sich europaweit das Problem der Bekämpfung der Roten Vogelmilbe verschärft (Liebisch und Liebisch, 2003). Schäden durch Milbenbefall in Geflügelbeständen werden häufig erst durch massenhaften Befall sichtbar, weil Legehennen lange Zeit in der Lage sind durch verstärkte Aufnahme von Wasser und eiweißreichem Futter Blutverluste auszugleichen. Nachlassen der Legetätigkeit bei gleichzeitiger Erhöhung des Futtermittelsverbrauchs sind als starke Hinweise auf Milbenbefall anzusehen (Liebisch und Liebisch, 2003).

2.6.2 Verluste

Die meisten Autoren fanden in Voliersystemen höhere Verlust- und Kannibalismusraten als in konventioneller Käfighaltung (Weber et al., 2003; Petermann, 2003; Bessei, 1997; Bessei und Damme, 1998; Gerken, 1994; Scientific Veterinary Committee, 1996; und Tauson, 2002). Aber die Untersuchungen von van Horne (1996) und van Horn et al. (1997) bewiesen das Gegenteil, indem die Verlustraten in Volierenhaltung niedriger waren als in Käfighaltung. Die Literaturstudie von Aerni et al. (2005) zeigte schließlich, dass es keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Mortalitätsraten von Volieren- und Käfighaltung gibt.

In einer repräsentativen Studie aus der Schweiz von 128 Herden aus 96 Praxisbetrieben von Häne (1999) zeigte sich, dass wesentlich niedrigere Mortalitätsraten erreicht werden können, wenn langfristige Erfahrung mit der Haltung von Hennen in alternativen Haltungssystemen besteht. In dieser Studie lag die durchschnittliche Herdengröße bei 1655 Hennen, bei einer Haltungsdauer von 364 Tagen ergab sich für die Stallhaltung eine Mortalitätsrate von 7,7 % (Voliere, Boden- und Rosthaltung), bei Stallhaltungen mit Kaltscharräum lag die Mortalität bei 5,1 % und bei Freilandhaltungen lag sie durchschnittlich bei 10,4 %. Herden mit weißen Herkünften wiesen mit 7,2 % eine signifikant niedrigere Mortalität auf, als die Herden mit braunen Herkünften mit 10,4 % (Staak und Knierim, 2003).

Bei den Untersuchungen von Weber et al. (2003) betragen die Verlustraten während der Legeperiode von 13,5 Monaten bei den Hennen in Bodenhaltung 11,7 %, in den ausgestalteten Käfigen 8,7 % und in den konventionellen Käfigen 11 %. Die Hauptabgangsursachen bei den Hennen aus Bodenhaltung waren neben Kannibalismus entzündliche Veränderungen der Geschlechtsorgane und der Serosa in Verbindung mit Escherichia coli.

In der groß angelegten Studie von Bergfeld et al. (2004) betragen die Verluste in 12 Legemonaten in Stallhaltung zwischen 6,5 % und 13,2 %.

Nach Petermann (2003) lagen die Verlustraten zwischen 12 – 18 % in der Bodenhaltung und zwischen 5 und 8 % in der Käfighaltung. Hauptgründe für die hohen Verluste in der Bodenhaltung lagen zum einen im Bereich bakterieller Erkrankungen, wie z.B. Coliseptikämie, Pasteurella multocida Infektionen oder Rotlauf und zum anderen im Bereich parasitärer Erkrankungen, wie z.B. Spul-, Haar- und Rachenwürmer. Unter anderem wurde auch die „unethologische“ Großgruppenhaltung mit dem vermehrt auftretenden Stress für eine höhere Krankheitsanfälligkeit verantwortlich gemacht.

Eine der Hauptabgangsursachen ist nach Kreinbrock et al. (2004) bei Legehennen die **Salpingitits**, die in 80 – 90 % der Fälle zusammen mit Bauchfellentzündung auftritt. Bei Volierenhaltung ohne Auslauf wurden von Kreinbrock et al. (2004) Verluste von 15,1 % bis 21,5 % festgestellt.

Bergfeld et al. (2004) konnten bei 4,3 % der untersuchten Hennen eine Eileiter-Bauchfellentzündung feststellen und bei 2,3 % der Tiere stellten sie eine Bauchfellentzündung fest. Wobei sie feststellten, dass die Weißleger eine höhere Prädisposition für diese Erkrankung zu haben schienen, als die Braunleger.

Nach Klaczinski (1992) handelt es sich bei Entzündungen der Reproduktionsorgane vorwiegend um aufsteigende Infektionen des Eileiters und Eierstocks.

Akute und chronische Eierstockentzündungen sind die Folge von erregerebedingten Erkrankungen, im Vordergrund stehen Blutungen, Follikeldegeneration, Graufärbung und Atresie der Follikel, Follikelruptur sowie zystische Entartung.

In der Studie von Bergfeld et al. (2004) schienen die Weißleger mit 21,3 % eine höhere Disposition für Eierstockszysten zu haben als die Braunleger mit 5,6 %.

Als Hauptursache für Salpingitis kommen nach Klaczinski (1992) Infektionserreger in Frage, wobei man häufig einen polybakteriellen Komplex aus Streptokokken, Staphylokokken, Pasteurellen und Enterobakterien, vorwiegend E. coli, Salmonellen und Proteus findet. Am häufigsten werden Colikeime isoliert. Hohe Legeleistung und große Eigewichte können die Abwehrkraft des Eileiters herabsetzen.

Schwerwiegende Bauchfellentzündungen entstehen durch Störungen der Eibildung, durch Antiperistaltik des Eileiters oder durch Eileiterrupturen, wobei Dotterkugeln und Eimaterial in die Bauchhöhle gelangen. Das Lumen des Eileiters enthält ein Gemisch von Eiprodukten, Schalenteilen und Entzündungsprodukten. Häufig entstehen sog. Schichteier, auch sie liegen manchmal in der Bauchhöhle (Klaczinski, 1992).

Die **Leberversfettung** stellt bei Legehennen in allen Haltungssystemen ein häufiges Problem dar, Weber et al. (2003) trat die Leberdegeneration durch Leberversfettung am häufigsten in den ausgestalteten und den konventionellen Käfigen auf, und weniger häufig bei Bodenhaltung mit Auslauf. Sie schlossen daraus, dass durch vermehrte Bewegung auch die Zahl der Hennen mit Fettlebersyndrom reduziert werden kann. Im Gegensatz dazu hatten in einer Studie von Golze et al. (2002) vier von fünf Hennen aus einer Freilandhaltung Fettlebern.

In der Studie von Bergfeld et al. (2004) wiesen 66,4 % der braunen Hybridherkünfte und 95 % der weißen Hybridherkünfte eine ggr. – mittelgr. Fettleber auf.

Nach Hilbrich (1978) ist das Fettlebersyndrom eine multifaktorielle, ernährungsbedingte Stoffwechselstörung bei Hennen die auf hohe Legeleistung gezüchtet und intensiv gehalten werden. Die Tiere werden nach Klaczinski (1992) vom Fettlebersyndrom hauptsächlich zu Beginn oder während der Hochleistungsperiode betroffen. Die Mortalität schwankt zwischen 2 % und 3 %. Der wirtschaftliche Verlust entsteht hauptsächlich durch den Leistungsabfall der Hennen. Die Farbe des Lebergewebes variiert je nach Lipidretention von Gelblich-braun mit streifen- oder fleckenförmigen Aufhellungen bis zu Ockergelb (Klaczinski, 1992).

2.6.3 Gefiederzustand

Auf den Gefiederzustand im Zusammenhang mit Gruppengröße und Besatzdichte wurde schon in Kapitel 2.4.1 eingegangen, aber es gibt auch noch andere Faktoren, die den Gefiederzustand beeinflussen können.

Nach Gauly et al. (2003) besteht zwischen einer nicht bedarfsgerechten Futtermittellieferung und Federfressen, -picken und Kannibalismus ein Zusammenhang.

Bessei (1983) schreibt, dass Fehler in der Rationsgestaltung, wie z.B. kalzium- und natriumarme Rationen, schon seit langem als Ursache für Federpicken bekannt sind. Wahlström et al. (1998) vermuten einen Mangel an essentiellen Aminosäuren und anderen Stoffen als Hintergrund.

Aber auch die Futterstruktur spielt nach Bessei (1983) eine wichtige Rolle, so kann bei Verfütterung von Pellets der Nährstoffbedarf in kurzer Zeit gedeckt werden und so mag das Risiko des Federpickens durch mangelnden Anreiz im Futter zu picken verstärkt werden.

Blockhuis (1986), Vestergaard (1989) und Baum (1995) sehen einen engen Zusammenhang zwischen Federpicken und der Verfügbarkeit von Einstreu.

Nach Keppler (2003) und Blockhuis (1986) handelt es sich beim Federpicken um eine Verhaltensstörung des Futtersuch- und Futteraufnahmeverhaltens. Sie sehen darin eine, durch fehlende Möglichkeit zum Picken ausgelöste, fehlgeleitete Nahrungsaufnahme. Blockhuis (1986), Vestergaard (1989) und Baum (1995) nehmen außerdem an, dass eine struktur- und reizarme Umwelt dieses Verhalten fördert oder verstärkt. Somit wird nach Bessei (1997) das Auftreten von Kannibalismus in einstreulosen und strukturarmen Systemen erklärt.

Aber nach Bessei (1988), Bessei (1997), Van Den Weghe et al. (2000) und Achilles et al. (2002a) tritt Federpicken in allen Haltungsformen auf, nur bei frei lebenden Bankivahühnern wurde es nie beobachtet (Achilles, 2002a).

Die starke Erhöhung der Lichtintensität ist nach Bessei (1983) ebenfalls ein äußerst wichtiger Faktor für das gehäufte Federpicken im zeitigen Frühjahr bei Auslaufhaltung und in Ställen mit natürlichem Tageslicht.

Ist das Gefieder bereits deutlich geschädigt, kommt es nach Damme (1984) zum Wärmeverlust und dabei können sich die Futterkosten je Kilogramm Eimasse um 1,4 bis 10,5 % erhöhen.

So benötigt nach Balnave (1974) ein nacktes Huhn bei 22° C etwa 35 g mehr Futter am Tag als ein befiedertes Tier.

Nach Bessei (1983) ist der Übergang vom Federpicken zum Kannibalismus nicht voraussagbar. Aber oft geht Federpicken mit Hautverletzungen einher, die als blutende Stellen äußerst anziehend für weitere Pickaktivitäten sind. Als weitere Pickaktivität ist das Kammpicken zu erwähnen. Dabei werden zuerst die Kammspitzen gepickt und später der ganze Kamm. Die Hackstellen durch aggressives Picken unterscheiden sich von diesen Verletzungen als pockenähnliche Stellen, die über die gesamte Kammfläche verteilt sind (Bessei, 1983).

Biedermann et al. (1993) fanden aufgrund ihrer Untersuchungen heraus, dass sich Hennen des braunen Typs bis zur 32. Legewoche hinsichtlich des Gefiederzustandes als überlegen erwiesen, aber im höheren Alter von den weißen Hennen übertroffen wurden.

Bei den Untersuchungen von Weitzenbürger et al. (2003) wiesen die LSL-Hennen eine bessere Gefiederqualität auf als die LB-Hennen, außer in den Körperregionen Bauch und

Schwanz. Des Weiteren war mit dem Fortschreiten der Legeperiode eine allgemeine Verschlechterung des Gefieders nachzuweisen.

Auch nach Barnett et al. (1997) nahmen die Gefiederschäden mit dem Alter der Hennen zu. Bei den Untersuchungen von LeBris (2005) wiesen die LSL-Hennen ein signifikant besseres Gefieder auf als die Hennen der Linien LT und LB, wobei die LB-Hennen mit 65 % Gefiederschäden am schlechtesten abschnitten.

Gunnarsson et al. (1999) bewerten Federverlust vor allem im Bereich des Rückens als Indiz für Federpicken.

Nach Bessei (1983) sind vor allem Hals, Schwanz, Flügel und Rücken gefährdet.

Bessei (1997) und Damme (2003) sind der Meinung, dass auf das Schnabelkürzen zur Prävention von Federpicken und Kannibalismus derzeit noch nicht verzichtet werden kann, während Keppler (2003) durch eine gute Strukturierung der Umgebung, der Auswahl der richtigen Hennenlinie und einer niedrigen Besatzdichte die Chance sieht, dass man in Zukunft ohne Schnabelkupieren auskommen kann.

2.6.4 Knochenbruchfestigkeit

Nach Bessei (1997) gibt es deutliche Unterschiede in der Knochenfestigkeit zwischen Käfig- und Volierenhennen, zugunsten der Volierenhennen, weil die Beanspruchung der Muskeln und des Skeletts zu einer stärkeren Ausbildung der Knochen der Beine und der Flügel führt (Simonsen und Vestergaard, 1978; Fleming et al., 1994).

Nach Wilson et al. (1992) beginnt der strukturelle Verlust des Knochens mit der sexuellen Reife und setzt sich fort bis zum Ende der Legeperiode.

Diese Untersuchungen stimmen nach Whitehead (2004) mit der Theorie überein, dass der Beginn der sexuellen Reife mit seinem Anstieg von zirkulierendem Östrogen zu einer Änderung der Knochenstruktur von strukturellem zu medullärem Knochen führt. Diese kontinuierliche Resorption des strukturellen Knochens lässt Osteoporose entstehen.

Von Frost und Jee (1994) und Abendroth (1995) wird angenommen, dass durch mechanische Belastung beim Laufen Modelling- /Remodelling –Prozesse in den Knochen aktiviert werden, wobei die Osteozyten dabei als Mechanorezeptoren der Knochenstabilität wirken.

Nach Kolb (1979) findet im Markraum der Röhrenknochen die Bildung von osteoidem Gewebe vor Beginn der Legetätigkeit statt, aus dem dann später an Tagen der Bildung einer Kalkschale in 24 Stunden etwa 700 bis 1000 mg Kalzium mobilisiert werden. Aber dieselbe

Menge an Kalzium wird in der gleichen Zeit wieder eingebaut, wenn die Kalziumversorgung im Futter ausreichend ist (Kolb, 1979).

Harner et al. (1985) und Knowless et al. (1990) stellten einen Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Knochenbruchfestigkeit fest, wobei leichtere Linien eine geringere Knochenfestigkeit als schwerere Linien aufwiesen.

Leyendecker et al. (2002) verglichen die Festigkeit von Tibia und Humerus von Hennen der Linie Lohmann Silver aus konventioneller Käfighaltung, ausgestalteten Käfigen und Volierenhaltung und stellten fest, dass die Knochen der Hennen aus Volierenhaltung eine deutlich höhere Bruchfestigkeit aufwiesen, als die anders gehaltenen Hennen. Auch Newman und Leeson (1998) stellten bei Unterschenkelknochen von Hühnern aus Volierenhaltung signifikant stärkere Knochen fest und Appleby und Hughes (1991) fanden ebenfalls bis zu 41 % höhere Werte für die Tibiastärke im Vergleich von Boden- mit Volierenhaltung.

Allerdings scheint nach Bessei (1997) das Risiko von Knochenbrüchen bei Volierenhaltung während der Legeperiode größer zu sein als in der Käfighaltung, weil nach Gregory et al. (1990) geschlachtete Hennen aus der Volierenhaltung mehr alte, verheilte Knochenbrüche aufwiesen als Hennen aus Käfighaltung.

Tabelle 10 Einige Angaben zur Knochenbruchfestigkeit aus der Literatur

Autor	Nutzungsdauer	Knochenbruchfestigkeit
Leyendecker et al. (2002) Linie: Lohmann Silver	14 Legemonate	Mittelwerte (\pm SEM): Tibia: 164,3 N (\pm 5,5) (6. Legemonat) 166,8 N (\pm 5,8) (9. Legemonat) 191,3 N (\pm 4,2) (14. Legemonat) Humerus: 251,6 N (\pm 6,9) (6. Legemonat) 235,3 N (\pm 7,3) (9. Legemonat) 253,3 N (\pm 7,3) (14. Legemonat)
Baumgart (2005) Linie: Tetra-SL	10 Legemonate	Femur: Maximale Kraft, die zum Brechen des Knochens nötig war (Medianwerte): 217,6 Newton (4,5 Hennen/m ²) 263,7 Newton (9 Hennen/m ²) 247,7 Newton (13,5 Hennen/m ²) 224,6 Newton (18 Hennen/m ²)

		Dehnung (Mittelwerte, \pm SEM): 1,45 mm (\pm 0,23) (4,5 Hennen/m ²) 1,45 mm (\pm 0,27) (9 Hennen/m ²) 1,48 mm (\pm 0,24) (13,5 Hennen/m ²) 1,42 mm (\pm 0,15) (18 Hennen/m ²)
Bazer (2005) Linie: Tetra-SL	10 Legemonate	Femur: Maximale Kraft, die zum Brechen des Knochens nötig war (Medianwerte): 280,08 Newton (Strukturierte Seite) 271,68 Newton (Unstrukturierte Seite) Dehnung (Medianwerte): 1,52 mm (Strukturierte Seite) 1,45 mm (Unstrukturierte Seite)

2.6.5 *Immunglobulin Y*

Zum ersten Mal wurden die Dotterantikörper schon 1893 in der Arbeit „Über natürliche Immunität und ihre Verwerthung für die Immunisierungstherapie“ mit dem Untertitel „Die Immunität des Huhnes gegen Tetanusbazillen und ihre Übertragung durch das Eigelb“ von Klemperer beschrieben.

Von den im Blutplasma zirkulierenden Antikörpern werden die IgG-Moleküle nach Kramer und Cho (1970) rezeptorabhängig auf die Eifollikel transferiert, die auf dem Eierstock heranreifen. Kaspers et al. (1990) fanden heraus, dass auch noch Spuren von IgA-Antikörpern in die Eifollikel transportiert werden.

Nach Warr et al. (1995) ist das Molekulargewicht des aviären IgGs mit 180 kDa zwar größer als das des Säuger-IgG, da dieses aviäre IgG aber ein fast identisches Bauprinzip besitzt wie das der Säuger, nannten es Leslie und Clem (1969) IgY, nach dem englischen Wort yolk (Eigelb).

Die maternale Immunität wird durch Antikörper vom Typ IgY vermittelt (Brambell, 1970; Solomon, 1971).

Nach Kühlmann et al. (1988) erreicht IgY über die Blutzirkulation der Follikel das Eidotter und wird über einen aktiven Mechanismus aus dem Serum ins Ei transportiert.

IgM und IgA werden beim Transfer der Eizelle durch den Eileiter im Magnum zusammen mit dem Eiklar sezerniert und sind somit im Eiklar des gelegten Eies inkorporiert (Rose et al. 1974).

Im Eiklar lassen sich deshalb IgA und IgM nachweisen (Rose und Orleans, 1981). Diese Antikörper gelangen schließlich in den Dottersack, aus welchem sie in den ersten Tagen nach dem Schlupf in den Dünndarm gepresst werden, wo sie wahrscheinlich die lokale Abwehr stärken sollen (Lösch, 1996).

Staak und Schwarzkopf (1995) fanden heraus, dass sich vor allem die im Verlauf einer aktiven Immunisierung gebildeten IgY in den Eidotter transportiert werden.

Nach Lösch et al. (1986) und Patterson et al. (1962) wird der Serumantikörpertiter durch die Antikörpermenge im Eidotter wiedergespiegelt, weil der Titer im Dotter proportional im Abstand von ungefähr einer Woche nach dem Titer im Serum ansteigt.

Rose et al. (1981) fanden ebenfalls, dass Anstieg und Abfall der Antikörpertiter, mit 5 bis 6 Tagen Verzögerung, gleich verlaufen wie im Serum.

Nach Polson et al. (1980) und Ricke et al. (1988) erfolgt der Antikörperanstieg im Ei nach 10 Tagen mit einem Höhepunkt nach 20 Tagen.

Zur Bestimmung der Konzentration von Hühner-Immunglobulinen (IgY, IgM, und IgA) entwickelten Ehrhard et al. (1992) mittels monoklonaler Antikörper einen hochspezifischen Sandwich ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay).

Tabelle 11 Einige Angaben aus der Literatur zur Konzentration von IgY im Eidotter

Autor	Linie	Konzentrationen von IgY
Lösch et al. (1986)	LSL	3 – 25 mg/ml
Schade et al. (1991)	n.b.	10 - 20 mg/ml
Akita und Nakai (1993)	n.b.	8 – 20 mg/ml
Erhard et al. (1997)	LSL	10,1 mg/ml 5 Monate alte Hennen 5,1 mg/ml 9 Monate alte Hennen
Bizhanov und Vyshiauski (2000)	n.b.	2 – 10 mg/ml

Erhard et al. (2000a)	LSL	13,7 mg/ml immunisiert mit Pam ₃ Cys-Ser-(Lys) ₄ 13,5 mg/ml immunisiert mit Freund's complete adjuvant
Erhard et al. (2000b)	LSL	13,62 mg/ml Bodenhaltung 15,41 mg/ml Käfighaltung Bei mittels zuvor mit humanem IgG immunisierten Legehennen
Baumgart (2005)	Tetra-SL	4,5 Hennen/m ² : 13,40 mg/ml 9 Hennen/m ² : 14,25 mg/ml 13,5 Hennen/m ² : 12,55 mg/ml 18 Hennen/m ² : 13,47 mg/ml
Bazer (2005)	Tetra-SL	15,89 mg/ml Hennen aus strukturierter Auslaufhaltung 15,61 mg/ml Hennen aus unstrukturierter Auslaufhaltung
LeBris (2005)	LB LT LSL LSL	21,97 mg/ml 20,52 mg/ml 18 Tiere/m ² : 20,00 mg/ml 9 Tiere/m ² : 21,03 mg/ml

Nach Ricke et al. (1988) können die Dotterantikörper in einem intakten Ei bis zu 6 Monate biologisch „aktiv“ bleiben, bei 37°C hingegen nur etwa einen Monat (Larsson et al., 1993). Eine Henne produziert ungefähr 3 g IgY pro Legejahr, und dieses wirkt sowohl antimikrobiell wie antiviral (Grashorn, 2004).

2.7 Schadgase

Nach Löliger (1992) entsteht Ammoniak in Geflügelställen durch aerobe, bakterielle Spaltung (*E. coli*, *Proteus sp.*, Streptokokken) von Eiweiß, das im Kot enthalten ist.

Ammoniak wirkt auf Schleimhäute und Membranen im Tierkörper exsudations- und entzündungserregend und ist in höheren Konzentrationen auch toxisch (Löliger 1992). Im Stall sind deshalb laut TierSchNutzV maximal 20 ppm erlaubt (siehe Tabelle 5).

Mit dem Staub in der Stallluft aufgewirbelte Keime, speziell Colikeime siedeln auf den durch NH_3 -Intoxikation veränderten Schleimhäuten und Membranen der Atmungsorgane einschließlich der Luftsäcke (Oeytunde et al., 1978).

Durch die nachfolgenden bakteriellen Infektionen wird der primäre Schaden durch NH_3 -Inhalationen vielfach überdeckt (Löliger, 1992). Die Resultate der Arbeit von Amer et al. (2003) ergaben, dass 50 ppm Ammoniak während 4 Wochen keinen Einfluss auf Eiproduktion und Eischalenqualität ausübten. Eine Störung des Kalziumstoffwechsels durch hohe Ammoniakkonzentrationen konnte ausgeschlossen werden.

2.8 Ökonomische Bewertung

Nach Daten von Fölsch et al. (1997) aufgearbeitet von Fölsch et al. (2000) nahmen die tägliche Bestandskontrolle und das Einsammeln verlegter Eier 14,3 % der Gesamtarbeitszeit ein, das Entmisten betrug 7 % an der Gesamtarbeitszeit, das Eier sortieren und verpacken nahm 17,5 % der Gesamtarbeitszeit in Anspruch und die Summe der Stallarbeiten betrug 39 % der Gesamtarbeitszeit. In dieser Studie gab es 1200 Tierplätze.

Bergfeld et al. (2004) ist bei Volierenhaltung ein deutlicher Bestandsgrößeneffekt erkennbar, während Bodenhaltungen ohne Auslauf stark variieren und kein direkter Bestandsgrößeneffekt erkennbar ist.

Nach Klemm et al. (2005) ist bei Volierenhaltungen im Bezug auf den Arbeitszeitaufwand ebenfalls ein deutlicher Bestandsgrößeneffekt erkennbar.

3 Tiere, Material und Methode

3.1 Tiere

Insgesamt wurden nach Angaben des Tierhalters 5700 Legehennen bestellt und in die neu gebaute Voliere am 29. Oktober 2003 eingestallt. Bei einer angegebenen Stallgrundfläche von 317,8 qm hätte die Tierzahl einer Besatzdichte von 17,94 Legehennen pro qm Stallgrundfläche entsprochen und hätte damit den Anforderungen der Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO (18 Legehennen/qm) genügt.

Geliefert und damit eingestallt wurden demzufolge 2300 LSL-Hennen und angeblich 3400 LB-Hennen in je eine abgetrennte Stallhälfte. Nach dem Ausstallen (16. Dezember 2004) wurde allerdings vom Schlachtbetrieb eine Tierzahl von 5390 gemeldet. Nach den Angaben des Tierhalters lagen die Verluste während der Legeperiode bei den LSL-Hennen bei 256 und bei den LB-Hennen bei 245 Tieren. Somit ergibt sich bei der Berechnung der anfänglichen Tierzahl anhand der Schlachttierzahlen und der Verlustzahlen eine Gesamtzahl von 5891 Hennen und somit eine Differenz von 191 Hennen. Diese Hennenzahl würde aber dann einer Besatzdichte von 18,54 Hennen pro qm entsprechen.

Zur Klärung der tatsächlichen Besatzdichte wurde vor der Auswertung der Ergebnisse nochmals der Tierhalter zu den Differenzen bei den berechneten Tierzahlen befragt und zur weiteren Absicherung der Tierstall neu vermessen. Demnach sind bei den LB-Hennen höchstwahrscheinlich zwei Transportbehälter mit je 100 Hennen zuviel geliefert wurden, wobei man ursprünglich davon ausging, dass man sich verzählt hatte. Dies würde den Zahlen bei der Ausstallung entsprechen, wenn man davon ausgeht, dass 9 tote Tiere nicht erfasst wurden. Bei der späteren Vermessung der beiden Stallhälften nach Ausstallung wurden 105,9 qm für die 2300 LSL-Hennen und 211,9 qm für die nun zugrunde gelegten 3600 LB-Hennen ermittelt. Somit kann für die weitere Auswertung bei den LB-Hennen von einer anfänglichen Besatzdichte von 16,99 und bei den LSL-Hennen von der Besatzdichte von 21,72 pro qm Stallgrundfläche ausgegangen werden. Diese nachträglich durchgeführte Überprüfung und Berechnung der Daten führte allerdings zu dem Ergebnis, dass die ursprünglich angegebene Besatzdichte von 17,94 nicht eingehalten wurde und somit bei den LSL-Hennen über den 18 Hennen pro qm Stallgrundfläche lag.

Auf die Haltungsbedingungen im Betrieb konnte vom Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU-München kein Einfluss genommen werden.

Der Schlupftermin der Herden beider Hennenlinien war der 24. Juni 2003. In jeder der beiden Herden befand sich ein Hahn.

Die Hennen wurden von der Firma LSL Rhein – Main Zweigstelle: Gut Heinrichsruh, 85459 Berglern aufgezogen, in der die Haltung bereits in einer Voliere erfolgte. Im Aufzuchtbetrieb wurden die Schnäbel der Kücken kupiert und Impfungen gegen die folgenden Krankheiten durchgeführt:

Tabelle 12 Impfprogramm Junghennenaufzucht LSL Rhein – Main. Druck: 26. Juli 2004. An dieser Stelle möchten wir uns ganz herzlich bei der Firma LSL Rhein – Main Zweigstelle: Gut Heinrichsruh für die Bereitstellung des Impfprogramms für die Junghennen-Aufzucht bedanken.

Alter	Art der Impfung	Über	Wasser pro 1000 Tiere
1. Tag	Marek (Brütereie)		
1. – 4. Tag	1. Salmonella Vac E	Trinkwasser	5 ltr
13. Tag	1. IB, H 120	Trinkwasser	10 ltr
18. Tag	1. ND La Sota	Trinkwasser	10 ltr
4. Woche	Gumboro	Trinkwasser	15 ltr
5. Woche	2. IB, H 52	Trinkwasser	15 ltr
6. Woche	2. ND La Sota	Trinkwasser	15 ltr
7. Woche	2. Salmonella Vac E	Trinkwasser	20 ltr
9. Woche	ILT (2fach-Dosis)	Trinkwasser	20 ltr
11. Woche	AE	Trinkwasser	20 ltr
13. Woche	3. IB, H 52	Trinkwasser	20 ltr
14. Woche	3. ND La Sota	Trinkwasser	20 ltr
15. Woche	3. Salmonella Vac T	Trinkwasser	20 ltr

ND und IB wurden in regelmäßigen Abständen in der Geflügelfarm nachgeimpft.

Die hier verwendeten Daten wurden über den Zeitraum einer Legeperiode erhoben, die am 16. Dezember 2004 mit der Schlachtung der Hennen beendet wurde.

3.2 Aufstallung

3.2.1 *Betrieb*

Die Volierenanlage befindet sich auf einer Geflügelfarm in Bayern. Dem Betriebshalter sei an dieser Stelle bereits herzlich gedankt, die vorliegende Studie ermöglicht zu haben. Dort wurden zum Zeitpunkt des Versuchsbeginns 48000 Legehennen in Käfighaltung gehalten, abzüglich der 5900 Legehennen, die am 24. Oktober 2003 in ein Volierensystem der Firma Salmat eingestallt wurden.

Tabelle 13 Vorschriften der Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung (2001) im Vergleich mit den Stallabteilen der beiden Hennenlinien

	TierSchNutzV (2001)	Stallabteil der LSL- Hennen	Stallabteil der LB- Hennen
Besatzdichte	Max. 18 Tiere pro qm Stallgrundfläche bei der Nutzung mehrer Ebenen	21,72 Hennen pro qm Stallgrundfläche	16,99 Hennen pro qm Stallgrundfläche
Längsfuttertrog	10 cm pro Henne	9,8 cm pro Henne	12,5 cm pro Henne
Nippeltränken	Mind. für 10 Tiere ein Nippel	9,6 Tiere ein Nippel	6,0 Tiere ein Nippel
Gruppenester	1 qm für max. 120 Tiere	130,7 Hennen pro qm	101,7 Hennen pro qm
Sitzstangen	Mind. 15 cm pro Tier	15,5 cm pro Henne	19,8 cm pro Henne
Licht	Mind. 3 % der Grundfläche als Lichtöffnungen	3,0 %	4,2 %

3.2.2 Stallmanagement

Die tägliche Kontrolle des Bestandes, und alle sonstigen Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit der Voliere anfielen, wurden durch die Mitarbeiter des Betriebes ausgeführt.

Damit eine Keimeinschleppung so gut wie möglich vermieden werden konnte, durfte der Stall nur über eine Hygieneschleuse mit Einmalüberziehschuhen, stalleigenem Overall und einer Einmalkopfbedeckung betreten werden.

Der Futtermittelverbrauch kann nur für LSL und LB gemeinsam angegeben werden, da der komplette Stall nur durch ein Silo versorgt wurde.

Das Futter stammte von der Firma Deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, 93055 Regensburg, Äußere Wiener Straße 28.

Bis zur 50. Lebenswoche wurde das Futter Deuka all-mash LH verwendet, danach kam Deuka all-mash LC zum Einsatz.

In der 39. LW wurde ein AD₃E-Präparat über 3 Tage über das Trinkwasser verabreicht, welches über den bestandsbetreuenden Tierarzt bezogen worden war.

In der 56. LW und der 68. LW wurde ein Mineral- und Kalziumpräparat über 3 bzw. 5 Tage über das Trinkwasser verabreicht, das ebenfalls über den bestandsbetreuenden Tierarzt bezogen worden war.

Ab der 69. LW wurden dem Futter 2 % Muschelschalen hinzugefügt.

Tabelle 14 Rohstoffe, Zusammensetzung und Zusatzstoffe der verwendeten Futtermittel

Anteile der Rohstoffe LH	11,6 MJ/kg, 18 % Rohprotein, 0,4 % Methionin, 5,6 % Rohfett, 4,5 % Rohfaser, 13 % Rohasche, 3,7% Calcium, 0,65 % Phosphor und 0,15 % Natrium
Zusammensetzung LH	Weizen, Maisschrot, Sojaextr.schrot, dampferh. Calciumcarbonat, Sonnenblumenkuchen, Sonnenblumenextr.schrot, Pflanzenfett (Palm, Kokos, Sonne) Pflanzenöl (Mais, Sonne, Kokos, Palm, Sonja, Monocalciumphosphat (anorganisch), und Natriumchlorid
Zusatzstoffe je kg Mischfutter LH	12.000 I.E. Vitamin A, 2.500 I.E. Vitamin D3, 20 mg Vitamin E (DL-a-Tocopherylacetat), 500 FYT 6-Phytase (EC 3.1.3.26) EG-Nr.50, Canthaxanthin, Lutein/Zeaxanthin, Antioxidans (Ethoxyquin, Propylgallat), Natriumchlorid
Anteil der Rohstoffe LC	11,4 MJ/kg, 17,5 % Rohprotein, 0,4 % Methionin, 4,10 % Rohfett, 4 % Rohfaser, 13 % Rohasche, 3,7 % Calcium, 0,5 % Phosphor und 0,15 % Natrium

Zusammensetzung LC	Weizen, Maisschrot, Sojaextr.schrot, dampferh. Calciumcarbonat, Sonnenblumenkuchen, Sonnenblumenextr.schrot, Pflanzenfett (Palm, Kokos, Sonne) Pflanzenöl (Mais, Sonne, Kokos, Palm, Sonja, Monodicalciumphosphat (anorganisch), 0,05 % Hydroxy-Analog von Methionin
Zusatzstoffe je kg Mischfutter LC	12.000 I.E. Vitamin A, 2.500 I.E. Vitamin D3, 20 mg Vitamin E (DL-a-Tocopherylacetat), 500 FYT 6-Phytase (EC 3.1.3.26) EG-Nr.50, Canthaxanthin, Lutein/Zeaxanthin, Antioxidans (Ethoxyquin, Propylgallat), Natriumchlorid

Der Bodenabschnitt unter den mittleren Volierensegmenten (kurz: zusätzlicher Scharrraum) wurde in der 29. Lebenswoche bei LSL zum ersten Mal geöffnet. Den LSL-Hennen stand bis zu diesem Zeitpunkt eine Fläche am Boden von 39 m² zur Verfügung, durch den zusätzlichen Scharrraum kamen weitere 28,7 m² hinzu. In der 34. Lebenswoche wurde der zusätzliche Scharrraum jedoch wieder geschlossen, da es zu einem Anstieg verlegter Eier kam. In der 44. Lebenswoche wurde dieser Bereich erneut geöffnet, und zwar für die LSL- und die LB-Hennen, bei den LB-Hennen kamen auf diese Weise, zu den bestehenden 78 m² Scharrraum, weitere 57,4 m² hinzu. Zur selben Zeit wurden die Nester eine halbe Stunde vor Lichtbeginn geöffnet, während sie zuvor erst zu Lichtbeginn zugänglich gemacht worden waren.

In der 47. Lebenswoche wurde der zusätzliche Scharrraum bei LSL wegen des erneuten Anstiegs verlegter Eier wieder geschlossen.

Ab der 53. Lebenswoche wurde, auf Grund der hohen Anzahl verlegter Eier, begonnen am Boden Stromkabel zu verlegen. Diese wurden zunächst nur vereinzelt, an Stellen mit einer besonders hohen Anzahl an verlegten Eiern, verlegt. In der 55. Lebenswoche wurde dann ein Stromkabel komplett durch die Mitte des linken, wie des rechten Ganges gezogen. Links und rechts neben dem Kabel konnten die Hennen aber die verbliebene Bodenfläche immer noch nutzen und weiterhin Eier verlegen. Deswegen wurde ab der 60. Lebenswoche pro Gang ein weiteres Stromkabel verlegt (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1 Teil eines, den Hühnern noch zugänglichen, Bodenabschnittes eines Ganges mit 2 Stromkabeln (60. Lebenswoche)

3.2.3 Stallsystem

Das Volierensystem der Firma Salmat hat in diesem Betrieb eine Länge von 56,25 m, was genau 45 Segmenten des Systems mit einer Länge von jeweils 1,25 m entspricht. Die Stallbreite beträgt 5,65 m und die Höhe 2,85 m. Der Stall wurde aufgeteilt in einmal 37,5 m, a 30 Segmente, für LB und einmal 18,75 m, a 15 Segmente für LSL. Im Querschnitt (siehe Abbildung 2) enthält der Stall 3 verschiedene Reihen Volierensegmente, zwischen denen sich 2 Gänge befinden. Die Segmente an der Fensterseite (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4) des Stalls enthalten je ein Legenest, ein Kotband mit 2 darüber angebrachten Sitzstangen und Nippeltränken vor dem Legenest. Der gangseitige Rand des Kotbandes ist mit einem 11,5 cm breiten, schräg zum Kotband hin abfallenden, Blechrand versehen, dessen vordere Begrenzung genau wie die anderen Sitzstangen beschaffen ist. Die Sitzstangen im Stall bestehen aus Metall, sind von rechteckiger Form, 4,5 cm breit und die Oberfläche ist ganz leicht dachgiebelartig geformt (siehe Abbildung 7). Sie befinden sich mindestens auf einer Höhe von 11,5 cm über dem Kotband und haben einen Abstand zwischen 30 – 40 cm auf demselben Kotband.

Die Segmente zwischen den Gängen (siehe Abbildung 5, Abbildung 6, und Abbildung 7) bestehen aus 2 Kotbändern mit einem Abstand von 82 cm zueinander. Sechs Sitzstangen befinden sich über dem unteren Kotband und 7 Sitzstangen über dem oberen Kotband. Auf

beiden Ebenen befinden sich 2 Futterbänder. Neben dem unteren Kotband, auf 38 cm Höhe von dem unteren Kotband aus gesehen, ist links und rechts eine Doppelsitzstange angebracht, mit zwei 3 cm breiten, quadratischen Stangen, und einem Zwischenraum von 4 cm. Die gangseitigen Ränder der Kotbänder sind ebenfalls mit einem, schräg zum Kotband hin, abfallendem Blechrand von 23 cm Länge bestückt, dessen äußerer Rand ebenfalls wie eine Sitzstange geformt ist. Die Segmente an der Wandseite (siehe Abbildung 8, und Abbildung 9) enthalten ebenfalls je ein Legenest mit davor angebrachten Nippeltränken und ein Kotband auf dem sich aber, außer 2 Sitzstangen, auch noch 2 Futterbänder befinden. Der gangseitige Rand des Kotbandes ist von der gleichen Art, wie der, der fensterseitigen Segmente. Der Abstand vom unteren Kotband der mittleren Volierensegmente zum Nestbalkon beträgt 70 cm und von der Doppelsitzstange zum Nestbalkon sind es 74 cm. Die Voliere besitzt 2 automatische Eiertransportbänder, über welche die Eier, anfangs am späten Vormittag und mit zunehmender Legeleistung am frühen Nachmittag, abtransportiert wurden.

3.2.4 Lüftung

Eine Unterdruck-Lüftungsanlage war programmiert, die Temperatur im Stall auf 20°C zu halten. Stieg die Temperatur im Stall um 1 Grad, liefen die Ventilatoren entsprechend eine Stufe schneller. Sank die Temperatur unter 20°C, schalteten sich die Ventilatoren aus. Der Luftaustausch war dann aber immer noch über die im Stall entstehende Thermik gewährleistet.

3.2.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung im Stall wurde vom Eigentümer selbst entworfen und eingebaut. Im Raum unter den Legenestern und den mittleren Volierensegmenten befinden sich grüne Lampen, über dem unteren Kotband der mittleren Volierensegmente sind ebenfalls grüne Lampen angebracht. In der Mitte an der Decke befinden hängen blaue Lampen und an den Seiten leuchten weiße Lampen. Die Lampen einer Reihe haben immer einen Abstand von 2 Segmenten zueinander. Die Lampen in der Stallmitte sind immer um ein Segment versetzt zu den Lampen der Wandseiten angebracht, damit der Stall besser ausgeleuchtet werden kann. Alle Lampen enthalten eine 9 Watt Birne. Fünf Monate nach der Einstallung wurden die weißen Wandlampen ausgeschaltet, um Kannibalismus vorzubeugen. Das Lichtprogramm begann mit einem Lichttag von 13 Stunden, der ab der 22. Lebenswoche, wöchentlich um eine halbe Stunde verlängert wurde, so dass ab der 25. Lebenswoche ein Lichttag von 15 Stunden erreicht war.

Der Stall besitzt zusätzlich 7 Fenster, von 2,4 m Länge und 0,5 m Breite, sowie Lichtöffnungen durch 6 Glasbausteinbereiche, in einer Größe von je 0,4 m².

Das Stallabteil der LSL-Hennen enthält 2 Fenster und 2 Glasbausteinbereiche, und das der LB-Hennen enthält 5 Fenster und 4 Glasbausteinflächen.

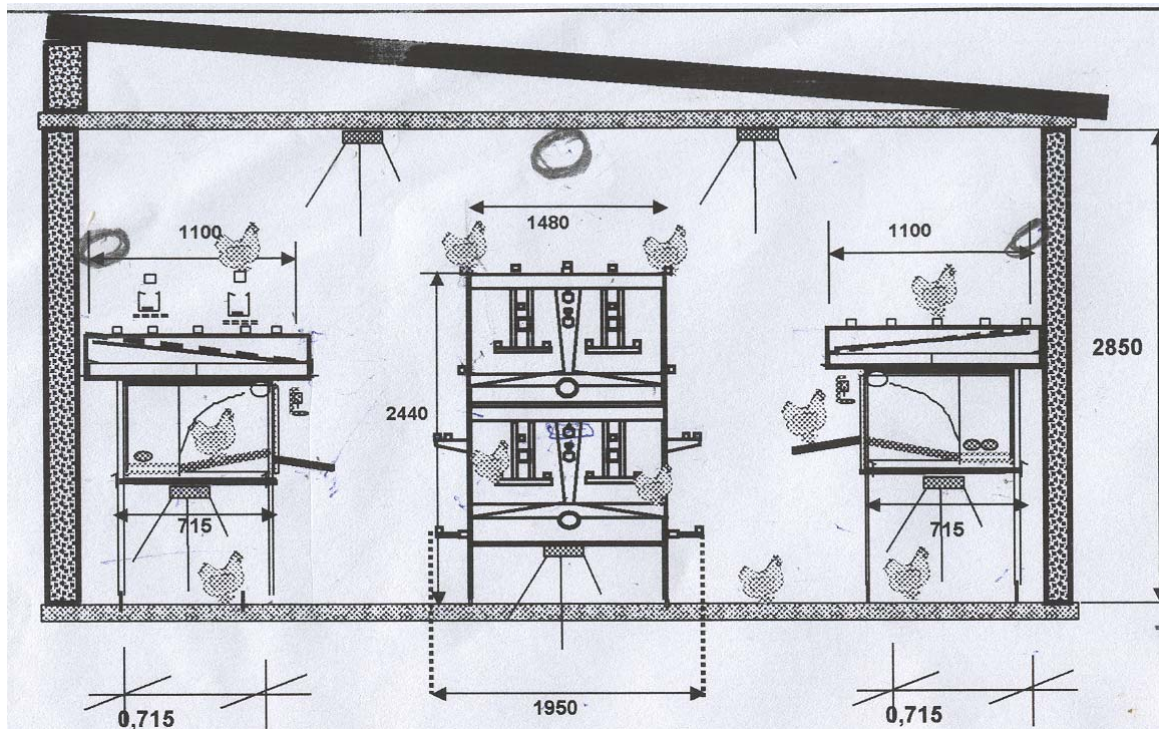


Abbildung 2 Querschnitt durch die Voliere



Abbildung 3 Oberes Kotband eines Volierensegments der Fensterseite



Abbildung 4 Nestbalkon, Nesteingang, Tränkenippel, und Teile des Kotbandes eines Volierensegments der Fensterseite



Abbildung 5 Gang zwischen den Volierensegmenten



Abbildung 6 Unteres Kotband mit Futterbändern eines Volierensegmentes zwischen den Gängen von der Seite



Abbildung 7 Oberes Kotband mit Futterbändern eines Segmentes zwischen den Gängen von oben



Abbildung 8 Oberes Kotband mit Futterbändern eines Segments der Wandseite



Abbildung 9 Nestbalkon, Nesteingang, Tränkenippel und Teile des Kotbandes eines Segments der Wandseite



Abbildung 10 Boden des rechten Ganges bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum

3.3 Nutzung der Voliere

Die Aufenthaltsverteilung und die Nutzung des Nestbalkons wurde mit Hilfe von Videoaufnahmen ermittelt und zwar ausschließlich im Stallabteil von LSL, da im Stallabteil von LB durch die dunkle Gefiederfarbe von LB und durch die für Filmaufnahmen schlecht geeigneten Lichtverhältnisse im Stall eine Unterscheidung der einzelnen Tiere nicht mehr möglich war.

Die Videobeobachtung wurde der Direktbeobachtung vorgezogen, weil sich die Hühner wegen der Anwesenheit einer Person im Stall zunächst in einen anderen Stallbereich zurückzogen und später, auf Grund ihrer Neugier, der untersuchenden Person zu nah kamen und sich mit ihr beschäftigten. Auf Grund dessen waren die Normalverteilung und das normale Verhalten im Stall nicht mehr auswertbar. Außerdem deckten die Videokameras synchron jeden zu untersuchenden Bereich im Stall ab, was für eine einzelne Person aufgrund der Einrichtung gar nicht möglich gewesen wäre.

Die Belegung der Nester bei LSL und LB wurde durch Direktbeobachtung ermittelt, da sich die Tiere durch das vorsichtige Anheben des Plastikvorhangs vor den Nestern kaum gestört fühlten.

3.3.1 Aufenthaltsverteilung

Die Aufenthaltsverteilung in der Voliere wurde an Hand von 11 Videoaufnahmen eines ganzen Lichttags von 15 Stunden festgestellt.

Die Aufnahmen wurden alle 14 Tage erstellt und zwar von Ende Dezember 2003 bis Anfang Juni 2004.

An 2 von den 11 Videotagen war der zusätzliche Scharrraum geöffnet. Bei der 1. Aufnahme mit geöffnetem Scharrraum im Februar war der zusätzliche Scharrraum bereits 26 Tage offen, da die 2 Kameras für die Bodenbeobachtung etwas zu spät geliefert wurden. Eine weitere Aufnahme bei geöffnetem Scharrraum im Februar war danach nicht mehr möglich, weil der zusätzliche Scharrraum unvorhergesehen 8 Tage nach der ersten Aufzeichnung wieder geschlossen wurde. Bei der 2. Aufnahme, bei geöffnetem Scharrraum, war der Scharrraum seit genau 14 Tagen offen, bevor die Videoaufnahme erstellt wurde, eine 2. Aufnahme war auch hier nicht mehr möglich, weil der zusätzliche Scharrraum auch in diesem Fall, unvorhergesehen 8 Tage später wieder geschlossen wurde. Da der zusätzliche Scharrraum bei beiden Aufnahmetagen bereits seit mindestens 14 Tagen geöffnet war, kann man davon ausgehen, dass sich die Tiere zum Aufzeichnungszeitpunkt schon an die neue Situation gewöhnt hatten und eine für sie normale Aufenthaltsverteilung zeigten.

Die Aufnahmen wurden insgesamt eingestellt, nachdem am Boden stromführende Kabel verlegt wurden. Da diese Maßnahme, die dazu gedacht war die Hühner vom Eierlegen auf dem Boden abzuhalten, die objektive Bewertung, der sich normalerweise am Boden befindlichen Hühner, beeinflusst hätte.

Der Lichttag von 15 Stunden wurde durch 4 Kameras (geschlossener Scharrraum) und durch 6 Kameras (offener Scharrraum) auf Video aufgenommen. Jede Kamera war dabei auf ein anderes Segment der Voliereneinrichtung gerichtet.

Kamera 1 war über der Tür des linken Ganges festgemacht, so dass mit ihrer Hilfe eines der linken Wandsegmente, mit Nestbalkon und dem dazu gehörenden Boden ausgewertet werden konnte.

Kamera 2 war an der linken Stallwand befestigt und somit frontal auf ein Segment zwischen den Gängen gerichtet. Auf diese Weise konnten oberes wie unteres Kotband genau eingesehen werden.

Kamera 3 war gegenüber an der Fensterseite postiert. So konnte das Segment von Kamera 2 von der anderen Seite aus ebenfalls ausgewertet werden. Kamera 4 war über der Tür des rechten Ganges angeschraubt und ermöglichte so die Auswertung eines der Segmente der Fensterreihe mit Nestbalkon und Boden.

Für die Aufnahmen bei geöffnetem, erweitertem Scharrraum waren noch 2 zusätzliche Kameras installiert, Kamera 5 war unter dem Nestbalkon eines Wandsegments angebracht und Kamera 6 befand sich unter dem Nestbalkon eines Segments der Fensterseite. Beide Kameras konnten auf diese Weise von 2 Seiten den gesamten Scharrraum unter einem Segment in der Stallmitte und den davor liegenden Boden erfassen.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe der Recording Regeln nach MARTIN und BATESON (1986) und zwar durch das sog. Scan Sampling. Die Zählung der anwesenden und der davon fressenden Hühner erfolgte in der ersten halben Stunde des Lichttags alle 10 min, danach wurde das Band nur noch alle halbe Stunde gestoppt und in der letzten halben Stunde des Lichttags wurde das Band wieder alle 10 Minuten angehalten.

Um eine einheitliche Auswertung aller Segmente zu erreichen, endete die letzte halbe Stunde des Lichttags immer mit dem Erlöschen der Lichter im Scharrraum.

Die Auswertung des Segments der Wandseite unterschied sich im Vergleich zu den anderen, da auf dem oberen Kotband nur die vordere Sitzstange, das vordere Futterband und der, auf dem Kotband begehbare Bereich ab der ersten Sitzstange bis zum befestigten vorderen Rand des Kotbandes ausgezählt werden konnte.

Um eine mit den anderen voll einsehbaren Bereichen vergleichbare Auswertung zu erreichen wurde die Tierzahl, die auf dem oberen Kotband der Wandseite ermittelt wurde, verdoppelt, da ja in Wirklichkeit 2 Sitzstangen und 2 Futterbänder vorhanden waren.

Eine Ausnahme bildeten die Zählzeiten zu Lichtbeginn und ab 30 Minuten vor Ende des Lichttags, da sich zu diesen Zeiten die meisten Tiere in Schlafposition auf den Sitzstangen und auf dem befestigten vorderen Rand des Kotbandes befanden. Zu diesen Zeiten bildeten also die in Schlafposition befindlichen Tiere genau 3 Reihen, von denen die vorderen 2 ausgezählt werden konnten. Deshalb wurde in diesen Fällen die Tierzahl nicht verdoppelt, sondern nur ein Drittel zu der ermittelten Zahl hinzugefügt.

3.3.2 Nutzung des Nestbalkons

Die Nutzung des Nestbalkons wurde durch 9 Aufnahmen von je einer Stunde und 5 Minuten zur Hauptlegezeit zwischen 7.00 Uhr und 8.05 Uhr ermittelt. Kamera 1 und 4 wurden verwendet, um den Nestbalkon je eines Segments der Wand- und der Fensterseite aufzunehmen. Die Videos wurden in den Monaten März und April erstellt, bevor der Scharraum Ende April zum zweiten Mal geöffnet wurde.

Von 7 Uhr beginnend fand alle 10 min eine Auswertung für 5 min statt, so dass pro Tag sieben Auswertungen von 5 min Länge entstanden.

Zuerst wurde die Anzahl der Tiere ermittelt, die zu Beginn vorhanden war und die davon gerade trinkenden Hennen. Danach wurden für 5 Minuten per Strichliste die Hennen erfasst, die den Nestbalkon betraten und sich dort für mindestens 10 s niederließen (Ankunft mit Verweildauer), die, die spätestens 5 s nach ihrer Ankunft anfangen zu trinken (Ankunft mit Trinken), die, die sofort das Nest betraten (Ankunft mit Durchgang ins Nest), die, die nach einem Aufenthalt von mindestens 10 s, den Balkon verließen, indem sie das Nest betraten (Abgang ins Nest), die, die nach einem Aufenthalt von mindestens 10 s davonflogen (Abflug nach Verweildauer), und die, die direkt aus dem Nest abflogen (Abflug direkt aus Nest).

Bei der Ankunft mit Verweildauer wurde noch unterschieden zwischen einer Ankunft von Hennen aus dem Nest und einer Ankunft von außerhalb, auf dieselbe Weise wurde mit der Ankunft mit Trinken verfahren.

3.3.3 Belegung der Nester

Die Nestbelegung wurde stündlich von Lichtbeginn (5 Uhr) bis 13 Uhr ermittelt. Von den insgesamt 7 Zähltagen fanden 3 Termine statt, bevor der Scharrraum Ende April in der 44. Lebenswoche zum zweiten Mal geöffnet wurde, 2 Termine, während der Scharrraum 21 Tage lang offen war und zwei, nachdem er wieder geschlossen war, aber noch bevor in beiden Gängen durchgehend Strom am Boden verlegt worden war. Die 4 letzten Termine wurden zusammengefasst, weil der Scharrraum bei den LB-Hennen geöffnet blieb, und sich das Ausweichen der LSL-Hennen von den Nestern auf den Boden trotz Schließen des Scharrraums zunächst nicht mehr rückgängig machen ließ.

Lief eine Henne noch schnell ins Nest, bevor die darin befindlichen Hühner gezählt wurden, wurde sie nicht mitgezählt, verließ hingegen während des Zählvorganges eine Henne das Nest, wurde sie noch mitgewertet.

Es erfolgte ein Scan sampling, der im Nest befindlichen Hennen, ohne die Tiere zu berühren, deshalb konnte bis zu einer Zahl von 14 Hühner pro Nest noch eine sichere Auswertung vorgenommen werden, bei einer höheren Anzahl von Hennen pro Nest lag die tatsächliche Anzahl der Hühner höchstwahrscheinlich noch höher als die gezählte, da sich die Hennen dann so stark übereinander stapelten, dass nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte, dass sich ganz unten und hinten im Nest noch weitere Tiere befanden.

3.4 Leistungsparameter und Wirtschaftlichkeit

3.4.1 Legeleistung

Die Legeleistung wurde täglich durch den Betrieb erfasst und zwar mit Hilfe der Eiersortiermaschine Moba 1000 der Firma Moba, Stationsweg 117, 3771 VE Barneveld Holland. Die Leistung wurde ab dem Tag gewertet, ab welchem jeweils 50 % der Hennen ein Ei legten, bis zum letzten Tag, der letzten vollen Legewoche. Die letzte Legewoche bestand nur noch aus 5 Tagen in denen vorab bereits größere Tiergruppen verkauft wurden, so dass die Leistung dieser Tage nicht mehr in die Bewertung aufgenommen wird. Somit wurde die Legeleistung über 55 Wochen erfasst.

3.4.2 Eiergewicht

Die Eiergewichte wurden ebenfalls durch die Eiersortiermaschine Moba 1000 ermittelt, wobei die Maschine die Eier nach Gewichtsklassen sortierte, unter 53 g Gewichtsklasse S, 53-63 g Gewichtsklasse M, 63-73 g Gewichtsklasse L und bei mehr als 73 g Klasse XL. Das mittlere Eiergewicht wurde als Durchschnitt einer Lebenswoche durch die Mitarbeiter des Betriebes berechnet und notiert.

3.4.3 Knick-, Bruch- und Schmutzeier

Vom Betrieb wurden täglich, sofern vorhanden, Knick-, Bruch-, und Schmutzeier erfasst, die wie folgt definiert wurden:

Knicket: Die Kalkschale ist zwar beschädigt, aber die Schalenhaut ist noch intakt, deshalb treten weder Eiklar noch Eigelb aus.

Bruchei: Kalkschale und Eihaut sind defekt, so dass Inhalt auslaufen kann.

Schmutzei: Die Schale ist bei diesen Eiern mehr oder weniger stark verunreinigt, in den meisten Fällen durch Kot, aber es sind auch Verunreinigungen durch Blut, Staub, Einstreu u.s.w. möglich.

Bruchei wurden vom Betrieb als sog. Volleier erfasst und in Kilogramm angegeben. Ein Vollei ist ein Eiprodukt aus Eigelb und Eiklar. Damit die tatsächliche Anzahl an Brucheiern in dieser Arbeit angegeben werden konnte, wurde die angegebene Menge in Kilogramm durch das durchschnittliche Eiergewicht, welches für die ganze Legeperiode ermittelt wurde, geteilt.

3.4.4 Bruchfestigkeit der Eierschale

Ein Mal im Monat wurden 25 Eier von LSL und 25 Eier von LB vom Eierband zufällig entnommen. Bei diesen Eiern wurde die Bruchfestigkeit der Eischale ermittelt, die Dicke der Eierschalen bestimmt und die Immunglobulin Y Bestimmung im Eidotter durchgeführt.

Die Bruchfestigkeit wurde mit Hilfe des Messapparates nach RAUCH (1958) bestimmt, dabei wurde wie folgt vorgegangen: Zuerst wurde ein Ei zwischen die Druckplatten des Apparates gespannt, danach wurde durch Spindeldrehung die Druckkraft einer Schraubenfeder so lange erhöht, bis die Eischale unter dem Druck zerbrach. Die Spindeldrehung wurde am Bruchpunkt sofort eingestellt und anschließend die Kraft des ausgeübten Drucks in Kilopond an der Messskala abgelesen. Danach wurde der Wert mit 9,81 multipliziert, um das Messergebnis in die heute übliche Größe Newton (N) umzurechnen.

3.4.5 Eierschalendicke

Die Dicke der Eischale wurde durch eine handelsübliche Schieblehre bestimmt. Dazu wurde die Eischale mit Eihaut maximal 2 Millimeter zwischen die Backen der Schieblehre eingebracht, um eine Verfälschung des Ergebnisses durch die Krümmung der Eierschale zu vermeiden. Die Messung fand bei jedem Ei in der Äquatorialebene statt.

3.4.6 Anzahl der verlegten Eier

Die Anzahl der verlegten Eier wurde einmal täglich durch die Mitarbeiter des Betriebs bestimmt und zum anderen an 6 Tagen durch die untersuchende Person. Dabei wurden von Lichtbeginn (5 Uhr) bis 13 Uhr die verlegten Eier stündlich eingesammelt und gezählt, da Voruntersuchungen gezeigt hatten, dass nach 14 Uhr nur noch ganz vereinzelt Eier gelegt wurden. Zwei dieser Termine fanden statt, bevor der Scharraum zum zweiten Mal geöffnet wurde und zwei, nachdem er Ende April geöffnet worden war und zwei, nachdem er 21 Tage später wieder geschlossen wurde, aber noch bevor durchgehend Strom am Boden verlegt worden war.

Zur selben Zeit in welcher der Bereich unter den mittleren Volierensegmenten für beide Hennenlinien geöffnet wurde, wurden die Nester schon eine halbe vor Lichtbeginn geöffnet, während sie zuvor erst zu Lichtbeginn zugänglich gemacht worden waren. Die letzten 4 Termine wurden den ersten 2 Terminen gegenüber gestellt, da die Anzahl der verlegten Eier im Stallabteil der LSL-Hennen nach Öffnen des Scharraums sprunghaft anstieg und danach bis 67. LW nicht mehr auf das alte Niveau zurückfiel. Die Zählung der verlegten Eier erfolgte

immer an 2 Tagen hinter einander. Bei LSL-Hennen wurde die Zählung um 5 Uhr früh des ersten der beiden Tage nicht gewertet, da am ersten Tag um 5 Uhr früh noch verlegte Eier vom Vortag vorhanden waren. Der Grund dafür war, weil die Angestellten die verlegten Eier zuerst nur einmal täglich, mitten am Vormittag, sammelten und danach noch weitere Eier verlegt wurden. Die LSL-Hennen fraßen die Eier aber im Gegensatz zu den LB-Hennen nicht. Erst viel später nach Abschluss dieser Untersuchung begannen auch die LSL-Hennen ihre Eier zu fressen, während die LB-Hennen dies von Anfang an taten. Deshalb konnte bei LB auch die 5 Uhr Zählung des ersten der beiden Tage gewertet werden.

In Voruntersuchungen konnte nämlich gezeigt werden, dass registrierte verlegte Eier bereits eine Stunde später nicht mehr auffindbar waren. Auch, dass die meisten der verlegten Eier noch warm waren, war ein Indiz für die Frische der um 5 Uhr gesammelten Eier.

3.4.7 *Arbeitszeitaufwand*

Der Arbeitszeitaufwand wurde 2 Mal für je eine Woche während der Legeperiode ermittelt. Zudem wurde der Arbeitszeitaufwand während der Ausstallung und der neuen Einstellung erfasst. Dabei wurden die Mitarbeiter, die der Voliere zugeteilt waren, gebeten, ihren Arbeitszeitaufwand für jede anfallende Tätigkeit auf die Minute genau zu notieren. Die Auswertung erfolgte in Anlehnung an die von FÖLSCH et al. (1997) entwickelte Methode zur Ermittlung des Jahresarbeitszeitbedarfs, allerdings nur für die Stallarbeitszeiten, das Eiersammeln und das Verpacken. Es war nicht möglich die Auslieferung der Eier und die Bürozeiten von der Auslieferung der anderen Eier des Betriebs und den Gesamtbürozeiten zu trennen.

3.5 Tiergesundheit

3.5.1 Gesundheitsstatus

Die Gesundheit des Bestandes wurde durch ein auf Geflügelkrankheiten spezialisiertes Tierärzteam überwacht. Im Ergebnisteil werden die gestellten Diagnosen und Behandlungen aufgeführt. Auch diesen Kollegen sei an dieser Stelle herzlich für ihre Kooperationsbereitschaft und die Vermittlung des Betriebes gedankt.

3.5.2 IgY- Bestimmung

Nachdem einmal pro Monat bei 25 Eiern von LSL und 25 Eiern von LB die Bruchfestigkeit der Eierschale gemessen worden war, wurde mit Hilfe einer 1 ml Spritze 0,4 ml Dotter pro Ei entnommen und mit 3,6 ml PBS (Phosphatgepufferte Kochsalzlösung) verdünnt. Die verdünnten Dotterproben wurden danach sofort bei -20° C tiefgefroren, um nach Abschluss der Untersuchungen die Konzentration an Immunglobulin Y im Eidotter nach der von ERHARD et al. (1992) entwickelten Methode bestimmen zu können.

Der hierbei verwendete ELISA-Reader war das Gerät EAR 400 AT der Firma Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim und bei dem zur Auswertung verwendeten Computerprogramm handelte es sich um MikroWin 2000 von Mikrotek Laborsysteme GmbH, D-Overath.

3.5.3 Bonitierung

Einmal pro Monat, beginnend mit der 27. LW, wurden 25 LSL-Hennen und 25 LB-Hennen gefangen, wobei ohne genauere Betrachtung, das nächst erreichbare Tier ausgesucht wurde. In einem Gang wurden 15 Tiere gefangen, im anderen 10, die Gänge wurden jeden Monat gewechselt. Waren 15 Hühner zu entnehmen, wurden am Ende des Stallabteils, vom jeweiligen Eingang aus gesehen, zuerst 5 Hennen am Boden gefangen, dann 5 Hennen in der Stallmitte, diese wurden aber oben aus dem Volierensystem gegriffen und zuletzt 5 Tiere am Eingang des jeweiligen Stallabteils, welche ebenfalls aus den Etagen der Volierenanlage entnommen wurden. In dem anderen Gang, in dem 10 Hühner ausgewählt wurden, wurde in gleicher Weise verfahren, nur dass am Ende des Stalls 4 Hennen, in der Mitte 3 und am Eingang ebenfalls 3 Tiere gefangen wurden.

Das Beurteilungsschema von HUGHES und DUNCAN (1972) wurde zur Gefiederbeurteilung in modifizierter Form angewendet:

Grad 1	Keine Auffälligkeiten, volle Befiederung, keine beschädigten Federn
Grad 2	Beschädigte Federn, struppiges Gefieder, bis 1cm ² federlos
Grad 3	1 - 25 cm ² federlos
Grad 4	26 - 50 cm ² federlos
Grad 5	51 - 100 cm ² federlos
Grad 6	101 - 150 cm ² federlos

Das Gefieder wurde für die Bereiche Brust/Bauch, Rücken und Nacken/After- und Kloake gesondert bewertet und in haltungsbedingte- und in Tier/Tier interaktionsbedingte Gefiederschäden eingeteilt. Haltungsbedingte Gefiederschäden: Schäden durch mechanischen Federabrieb. Tier/Tier interaktionsbedingte Gefiederschäden: Schäden durch gegenseitiges Federzupfen.

Zusätzlich wurde der Verschmutzungsgrad des Rückengefieders ermittelt, und als geringgradig, mittelgradig und hochgradig verschmutzt bewertet.

Um Unterschiede in der Bewertung von LSL- und LB-Hennen auszuschließen, wurde das Gefieder von LB speziell, gegen das Licht gehalten, ausgewertet:

ggr. verschmutzt	Gefieder verfärbt, keine Schmutzpartikel fühlbar
mittelgr. verschmutzt	kleine bis mittlere trockene Schmutzpartikel sichtbar und fühlbar
hochgr. verschmutzt	große trockene Schmutzpartikel sichtbar und fühlbar und/oder Gefieder mit frischem Kot verklebt

Die Haut wurde in den untersuchten Regionen und an den Kopfanhängen auf Verletzungen untersucht. Außerdem wurden Sohlenballengeschwüre, Krallenabrisse und Brustbeinverkrümmungen erfasst.

3.5.4 Kotuntersuchung auf Parasiten

Die Kotuntersuchungen wurden zu Beginn, der Mitte und am Ende Legeperiode von der Klinik für Vogelkrankheiten (tierärztliche Fakultät, LMU München) durchgeführt, der an dieser Stelle für die besondere Unterstützung unser spezieller Dank gebührt.

3.5.5 Post mortem- Untersuchungen

3.5.5.1 Sektionen

Am Ende der Legeperiode wurde an 25 LSL und 25 LB nach einer tiergerechten Tötung eine Sektion durchgeführt. Die Tiere wurden, genau wie bei der Bonitierung, zufällig ausgewählt.

3.5.5.2 Messung der Knochenbruchfestigkeit

Die Bruchfestigkeitsuntersuchung wurde bei allen 50 seziierten Tieren durchgeführt. Zuerst wurde der Oberschenkelknochen (Femur) ausgelöst, Muskeln und Sehnen wurden entfernt und bis zur Untersuchung, die am selben Tag stattfand, mit Gaze umwickelt, die mit 0,9% Kochsalzlösung getränkt war.

Die Bruchfestigkeit der linken, wie der rechten Femura wurde mit der Materialprüfmaschine „Z005“ (DO-FB 005 TS) der Firma Zwick/Roell gemessen und mit der zugehörigen Software „testXpert“ ausgewertet und dargestellt.

Die Probenauflageblöcke der Maschine wurden mit Hilfe der an der Maschine angebrachten Skala auf einen Abstand von 51 mm eingestellt (siehe Abbildung 11).

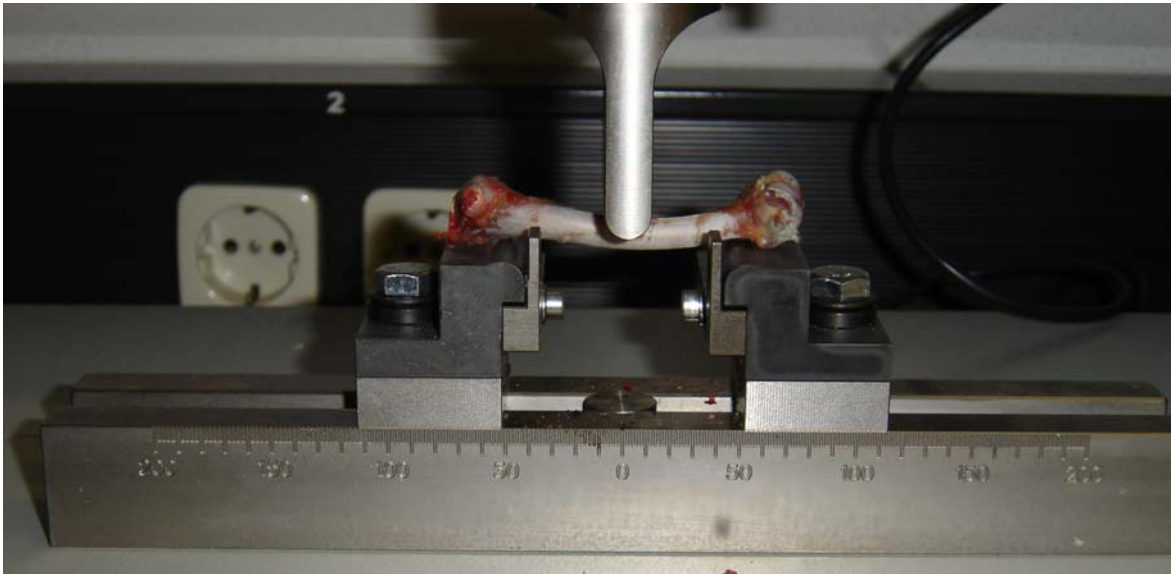


Abbildung 11 Abstandsmessskala, Probenauflageblöcke und Druckbolzen der Materialprüfmaschine „Z005“ (DO-FB 005 TS) der Firma Zwick/Roell mit linkem Femur einer LSL-Henne

Die Knochen wurden in der Weise aufgelegt, dass die kraniale Fläche der Femurkondylen auf einem Probenauflageblock auflag. Die konkave Seite des Femurschafts zeigte somit nach oben und wurde deshalb zuerst durch den Druckbolzen getroffen.

Der Bolzen fuhr mit einer Vorkraft von 5 N und einer Vorkraftgeschwindigkeit von 50 mm/min herunter. Die Prüfgeschwindigkeit verlangsamte sich auf 30 mm/min, sobald das Gerät einen Widerstand durch den Knochen messen konnte (Kraftschwelle 10 N). Die maximale Längenänderung war auf 10 mm Dehnung eingestellt. Das Gerät war in der Lage eine Kraft von bis zu 5000 N aufzuwenden, um den Knochen zu brechen.

In dem Ergebnisprotokoll des Softwareprogramms wurde die maximal benötigte Kraft (F_{max}) in Newton und die Dehnung in mm festgehalten.

3.6 Schadgasmessung

Das Schadgas wurde einmal im Monat um 12 Uhr Mittag mit Hilfe des MiniWarn®-Messgerätes der Firma Dräger gemessen.

In jedem Stallabteil gab es 6 Messstationen, davon je 3 pro Gang. Im Gang auf der Fensterseite der Stallabteile wurde zuerst gemessen, beginnend mit dem Stallabteil von LSL.

Die Messungen wurden bei Segment 1, 15 und 30 durchgeführt. Im Stallabteil von LB wurden die Messungen bei Segment 1, 30 und 60 vorgenommen. Der Rückweg erfolgte entlang der Wandseite beginnend mit dem Stallabteil von LB und danach dem von LSL. Die Messungen wurden auf Höhe derselben Segmente durchgeführt.

Jede Messstation enthielt dabei 5 Messpunkte, an welchen jeweils in Höhe von 20-30 cm, also in etwa die Höhe der Hennenköpfe, gemessen wurde.

Die erste Messung fand über dem Scharraum statt, die zweite im Nest, die dritte über dem Kotband der Nester, die vierte über dem unteren Kotband des mittleren Volierensegments und die fünfte über dem oberen Kotband des mittleren Volierensegments.

Das Gerät wurde so lange stillgehalten bis sich das Messergebnis 5 Sekunden lang nicht mehr änderte, dieser Wert wurde dann notiert.

3.7 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden zuerst mit Hilfe der Computer-Software Microsoft Excel® 2003 (Fa. Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) deskriptiv ausgewertet und danach mit SigmaStat® 3.01 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Das Programm SigmaStat® 3.01 führte zuerst automatisch einen Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov's Test mit Korrektur nach Lilliefors) und anschließend einen Test auf Gleichverteilung (Levene's Median Test) durch. Sofern die Daten beide Kriterien erfüllten, konnten parametrische Tests angewendet werden: für den Vergleich von zwei Versuchsgruppen wurde der ungepaarte t-Test und für den Vergleich von Ergebnissen vor und nach einer Behandlung wurde der gepaarte t-Test nach Student verwendet. Sollten mehrere Gruppen verglichen werden, wurde die einfaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem Student-Newman-Keuls-Test bzw. Dunn's Methode angewendet. Diese Werte wurden als arithmetische Mittelwerte gemeinsam mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SEM) dargestellt. Zwei Versuchsgruppen wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-Rangsummentests und der Vorher-Nachher-Vergleich einer Versuchsgruppe mittels des Rangtestes nach Wilcoxon verglichen, wenn der auf Normalverteilung oder Gleichverteilung negativ ausgefallen war. Zum Vergleich mehrerer Gruppen wurde in diesem Fall die rangorientierte Varianzanalyse nach Kruskal-Wallis durchgeführt, dem sich der Student-Newman-Keuls-Test bzw. Dunn's Methode anschloss. Diese Werte wurden, sofern nicht anders angegeben, als Mediane mit „Box and Whisker“ (25/75% Quartil und 5/95% Perzentil) präsentiert.

Die Ergebnisabbildungen wurden mit der Computer-Software SigmaPlot® 9.0 (SPSS inc., Chicago, IL, USA) erstellt. Als statistisch signifikant wurden Wahrscheinlichkeitswerte (p) kleiner 0,05 angesehen und wurden als solche gekennzeichnet. Signifikanzniveaus, die höher lagen als $p < 0,01$, wurden nicht gesondert gekennzeichnet. Die Stichprobenanzahl, womit die pro Versuch verwendete Anzahl von Proben gemeint ist, wird als „n“ angegeben, während „N“ der Anzahl, der für diese Beobachtung verwendeten Versuchstiere entspricht.

4 Ergebnisse

4.1 Nutzung der Voliere

4.1.1 Aufenthaltsverteilung

Über den Lichttag verteilt, halten sich im Mittel 10,0 % (\pm SEM 0,45) der LSL-Hennen auf den Nestbalkonen, 67,5 % (\pm SEM 1,1) über den Kotbändern der Volierensegmente und 22,5 % (\pm SEM 0,7) auf dem Boden, bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum, auf.

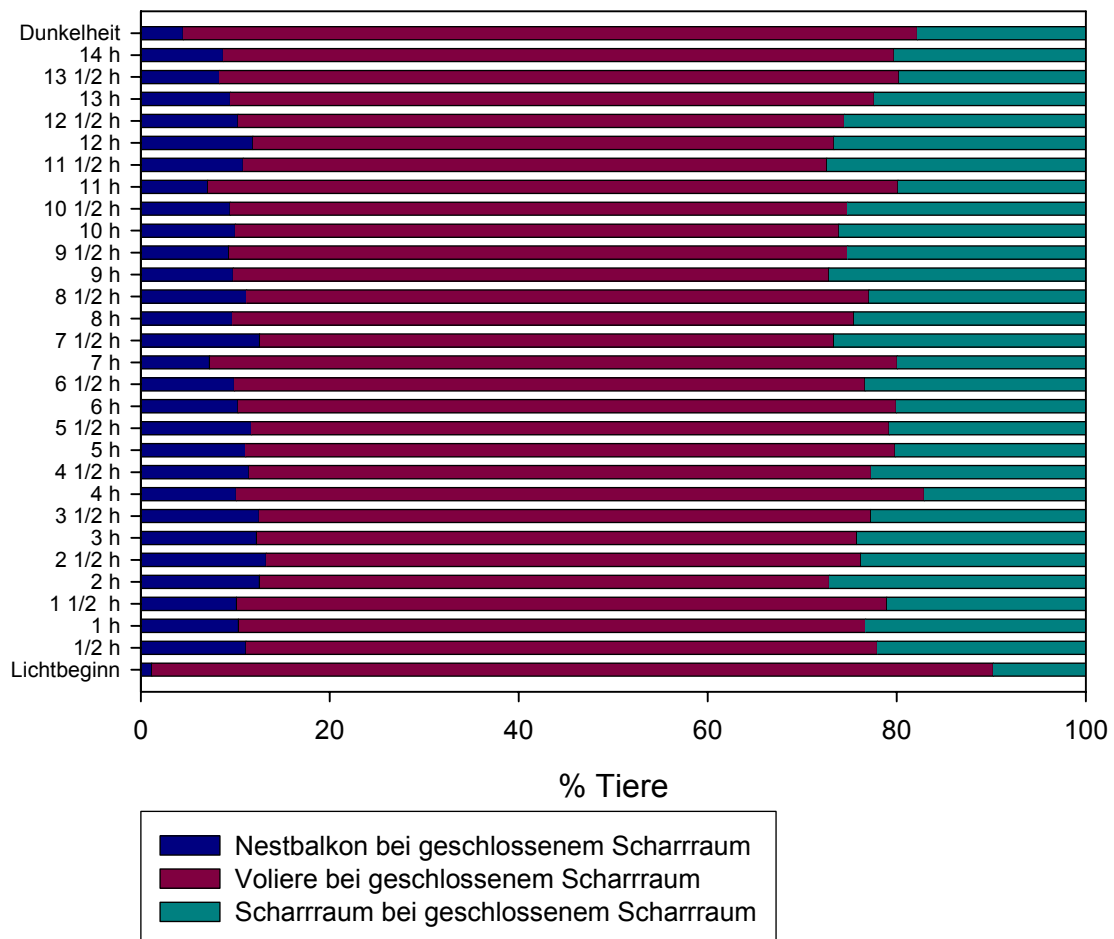


Abbildung 12 Halbstündliche Verteilung von LSL [%] in den Bereichen Nestbalkon, Voliere und Boden, während der Lichtstunden eines Legetages; bei geschlossenem, zusätzlichem Scharrraum

(Es wurde die Anzahl der Hennen eines Bereichs in ein Prozentverhältnis zur jeweiligen Gesamthennenzahl gesetzt, die zu einem Zeitindex in allen Bereichen gezählt wurde. Die halbstündlich erfasste Aufenthaltsverteilung von LSL [n=30 pro Tag] in je einem Segment wurde als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen wiedergegeben. Der Begriff „Voliere“ steht hier immer für die Aufenthaltsfläche über den Kotbändern der Voliere-segmente)

Bei geöffnetem Scharrraum befinden sich im Mittel 9,1 % (\pm SEM 0,5) der Hennen auf den Nestbalkonen, 56,6 % (\pm SEM 1,5) in den Volierensegmenten und 34,3 % (\pm SEM 1,2) auf dem Boden.

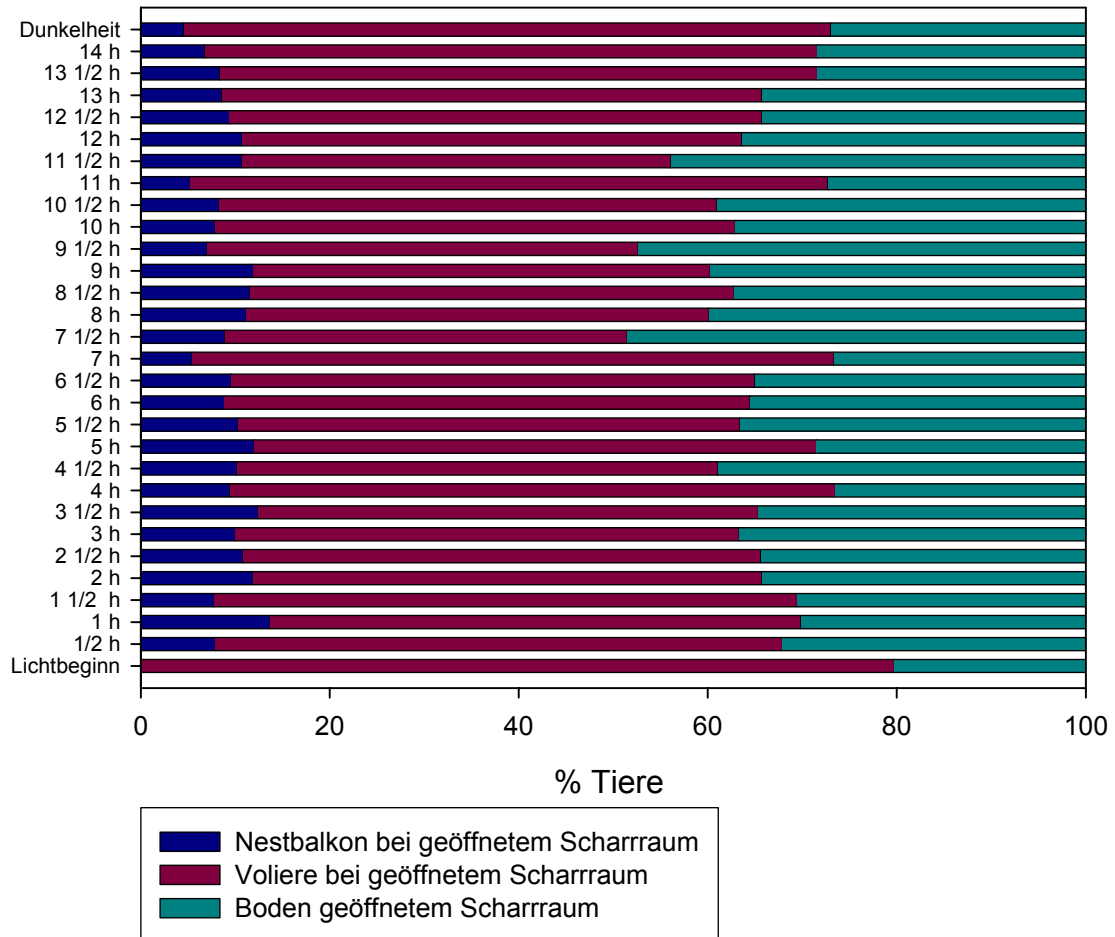


Abbildung 13 Halbstündliche Verteilung von LSL [%] in den Bereichen Nestbalkon, Voliere und Boden, während der Lichtstunden eines Legetages; bei geöffnetem, zusätzlichem Scharrraum

(Es wurde die Anzahl der Hennen eines Bereichs in ein Prozentverhältnis zur jeweiligen Gesamthennenzahl gesetzt, die zu einem Zeitindex in allen Bereichen gezählt wurde. Die halbstündlich erfasste Aufenthaltsverteilung von LSL [n=30 pro Tag] in je einem Segment wurde als Durchschnitt von 2 Beobachtungstagen wiedergegeben. Der Begriff „Voliere“ steht hier immer für die Aufenthaltsfläche über den Kotbändern der Voliere-segmente)

Tabelle 15 Maximale Tierzahlen in den verschiedenen Aufenthaltsbereichen in Abhängigkeit von den Stunden nach Lichtbeginn und der Uhrzeit bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum

Aufenthaltsort	Stunden n. Lichtbeginn / Uhrzeit	Maximale Tierzahlen in Prozent bei geschlossenem Scharrraum
Nestbalkon	2 ½ / 7:30	13,3
Voliere	Lichtbeginn / 5:00	89,0
Boden	11 ½ / 16:30	27,4
	9 / 14:00	27,2
	7 ½ / 12:30	26,6

Tabelle 16 Maximale Tierzahlen in den verschiedenen Aufenthaltsbereichen in Abhängigkeit von den Stunden nach Lichtbeginn und der Uhrzeit bei geöffnetem zusätzlichem Scharrraum

Aufenthaltsort	Stunden n. Lichtbeginn / Uhrzeit	Maximale Tierzahlen in Prozent bei offenem Scharrraum
Nestbalkon	1 / 6:00	13,7
Voliere	Lichtbeginn / 5:00	79,7
Boden	7 ½ / 12:30	48,0
	9 ½ / 14:30	47,0
	11 ½ / 16:30	43,0

Die Volieresegmente bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum wurden am geringsten 2 Stunden nach Lichtbeginn (7:00 Uhr) von nur 60,3 % der Hennen und 7 ½ Stunden nach Lichtbeginn (12:30 Uhr) von nur 60,7 % der Hennen genutzt.

Bei geöffnetem zusätzlichem Scharrraum wurden die Volierensegmente am wenigsten 7 ½ Stunden nach Lichtbeginn (12:30 Uhr) mit einem Anteil von 42,6 % der Hennen, 4 ½ Stunden nach Lichtbeginn (9:30 Uhr) mit einem Anteil von 50,8 % der Hennen und 2 Stunden nach Lichtbeginn einem Anteil von 53,8 % der Hennen in Anspruch genommen.

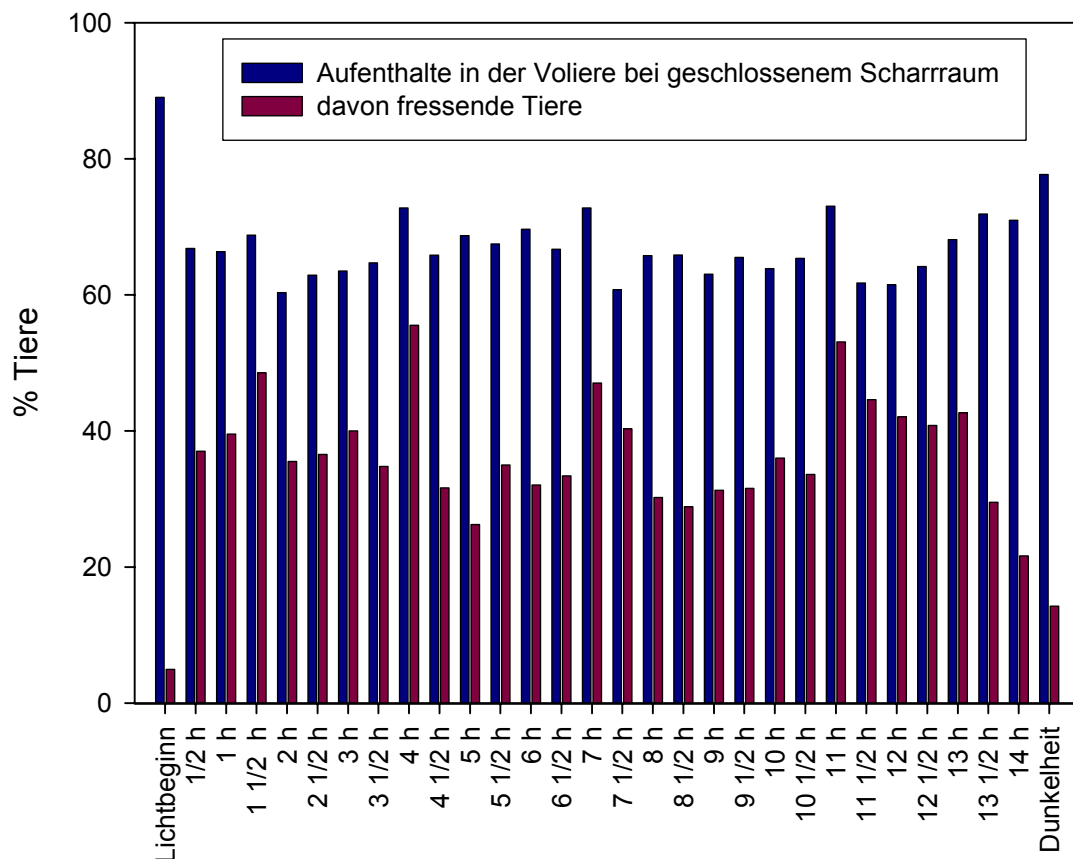


Abbildung 14 Anzahl von Hennen [%], die sich während der Lichtstunden eines Legetages in den Volierensegmenten aufhalten und die davon fressende Tiere [%]

(Es wurde die Anzahl der gerade fressenden Hennen eines Zeitindex in ein Prozentverhältnis zu dem Prozentsatz an Hennen gesetzt, der sich gerade in den Volierensegmenten aufhielt. Die halbstündlich vorgenommenen Zählungen von LSL [n=30 pro Tag] werden als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen wiedergegeben)

Über die Lichtstunden verteilt hielten sich durchschnittlich 67,5 % (\pm SEM 1,1) der Hennen über den Kotbändern der Volierensegmente auf, davon fraßen durchschnittlich 35,3 % (\pm SEM 1,9). Zu Lichtbeginn hielten sich zwar mit 89 % die meisten Tiere in der Voliere auf, aber davon fraßen nur 5 %. Vier Stunden nach Lichtbeginn (9:00 Uhr), hielten sich 73,8 % der Hühner in den Volierensegmenten auf und davon fraßen 55,5 %, was das Maximum an fressenden Tieren für den Durchschnitt aus 9 Beobachtungstagen darstellt. Der durchschnittliche Lichttag enthielt noch 3 weitere deutliche Maxima und zwar 1 ½ Stunden nach Lichtbeginn, 6:30 Uhr, mit 68,8 % Tieren und 48,5 % fressenden Hühnern, 7 Stunden nach Lichtbeginn, 12 Uhr, mit 72,8 % Hühnern und 47 % fressenden Tieren und 11 Stunden nach Lichtbeginn, 16:00 Uhr, mit 73 % Tieren und 53 % fressenden Hennen.

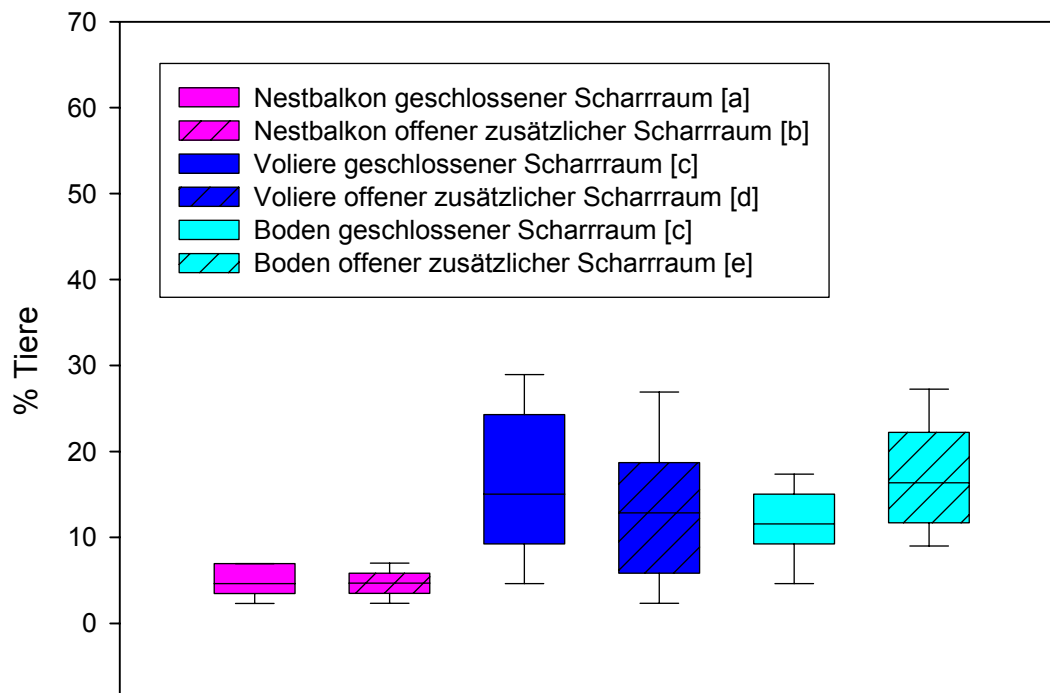


Abbildung 15 Prozentanteil der Hennen in den Bereichen Nestbalkon, Kotbänder der Volierensegmente und Boden bei geschlossenem und geöffnetem zusätzlichem Scharrraum (Es wurde die Anzahl der Hennen eines Bereichs in den ausgezählten Segmenten in ein Prozentverhältnis zur gezählten Gesamthennenzahl gesetzt; n=9 für den geschlossenen Scharrraum und n=2 für den geöffneten zusätzlichen Scharrraum. a-e: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Dunn's Method, Mann-Whitney Rank Sum Test. Der Begriff „Voliere“ steht hier immer für die Aufenthaltsfläche über den Kotbändern der Volierensegmente)

Im direkten Vergleich zwischen offenem und geschlossenem zusätzlichem Scharrraum unterschieden sich alle gleichartigen Aufenthaltsräume signifikant voneinander, obwohl die Nestbalkone beide einen Medianwert von 4 aufwiesen. Die anderen Medianwerte für die Beobachtungstage bei geschlossenem Scharrraum lagen für die Voliere bei 16 % und für den Scharrraum bei 10 %. Bei geöffnetem Scharrraum befand sich der Medianwert für die Kotbänder der Volierensegmente bei 14 % und der für den Scharrraum lag ebenfalls bei 14 %.

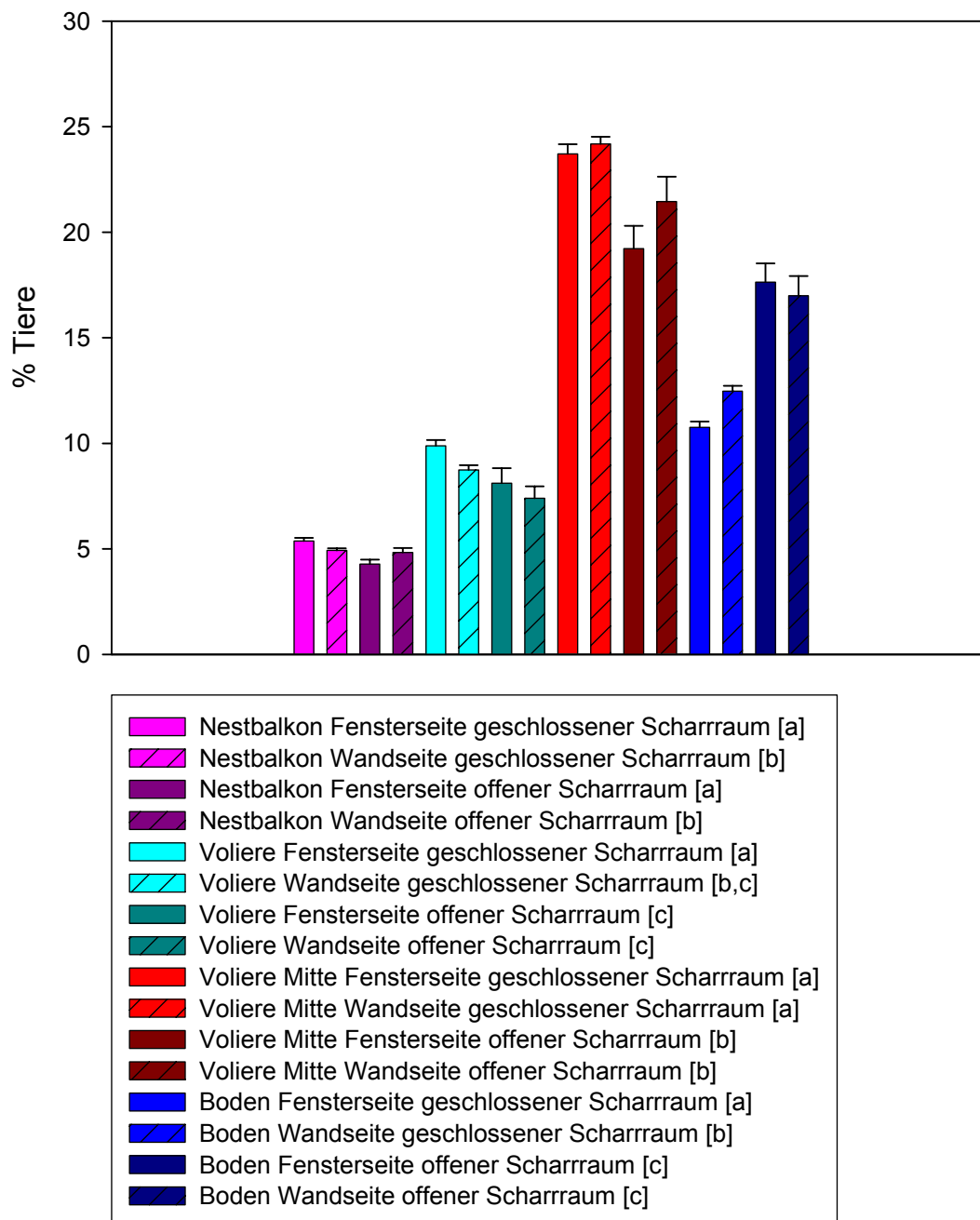


Abbildung 16 Vergleich zwischen Fenster- und Wandseite der einzelnen Bereiche in Abhängigkeit von offenem und geschlossenem zusätzlichem Scharraum. (Es wurde die Anzahl der Hennen eines Bereichs in den ausgezählten Segmenten in ein Prozentverhältnis zur gezählten Gesamthennenzahl gesetzt; n=9 für den geschlossenen Scharraum und n=2 für den geöffneten zusätzlichen Scharraum. a,b,c: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede bezogen auf die Bereiche Nestbalkon, Voliere, Voliere Mitte und Boden, $p < 0,05$; Dunn's Method, Mann-Whitney Rank Sum Test. Der Begriff „Voliere“ steht hier immer für die Aufenthaltsfläche über den Kotbändern der Voliere Segmente)

Im Vergleich der Prozentanteile der Aufenthalte zwischen Wand- und Fensterseite unterschieden sich die Nestbalkone bei offenem und geschlossenem Scharraum, die Volierensegmente der Wand- und der Fensterseite bei geschlossenem Scharraum und der Boden bei geschlossenem Scharraum signifikant voneinander. Die anderen Bereiche wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen Wand- und Fensterseite auf.

4.1.2 Nutzung des Nestbalkons

Für die Auswertung der Nutzung des Nestbalkons wurden ein Segment der Wandseite und ein Segment der Fensterseite im Stallabteil von LSL per Video erfasst. Ein Segment ist 125 cm breit und deshalb finden auf einem Nestbalkonsegment ca. maximal 7 Hennen nebeneinander Platz, da sich die Tiere zum Trinken leicht schräg aufstellen mussten. Die Auswertung gab Aufschlüsse über die Nutzung des Nestbalkons und dessen Besatzdichte während der Hauptlegezeit der LSL-Hennen zwischen 7 und 8 Uhr.

Im Mittel befanden sich zu Beginn eines jeden Auswertungsintervalls bereits 4,5 Hennen auf dem Balkon, von welchen 3,6 mit Trinken beschäftigt waren.

Innerhalb des Auswertungsintervalls von 5 Minuten kamen im Durchschnitt 8,9 Hennen auf dem wandseitigem Balkon an, 8,0 auf dem der Fensterseite, 9,0 verließen ihn an der Wandseite und 8,0 auf der Fensterseite, und 0,3 Hennen benutzten ihn durchschnittlich auf beiden Seiten als Anflugplattform für das Nest und 1,5 als Abflugstartfläche.

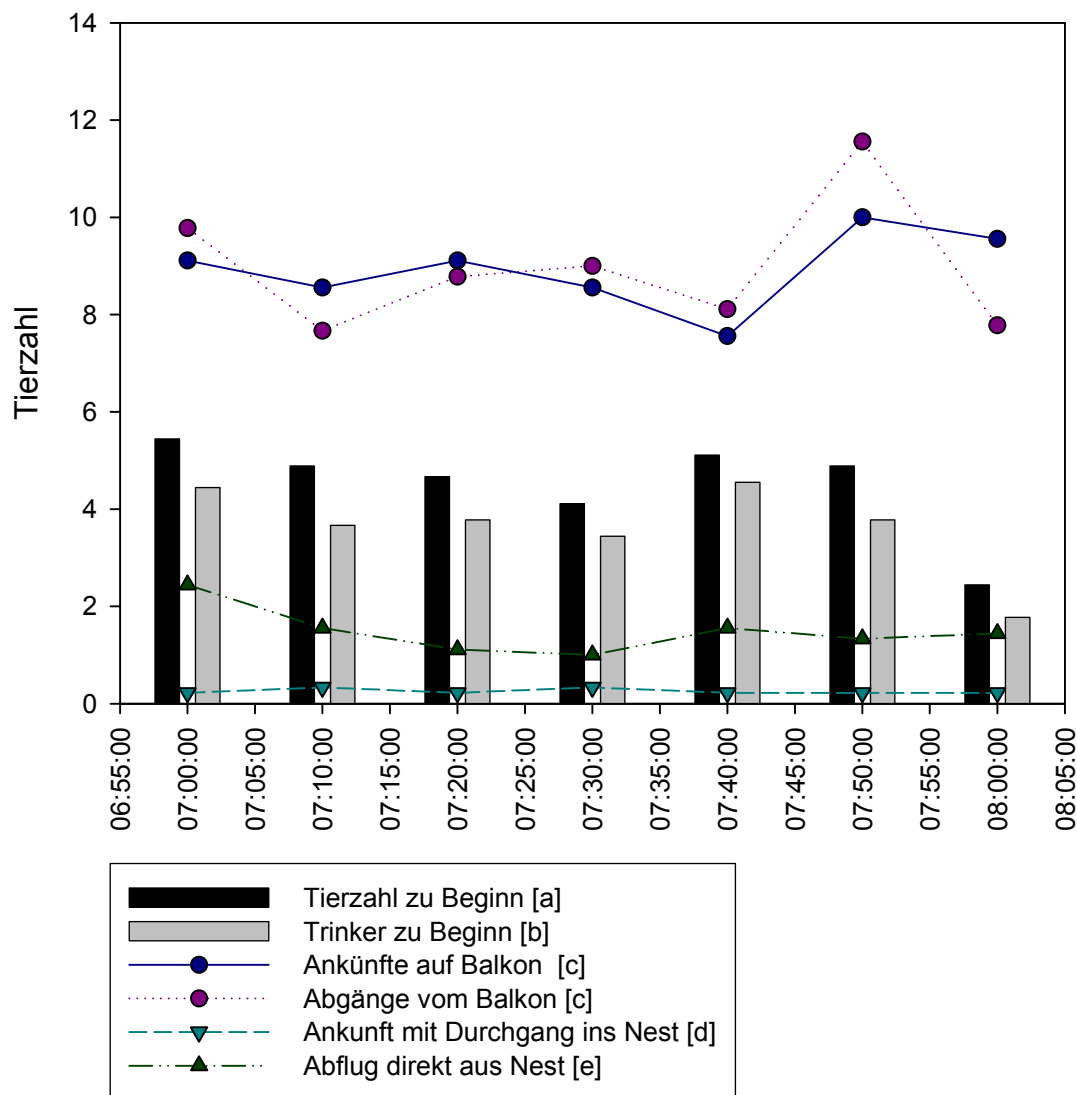


Abbildung 17 Verlauf der Nutzung des Nestbalkons eines Segments der Wandseite in Abhängigkeit der durchschnittlichen Anzahl von LSL- Hennen, und deren Zu- und Abgänge von dem Balkon während der Hauptlegezeit zwischen 7 und 8 Uhr (Es wurde die durchschnittliche Anzahl der Legehennen zu Beginn und die zu Beginn trinkenden Hennen eines jeden der 7 Auswertungsintervalle erfasst und danach über 5 Minuten die Zahl der Tiere ermittelt, die den Balkon betraten, um dort zu sitzen oder zu trinken, wobei es sich dabei um Hennen aus dem Nest oder von außerhalb angekommene Hühner handeln konnte. Außerdem wurden die Hennen gezählt, die den Balkon verließen, nachdem sie sich dort niedergelassen oder getrunken hatten, unabhängig davon ob sie wegflogen oder das Nest betraten. Zusätzlich wurden dann noch die Hennen gezählt, die den Balkon nur als An- oder Abflugplattform verwendeten. Die Ergebnisse wurden als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen wiedergegeben; a-e: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; t-Test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Die Hennenanzahl am Anfang eines jeden Zählintervalls sank bis 7:30 von durchschnittlich 5,4 auf 4,1 Hennen auf beiden Seiten ab, um danach noch einmal anzusteigen, bis sie zu Beginn des letzten Auswertungszeitpunktes im Durchschnitt auf 2,4 Tiere gefallen war.

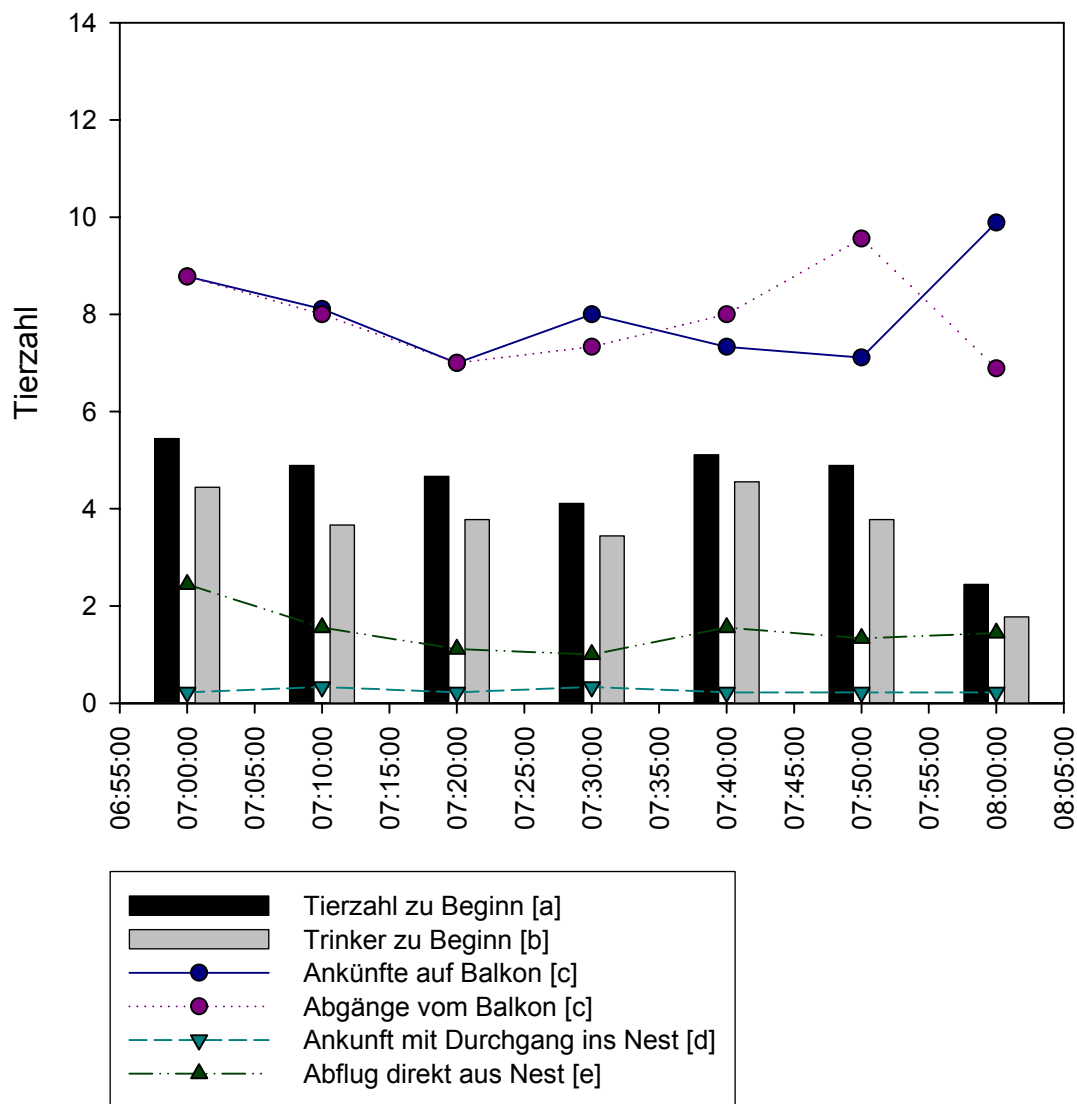


Abbildung 18 Verlauf der Nutzung des Nestbalkons eines Segments der Fensterseite in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Anzahl von LSL- Hennen, und deren Zu- und Abgänge von dem Balkon während der Hauptlegezeit zwischen 7 und 8 Uhr (Es wurde die durchschnittliche Anzahl der Legehennen zu Beginn und die zu Beginn trinkenden Hennen eines jeden der 7 Auswertungsintervalle erfasst und danach über 5 Minuten die Zahl der Tiere ermittelt, die den Balkon betraten, um dort zu sitzen oder zu trinken, wobei es sich dabei um Hennen aus dem Nest oder von außerhalb angekommene Hühner handeln konnte. Außerdem wurden die Hennen gezählt, die den Balkon verließen, nachdem sie sich dort niedergelassen oder getrunken hatten, unabhängig davon ob sie wegflogen oder das Nest betraten. Zusätzlich wurden dann noch die Hennen gezählt, die den Balkon nur als An- oder Abflugplattform verwendeten; Die Ergebnisse wurden als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen wiedergegeben. a-e: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; t-Test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Das Verhältnis zwischen Zu- und Abgängen hielt sich bis auf die letzten beiden Auswertungsintervalle die Waage. Um 7:50 Uhr verließen im Durchschnitt, an der Wandseite 1,4 und an der Fensterseite 2,4 mehr Hennen den Balkon als ihn zuvor betreten hatten.

Während um 8 Uhr an der Wandseite durchschnittlich 1,8 Hennen und an der Fensterseite 3 Tiere mehr ankamen als abgingen. Die Zahl der Tiere die direkt aus dem Nest abflogen, fiel auf jeder Seite von 7:00 – 7:30 Uhr von im Durchschnitt 2,4 Tieren auf 1 Tier und stieg danach wieder um durchschnittlich 0,5 Tiere. Die durchschnittliche Zahl der Hennen, die den Nestbalkon nur als Anflugplattform benutzten, blieb über die 7 Auswertungsintervalle relativ konstant mit 0,2-0,3 Tieren auf beiden Seiten.

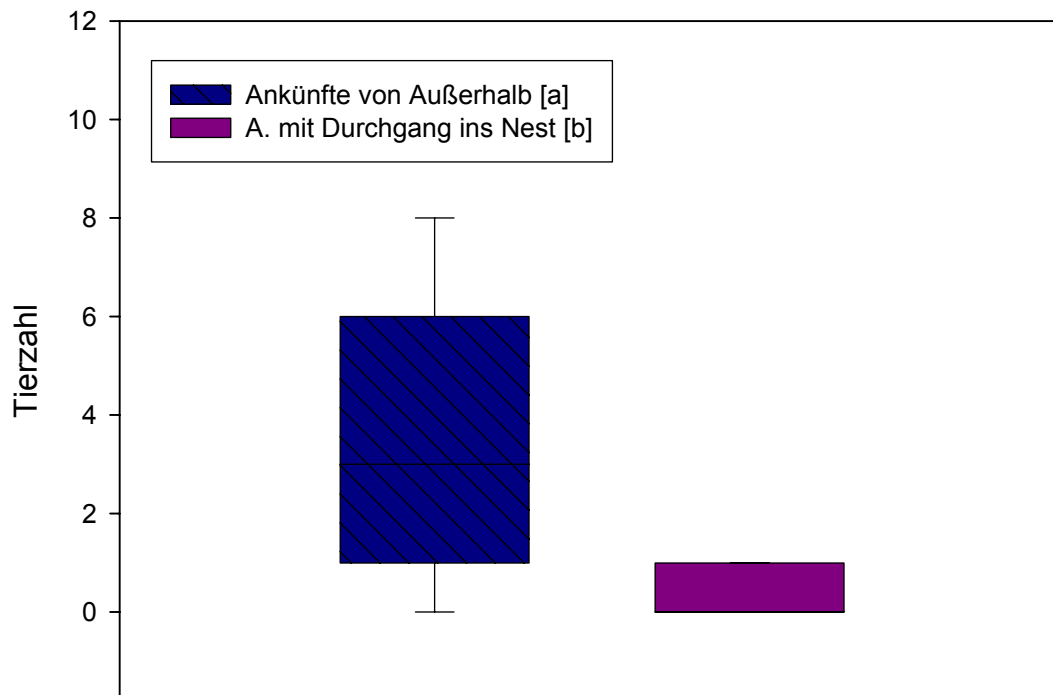


Abbildung 19 Durchschnittliche Anzahl an Hennen, die auf dem Nestbalkon ankamen, im Vergleich zu solchen, die den Balkon nur als Anflugplattform für das Nest benützen. (Die Anzahl der Tiere, die von außerhalb auf dem Nestbalkon ankamen und sich dort in irgendeiner Form aufhielten oder anfangen zu trinken, wurde in Beziehung zu den Tieren gesetzt, die den Nestbalkon ausschließlich als Anflugplattform benutzten; Die im zehnminütigen Abstand erfasste Anzahl von LSL-Hennen wurde als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen und 2 Nestbalkonen wiedergegeben. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im direkten Vergleich zwischen Hennen, die den Nestbalkon anfliegen und dort verweilen und solchen, die ihn nur als Anflugplattform benutzten, unterschieden sich die Ankünfte von außerhalb mit median 3 Tieren signifikant von den Ankünften mit Durchgang ins Nest mit median 0 Tieren.

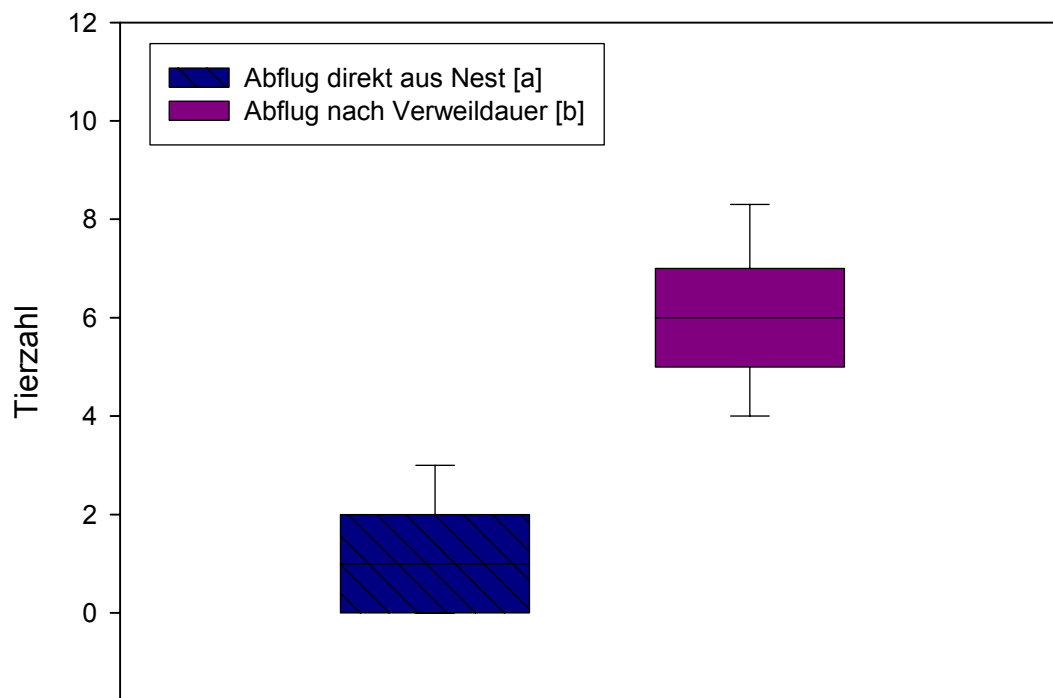


Abbildung 20 Durchschnittliche Anzahl von Hennen, die den Nestbalkon nur als Abflugplattform benützen im Vergleich zu solchen, die den Balkon nach einem Aufenthalt verließen (Es wurde die durchschnittliche Anzahl von Hennen, die den Balkon nur als Abflugplattform benutzten in Beziehung zu den Hühnern gesetzt, die den Balkon wieder verließen, nachdem sie dort getrunken hatten oder sich dort in irgendeiner Form aufgehalten hatten; Die im zehnminütigem Abstand erfasste Anzahl von LSL-Hennen wurde als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen und 2 Nestbalkonen wiedergegeben. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Die Hennen, die nach einem Aufenthalt vom Nestbalkon wegflogen, unterschieden sich mit einem Medianwert von 6 Tieren signifikant von den Tieren, die direkt aus dem Nest abflogen, mit median einem Tier.

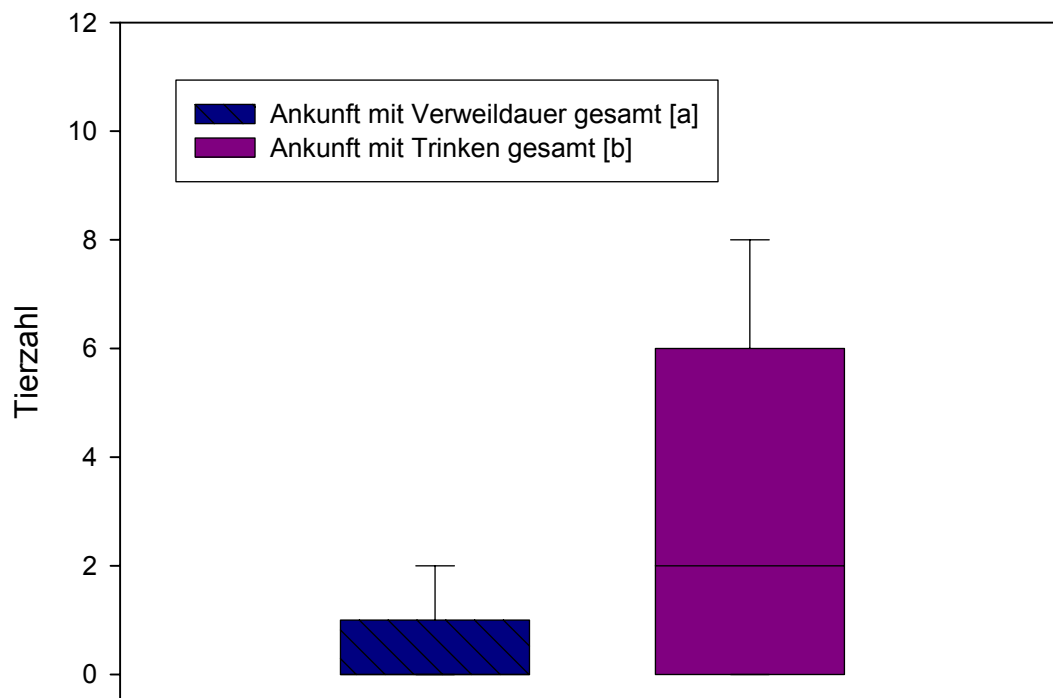


Abbildung 21 Durchschnittliche Anzahl von Hennen, die den Nestbalkon betraten und sich dort aufhielten im Vergleich zu den Legehennen, die den Balkon zum Trinken aufsuchten (Es wurde die durchschnittliche Anzahl von Hühnern, die den Nestbalkon betraten, um dort zu verweilen in Beziehung zu den Hennen gesetzt, die den Balkon aufsuchten, um dort zu trinken, gleichgültig, ob diese Tiere aus dem Nest stammten oder von außerhalb anfliegen; Die im zehnmütigen Abstand erfasste Anzahl von LSL-Hennen wurde als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen und 2 Nestbalkonen wiedergegeben. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Mit einem Medianwert von 2 betraten signifikant mehr Hennen den Nestbalkon, um zu trinken, als um andere Aktivitäten zu verfolgen, deren Medianwert 0 betrug.

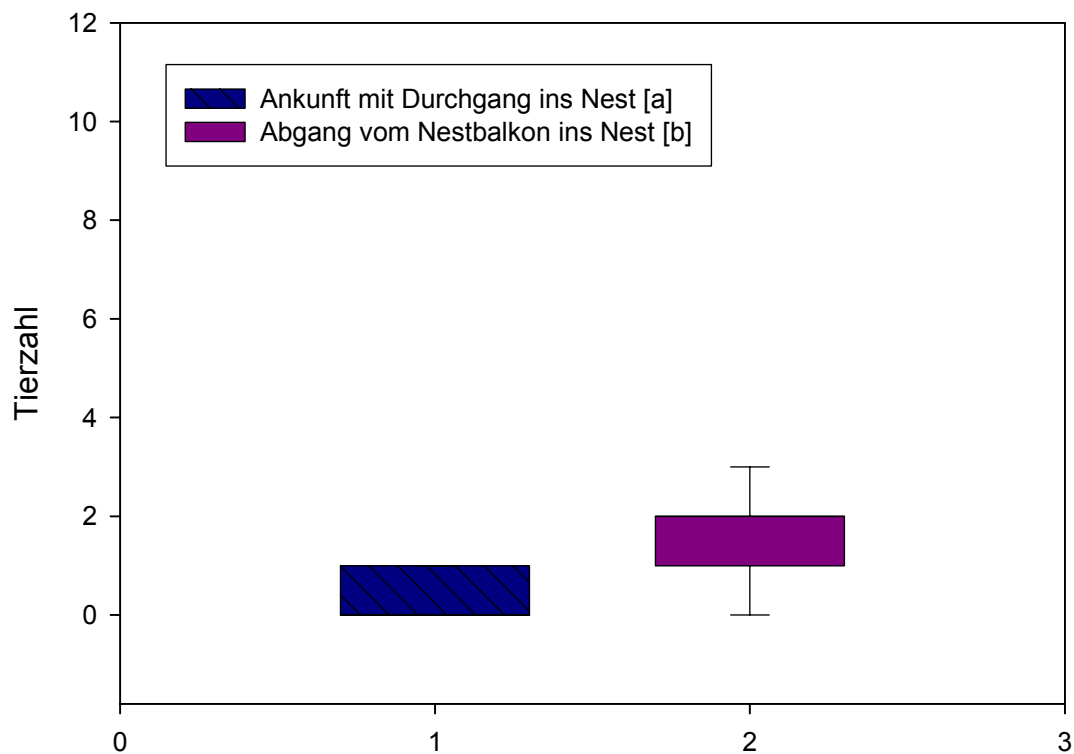


Abbildung 22 Durchschnittliche Anzahl von Hennen, die den Nestbalkon nur als Anflugplattform benutzten, im Vergleich zu denjenigen, die das Nest, nach einem Aufenthalt auf dem Nestbalkon betraten (Es wurde die durchschnittliche Anzahl von Hennen, die den Nestbalkon nur als Anflugplattform benutzten in Beziehung zu denjenigen gesetzt, die das Nest vom Balkon aus betraten, nachdem sie entweder vorher getrunken hatten oder sich in irgendeiner Form auf dem Nestbalkon aufgehalten hatten; Die im zehnminütigen Abstand erfasste Anzahl von LSL-Hennen wurde als Durchschnitt von 9 Beobachtungstagen und 2 Nestbalkonen wiedergegeben. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Es betraten mit einem Medianwert von 2 signifikant mehr Tiere das Nest vom Nestbalkon aus, als direkt nach einem Anflug von außerhalb, mit einem Medianwert von 0.

4.1.3 Belegung der Nester

Die Nestbelegung wurde stündlich mit der Methode des Scan sampling ermittelt. Durch eingehende Beobachtung wurde festgestellt, dass es in dem Nest von 0,59 m² Fläche 6,0 LB-Hennen und 7,0 LSL-Hennen möglich war, locker nebeneinander zu sitzen. Bei einer intensiveren Belegung der Nester war es 9,0 LB-Hennen und 11,0 LSL-Hennen möglich nebeneinander auf dem Nestboden zu sitzen. Stieg die Zahl der im Nest befindlichen Tiere noch weiter, waren die Tiere gezwungen übereinander zu sitzen.

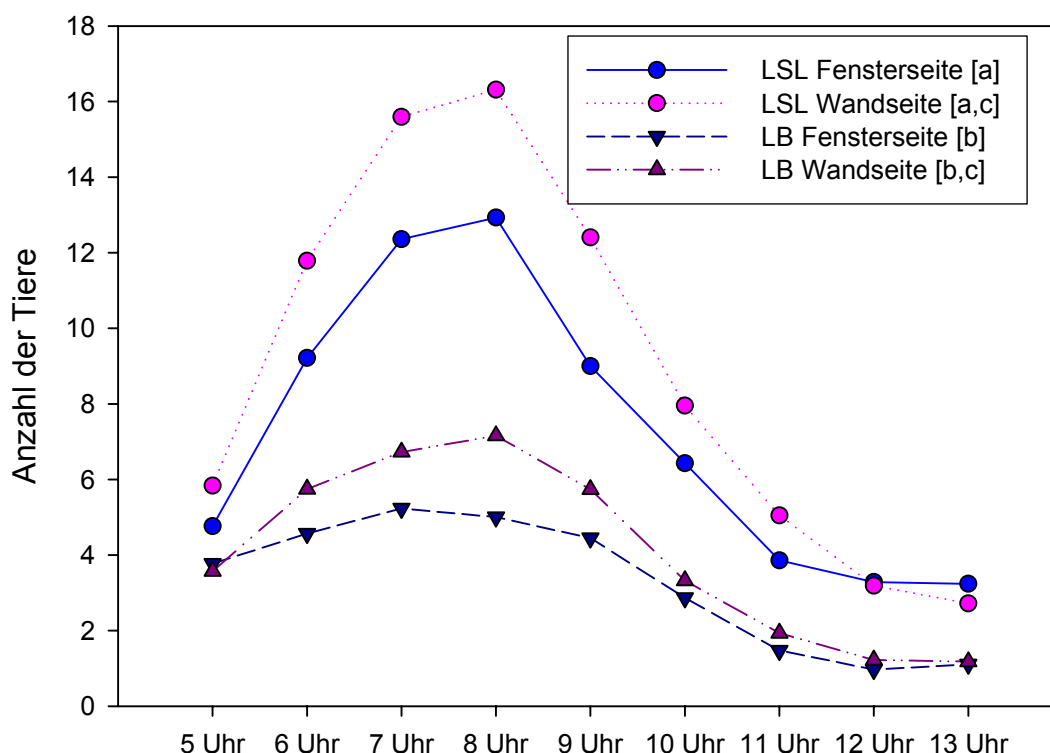


Abbildung 23 Anzahl der im Nest befindlichen Hühner in Abhängigkeit von der Uhrzeit, bei geschlossenem, zusätzlichem Scharraum

(Es wurde die durchschnittliche Anzahl von LSL-Hennen und LB-Hennen als Mittelwert aller Legenester wiedergegeben. [n = 30 Nester / LSL-Hennen und n = 60 Nester / LB-Hennen]. Die Auszählung erfolgte stündlich von 5 Uhr früh bis 13 Uhr und wurde als Durchschnitt von 3 Beobachtungstagen wiedergegeben.

a,b,c: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test, t-Test)

Bei geschlossenem zusätzlichem Scharraum zeigt sich bei den LSL-Hennen ein Maximum in der Nestbelegung um 8 Uhr mit durchschnittlich 16,3 Tieren pro Nest in der wandseitigen Nestreihe. Bei den LB-Hennen kommt es ebenfalls bis 8 Uhr zu einem Anstieg der im Nest befindlichen Tiere mit durchschnittlich maximal 7,2 Tieren in den Nestern auf der Wandseite.

In den Nestern auf der Fensterseite befinden sich durchschnittlich maximal 12,9 LSL-Hennen und 5,2 LB-Hennen.

Nach dem Öffnen des zusätzlichen Scharrraums befinden sich bei den LSL-Hennen noch durchschnittlich maximal 13,3 Tiere in den Nestern der Wandseite und bei den LB-Hennen 6,9 Tiere, während auf der Fensterseite durchschnittlich maximal 10,3 LSL-Hennen und 5,5 LB-Hennen gezählt wurden.

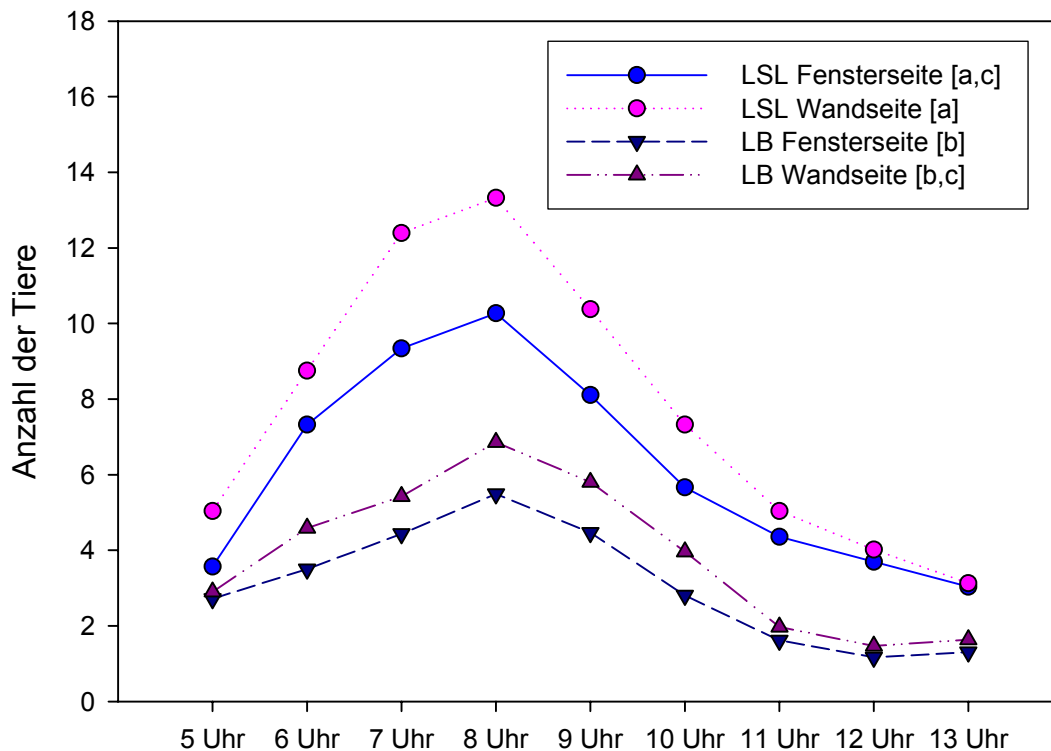


Abbildung 24 Anzahl der im Nest befindlichen Hühner in Abhängigkeit von der Uhrzeit bei geöffnetem zusätzlichem Scharrraum (Es wurde die durchschnittliche Anzahl von LSL-Hennen und LB-Hennen als Mittelwert aller Legenester wiedergegeben. [n = 30 Nester / LSL-Hennen und n = 60 Nester / LB-Hennen]. Die Auszählung erfolgte stündlich von 5 Uhr früh bis 13 Uhr und wurde als Durchschnitt von 3 Beobachtungstagen wiedergegeben. a,b,c: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test, t-Test)

Bei den LSL-Hennen befinden sich nach dem Öffnen des zusätzlichen Scharrraums signifikant weniger Tiere in der wandseitigen und in der fensterseitigen Nestreihe, während es bei den LB-Hennen zu keinem signifikanten Unterschied in der Nestbelegung kommt ($p < 0,05$; gepaarter T-Test).

4.2 Leistungsparameter und Wirtschaftlichkeit

4.2.1 Futtermittelverbrauch

Der Futtermittelverbrauch lag für die gesamte Legeperiode 273,945 Tonnen. Mit im Durchschnitt 385 gewerteten Legetagen für beide Hennenlinien lag der Futtermittelverbrauch somit bei 120,6 g je Tier und Tag und bei 145,0 g je gelegtem Ei.

4.2.2 Legeleistung

Die LB-Hennen hatten mit median 84,3 % eine nicht signifikant höhere Gesamtlegeleistung als die LSL-Hennen mit median 80,0 %. Die Mittelwerte im Durchschnitt von 13 Legemonaten lagen bei **83,0 %** für die LB-Hennen und bei **80,1 %** für die LSL-Hennen. Die Legeleistung je Anfangs-LSL-Henne lag bei 316,5 Eiern und 20,1 kg Eimasse, und 326,4 Eier und 21,4 kg Eimasse wurden je Anfangs-LB-Henne ermittelt.

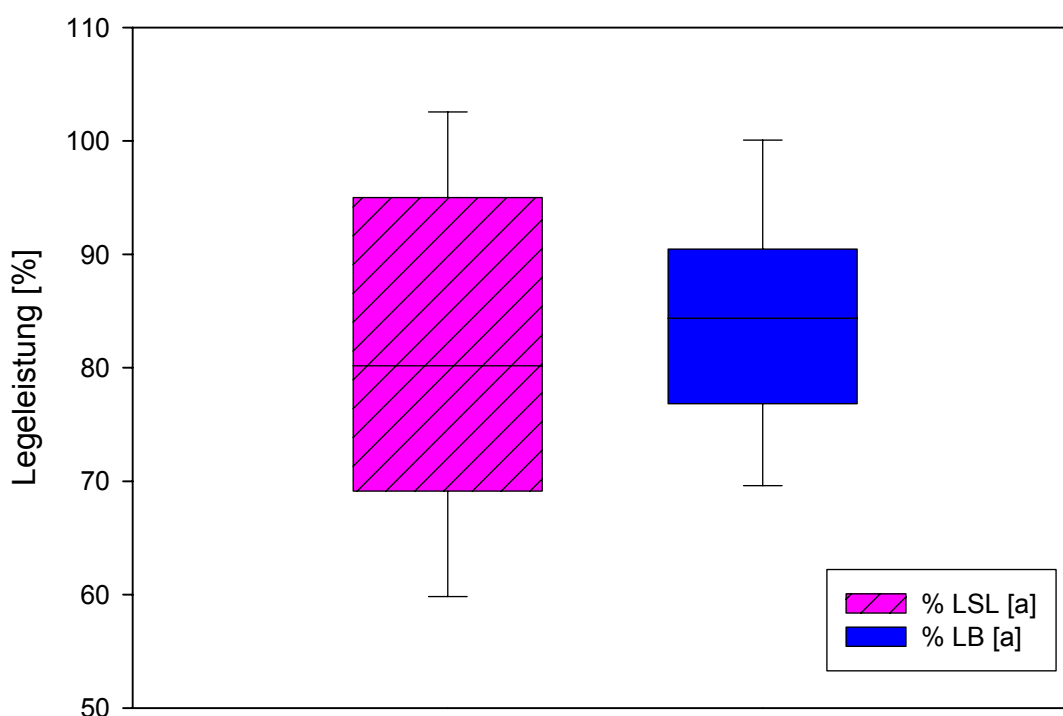


Abbildung 25 Prozentanteil der Legeleistung, die über die gesamte Legeperiode erbracht wurde, in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die Zahl der täglich gelegten Eier in ein Prozentverhältnis zur jeweiligen Anfangshennenzahl gesetzt. Beginn war der Zeitpunkt an dem auf drei aufeinander folgenden Tagen über 50 % der Hennen ein Ei legten; n=382 Tage für die LB-Hennen und n=389 Tage für die LSL-Hennen.

a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test, T-Test)

Beide Hennenlinien wiesen ein Alter von 148 Tagen auf, als sie die Legereife mit 50 % der Eiproduktion erreichten.

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode zeigte sich, dass sich bis zur 45. LW die Legeleistungen der beiden Linien nicht signifikant unterschieden, und zwar mit median 92,5 % für die LSL-Hennen und 90,4 % für die LB-Hennen. Ab der 46. LW aber kam es zu einem signifikant schlechteren Abschneiden der LSL-Hennen mit median 74,2 % gegen 80,3 % Legeleistung der LB-Hennen ($p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test).

Es wurden Spitzenwerte von 97,8 % in der 37. LW bei den LSL-Hennen und 91,7 % in der 29. LW bei den LB-Hennen erreicht.

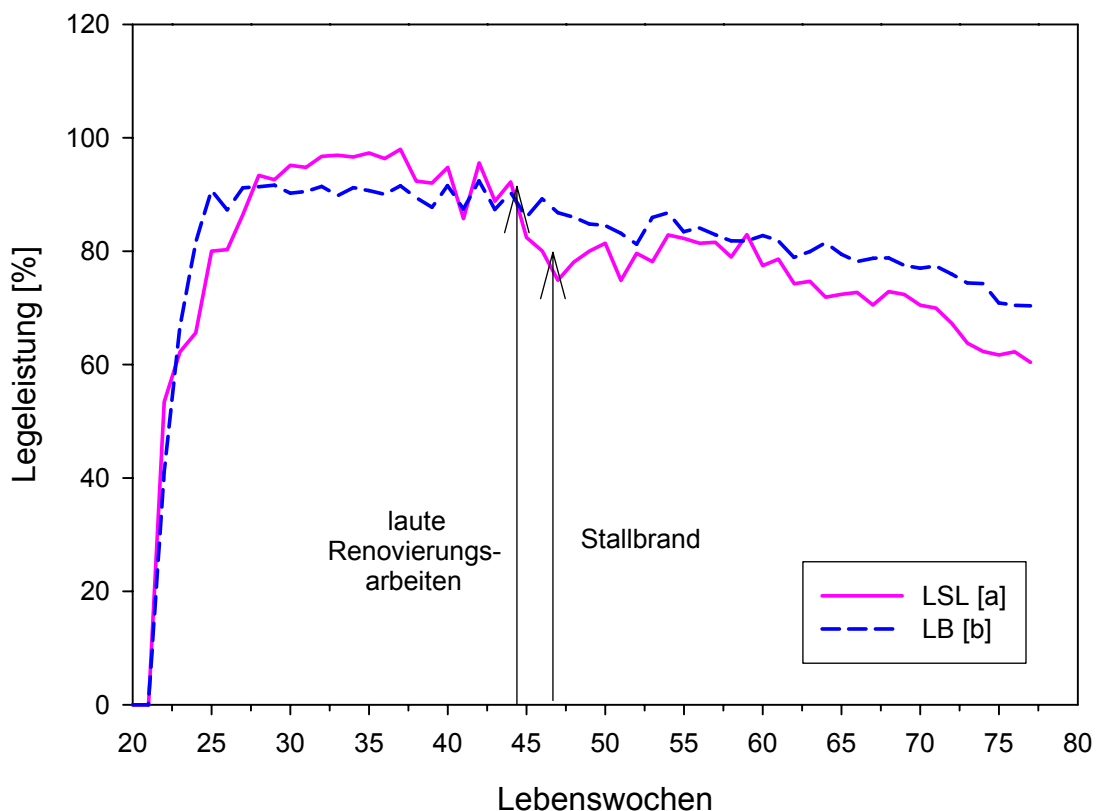


Abbildung 26 Prozentanteil der Legeleistung im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die Zahl der wöchentlich gelegten Eier in ein Prozentverhältnis zur jeweiligen Anfangshennenzahl gesetzt; N=2300 LSL-Hennen und N=3600 LB-Hennen, n=55 LW LSL-Hennen und n=55 LW LB-Hennen. Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.2.3 Eigewicht

Die LB-Hennen wiesen mit einem Medianwert von 66,9 g ein im Durchschnitt signifikant höheres Eigewicht auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 65,0 g. Der Mittelwert im Durchschnitt der Legeperiode betrug 65,9 g bei den LB-Hennen und 64,1 g bei den LSL-Hennen.

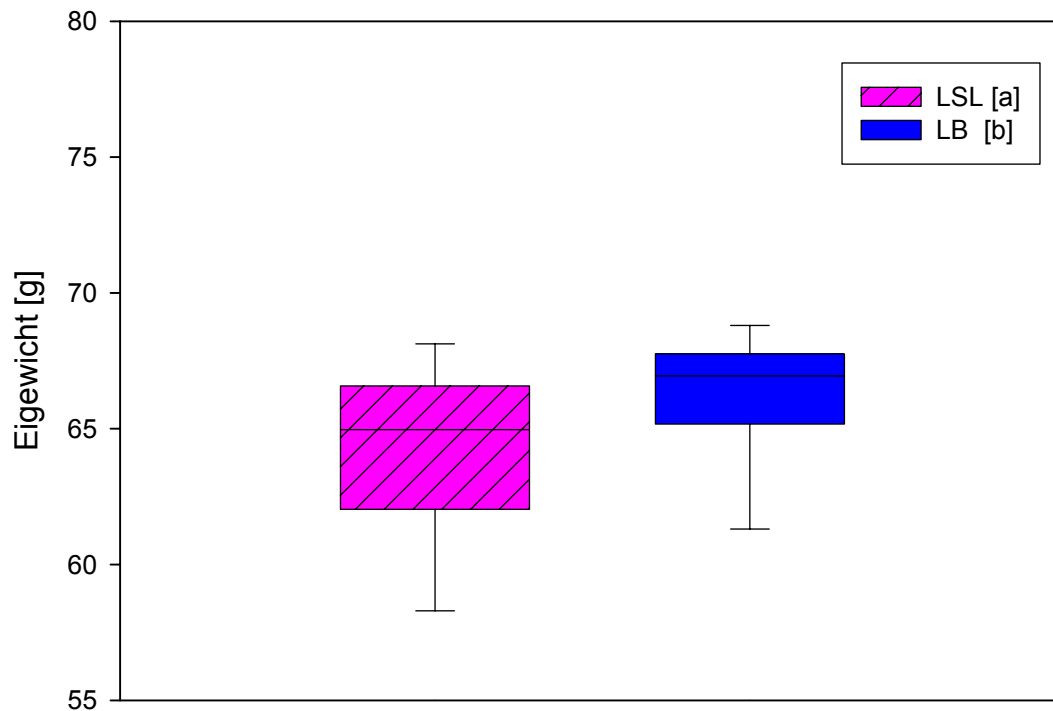


Abbildung 27 Durchschnittliches Eigewicht in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Das Eigewicht wurde täglich erfasst und als Durchschnitt pro Woche errechnet. n=54 Wochen. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im zeitlichen Verlauf kam es von der 24. Lebenswoche bis zum Ende der Legeperiode zu einem Anstieg des Eigewichtes, wobei bis zur 45. Lebenswoche ein relativ steiler Anstieg verzeichnet werden konnte und ab der 46. Lebenswoche nur noch ein flacher. Das maximale Eigewicht betrug am Ende bei den LB-Hennen 69,2 g und bei den LSL-Hennen 68,4 g. Das Eigewicht der LSL-Hennen lag während der gesamten Legeperiode unter dem der LB-Hennen.

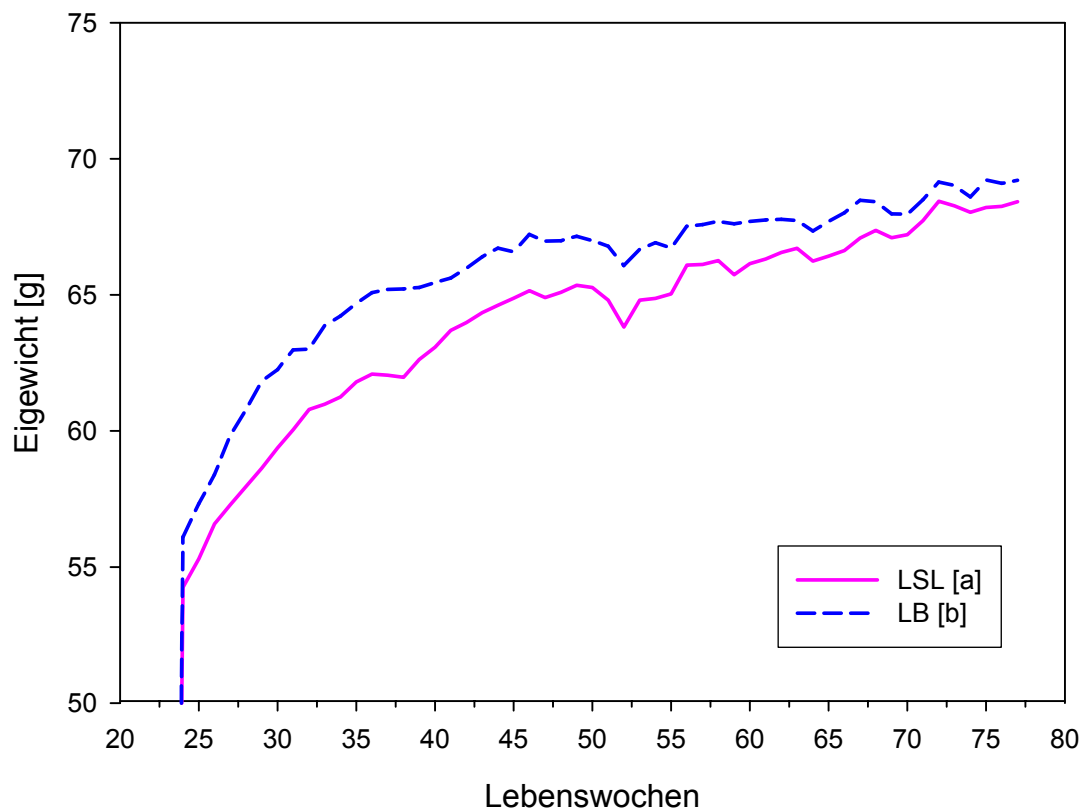


Abbildung 28 Durchschnittliches Eigewicht im zeitlichen Verlauf der Legeperiode (Das Eigewicht wurde täglich erfasst und als Durchschnitt pro Woche errechnet. n=54 Wochen. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.2.4 Knick-, Bruch-, und Schmutzeier

Der mediane Schmutz- (2,8 %) und der mediane Knickeieranteil (0,2 %) lag bei den LSL-Hennen signifikant höher als bei den LB-Hennen mit einem Schmutzeieranteil von 0,9 % und einem Knickeieranteil von 0,08 %. Der Prozentanteil der Brucheier unterschied sich, mit median 0,1 % bei beiden Hennenlinien, nicht signifikant voneinander.

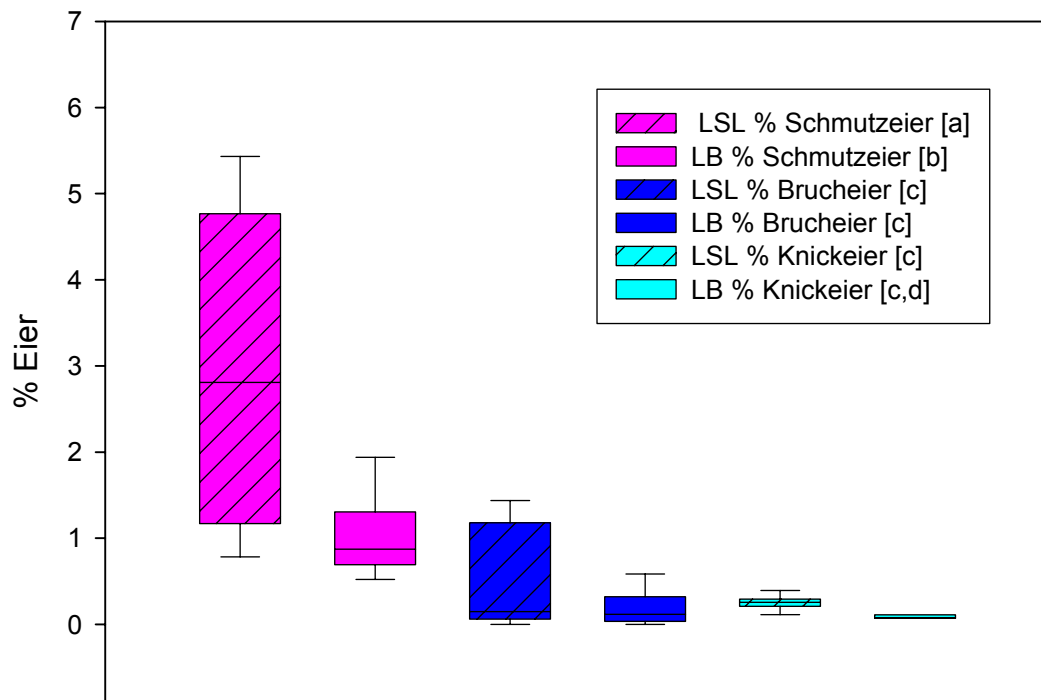


Abbildung 29 Prozentanteil der Schmutz-, Bruch- und der Knickeier während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die tägliche Anzahl an Schmutz-, Bruch- und Knickeiern in ein Prozentverhältnis zur jeweils durchschnittlich gelegten Eizahl pro Tag gesetzt; n=382 Tage LB-Hennen und n=389 Tage LSL-Hennen; a,b,c,d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode zeigt sich, dass es zu einem signifikanten Anstieg der Schmutzeier bei den LSL-Hennen kam, nachdem der Scharrraum zum zweiten Mal geschlossen wurde.

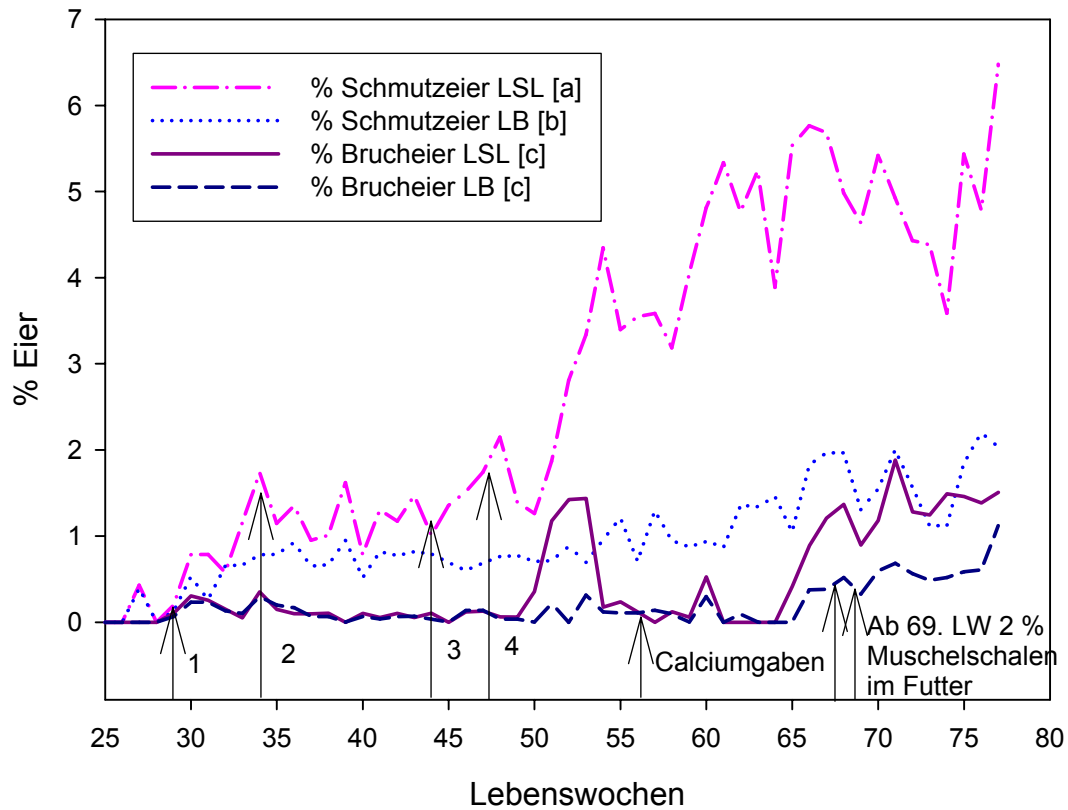


Abbildung 30 Prozentanteil an Schmutz- und Brucheiern im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die tägliche Anzahl an Schmutz-, Bruch- und Knickeiern in ein Prozentverhältnis zur jeweils durchschnittlich gelegten Eizahl pro Tag gesetzt; n=382 Tage LB-Hennen und n=389 Tage LSL-Hennen. Pfeil eins und zwei kennzeichnen das erstmalige Öffnen und Schließen des Scharrraums bei den LSL-Hennen. Pfeil drei bezeichnet das zweite Öffnen des Scharrraums bei den LSL- und das erstmalige Öffnen bei den LB-Hennen. Pfeil vier zeigt den Zeitpunkt an dem der zusätzliche Scharrraum im LSL-Stallabteil zum zweiten Mal geschlossen wurde; a,b,c: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.2.5 Anzahl der verlegten Eier

Mit einem Medianwert von 3 % wiesen die LSL-Hennen einen signifikant höheren Prozentanteil an verlegten Eiern auf als die LB-Hennen mit einem Medianwert von 0,5 %. Der Mittelwert verlegter Eier für die gesamte Legeperiode lag bei **4,9 %** für die LSL-Hennen und bei **1,7 %** für die LB-Hennen.

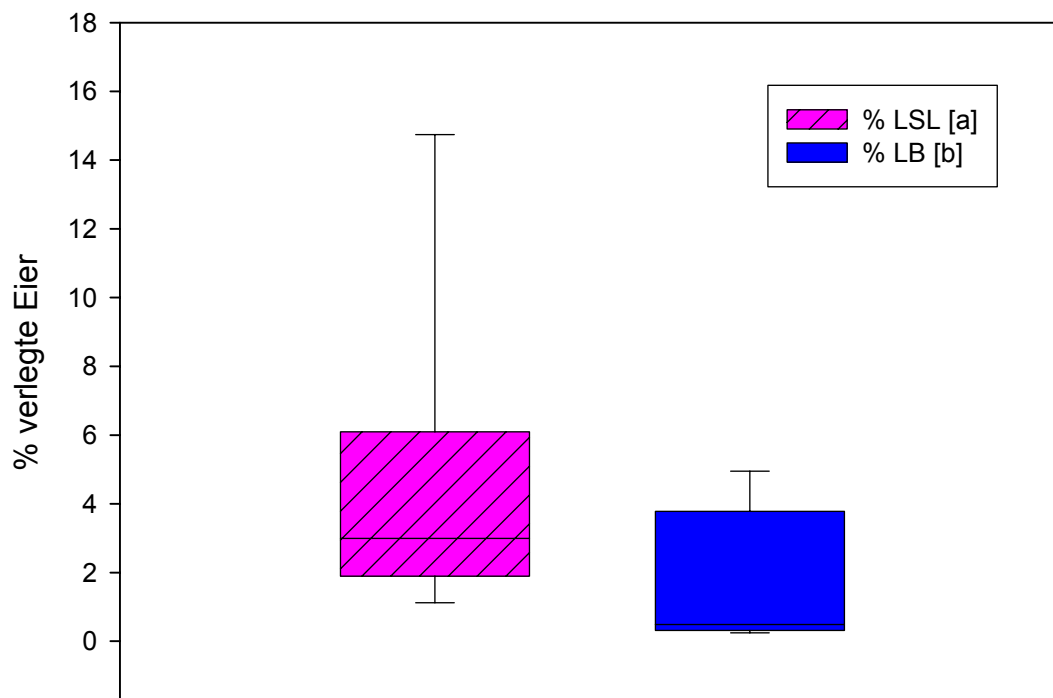


Abbildung 31 Prozentanteil der verlegten Eier im Durchschnitt der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die Zahl der wöchentlich verlegten Eier in ein Prozentverhältnis zur jeweils gelegten Eizahl pro Woche gesetzt. n=58 LW pro Hennenlinie. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode kam es, nach dem erstmaligen Öffnen und Schließen des Scharrraums bei den LSL-Hennen, zwar zu einem leichten Anstieg der verlegten Eier, der aber nach 2 Wochen mit 3,7 % seinen Höhepunkt erreichte und danach wieder auf 1,8 % zurückfiel. Nach dem zweiten Öffnen des Bereichs unter den mittleren Volierensegmenten stieg der Anteil verlegter Eier bis zur 49. LW signifikant auf 16,4 % an, obwohl der zusätzliche Scharrraum bei den LSL-Hennen in der 47. LW wieder geschlossen wurde. Ab der 55. LW befand sich in jedem Gang durchgehend ein Stromkabel und ab der 60. LW lagen zwei Stromkabel pro Gang am Boden.

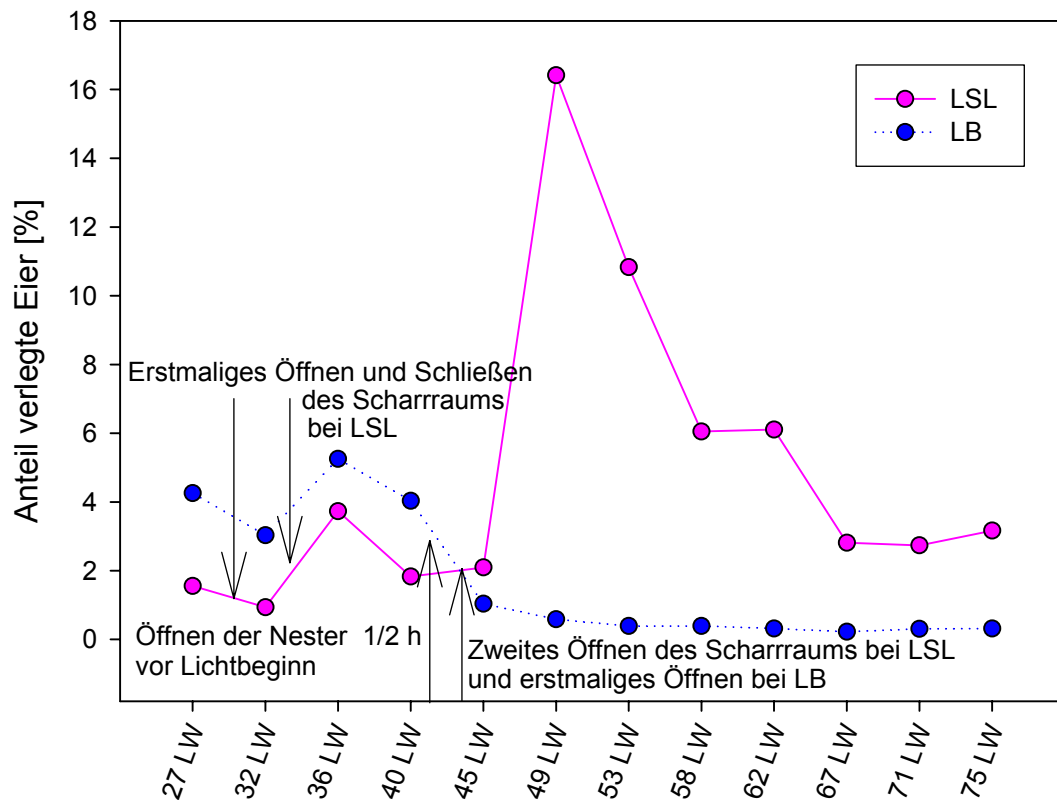


Abbildung 32 Prozentanteil der verlegten Eier im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die Zahl der wöchentlich verlegten Eier in ein Prozentverhältnis zur jeweils gelegten Eizahl pro Woche gesetzt. Wichtige betriebliche Maßnahmen wurden durch Pfeile gekennzeichnet. n=58 LW pro Hennenlinie. Mann-Whitney Rank Sum Test)

Der Prozentanteil verlegter Eier bei den LB-Hennen stieg bis zur 36. LW auf 5,2 % und fiel nachdem die Nester eine ½ Stunde vor Lichtbeginn geöffnet wurden auf 1,0 % und sank dann bis zum Ende der Legeperiode auf 0,3 %. Der anfängliche Anstieg und Abfall verlegter Eier fand in gleicher Weise wie bei den LSL-Hennen statt, obwohl zu diesem Zeitpunkt der Bereich unter den mittleren Volierensegmenten bei den LB-Hennen nicht geöffnet worden war. Nachdem die Nester in der 42. LW eine ½ Stunde vor Lichtbeginn geöffnet wurden sank der Anteil verlegter Eier bei den LB-Hennen erstmalig während der Legeperiode auf 1 % ab.

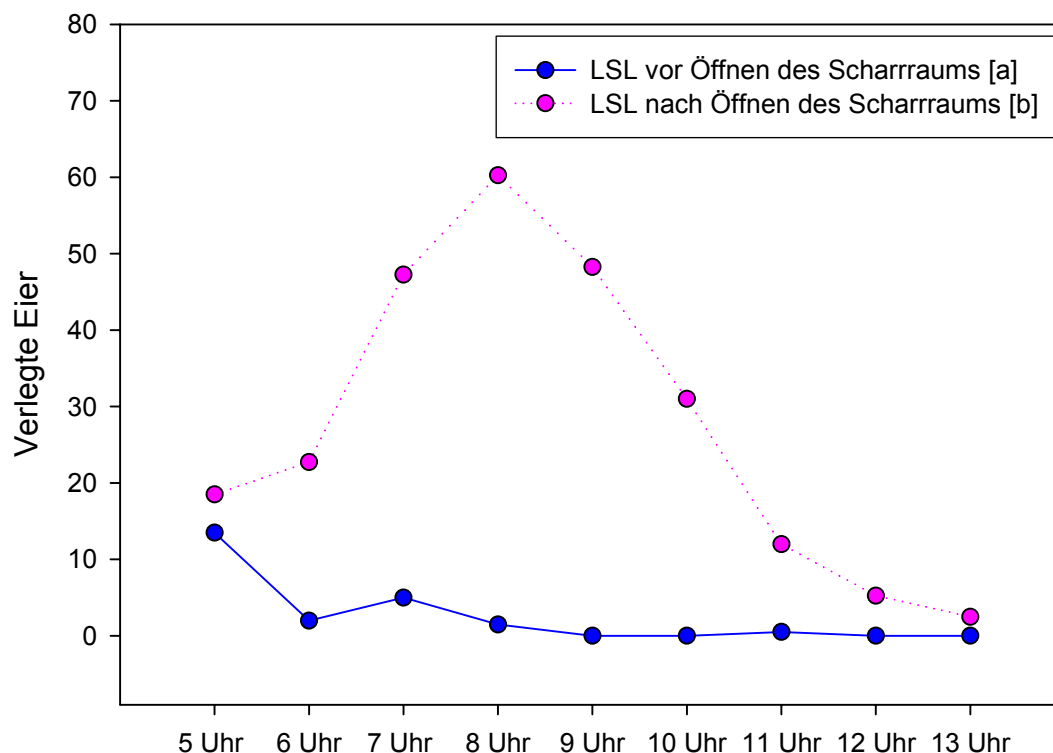


Abbildung 33 Anzahl der verlegten Eier im Stallabteil der LSL-Hennen in Abhängigkeit von der Tageszeit und dem Öffnungszustand des Scharrraums (Es wurden stündlich, von Lichtbeginn an, die verlegten Eier gesammelt und die gesammelte Anzahl verlegter verglichen mit der Anzahl in der Zeit vor und nach dem zweiten Öffnen des zusätzlichen Scharrraums, und als Durchschnitt von 2 Beobachtungstagen vor und 4 Beobachtungstagen nach Öffnen des Scharrraums wiedergegeben; n=30 Nester, a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Bevor der Bodenbereich unter den mittleren Volierensegmenten für die LSL-Hennen zugänglich gemacht wurde, wurden im Mittel 2,5 verlegte Eier pro Stunde gesammelt, und im zeitlichen Verlauf des Tages wurde um 5:00 Uhr mit 13,2 Eiern die maximale Anzahl verlegter Eier erfasst. Nach Öffnen des zusätzlichen Scharrraums konnten im Mittel 30 Eier pro Stunde gesammelt werden und um 8:00 Uhr wurde mit im Durchschnitt 60,3 Eiern der Tageshöchstwert erreicht.

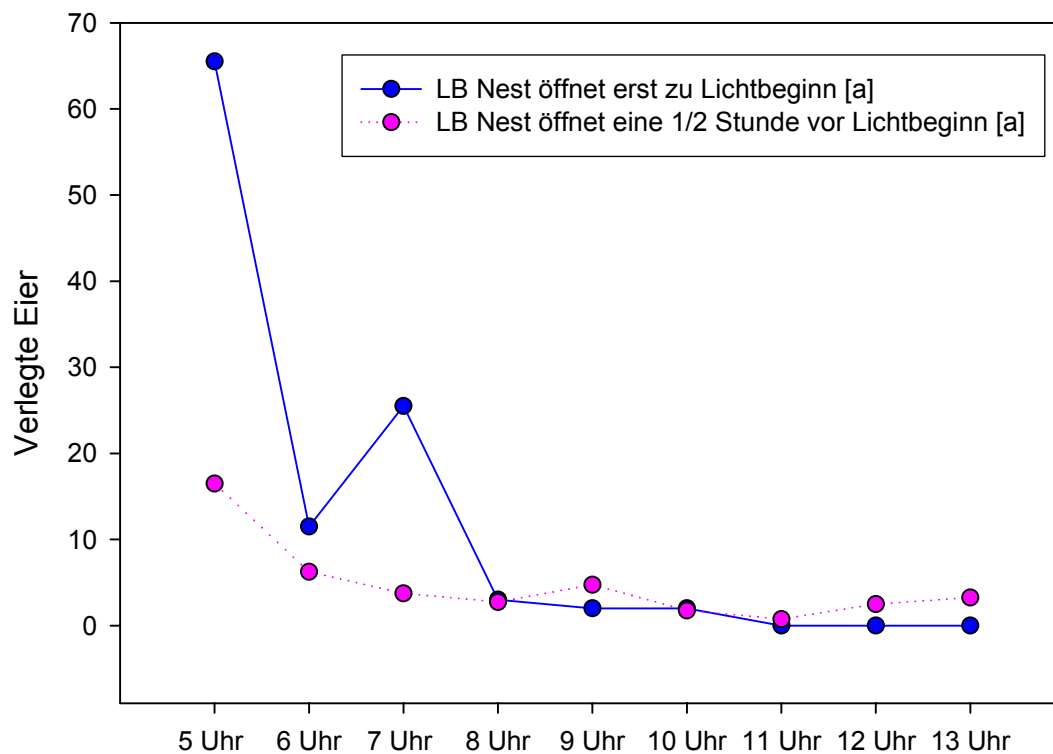


Abbildung 34 Anzahl der verlegten Eier im Stallabteil der LB-Hennen in Abhängigkeit von der Tageszeit und dem Öffnungszeitpunkte der Nester (Es wurde die stündlich gesammelte Anzahl verlegter verglichen mit der Anzahl, in der Zeit vor und nachdem die Nester eine halbe Stunde von Lichtbeginn geöffnet wurden, und als Durchschnitt von 2 Beobachtungstagen vor und 4 Beobachtungstagen, nachdem die Nester eine halbe Stunde vor Lichtbeginn geöffnet wurden, wiedergegeben; n=60 Nester, a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Da der zusätzliche Scharrraum zur selben Zeit geöffnet wurde, in der die Nester schon vor Lichtbeginn geöffnet wurden, zeigt Abbildung 34 zusätzlich den Vergleich zwischen der Zeit vor und nachdem der Boden unter den mittleren Volierensegmenten geöffnet wurde.

Bevor die Nester eine halbe Stunde vor Lichtbeginn geöffnet wurden, wurden im Durchschnitt 12,2 Eier im Stallabteil der LB-Hennen pro Stunde gesammelt und im Tagesverlauf kam es zu 2 Maxima mit 65,5 Eiern um 5 Uhr und 25 Eiern um 7 Uhr.

Nachdem die Nester schon eine halbe Stunde vor Lichtbeginn für die Hühner zugänglich gemacht wurden, wurden im Durchschnitt 4,7 Eier pro Stunde gesammelt und der Maximalwert im Tagesverlauf betrug 16,5 verlegte Eier um 5 Uhr.

Die Anzahl verlegter Eier, die vor und nach dem früheren Öffnen der Nester im Tagesdurchschnitt gesammelt wurde, unterschied sich nicht signifikant voneinander.

4.2.6 *Bruchfestigkeit der Eierschale*

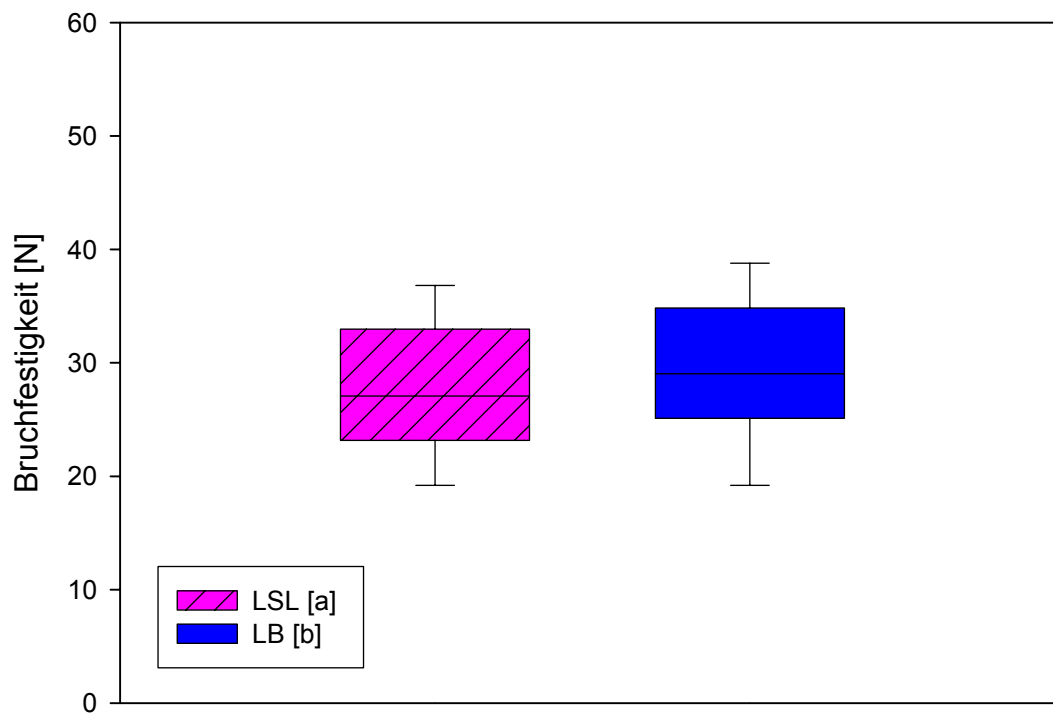


Abbildung 35 Durchschnittliche Bruchfestigkeit der Eischalen in Abhängigkeit von der Hennenlinie
(Einmal im Monat wurde die Bruchfestigkeit von jeweils 25 Eiern der beiden Hennenlinien bestimmt; n=275 pro Gruppe. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Mit einem Medianwert von 29 N wiesen die LB-Hennen eine signifikant höhere Eibruchfestigkeit auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 27 N.

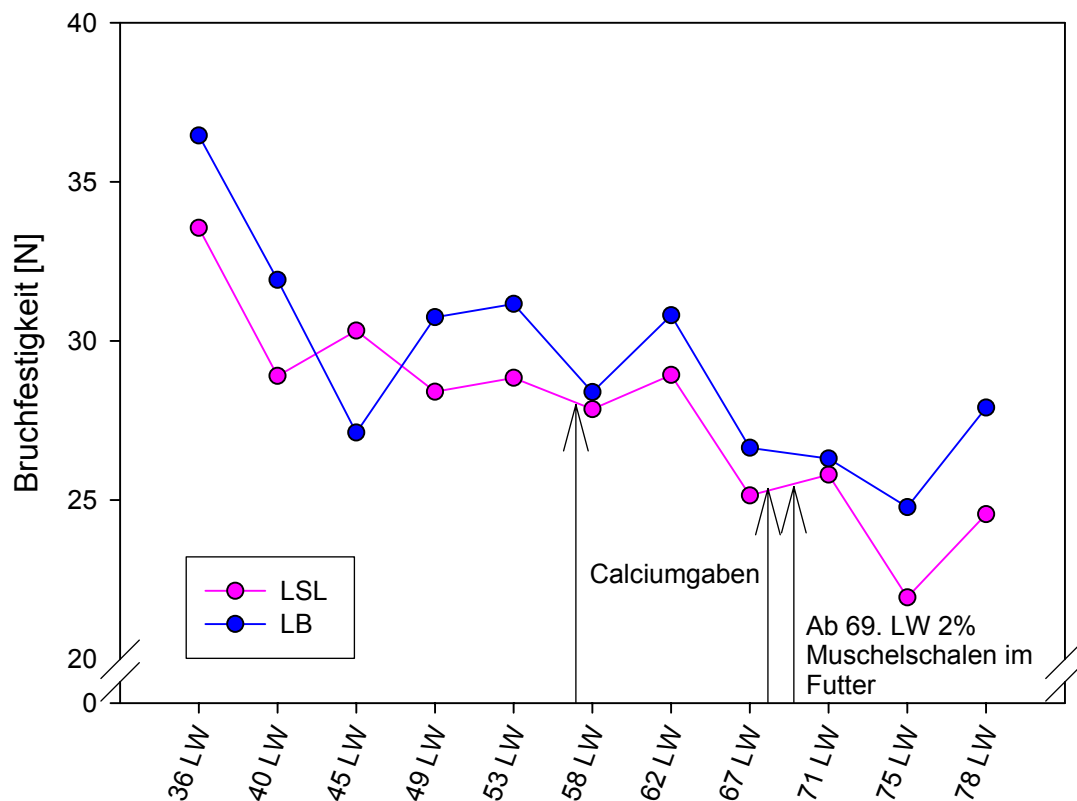


Abbildung 36 Durchschnittliche Bruchfestigkeit der Eischalen im zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Einmal im Monat wurde die Bruchfestigkeit von jeweils 25 Eiern der beiden Hennenlinien bestimmt; n=25 pro Gruppe und Zeiteinheit; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode fällt die durchschnittliche Bruchfestigkeit bei den LSL-Hennen von maximal 33,6 N auf minimal 21,9 N in der 75. LW und steigt danach noch einmal auf 24,6 N an. Bei den LB-Hennen fällt der Wert von maximal 36,5 N auf minimal 24,8 N, ebenfalls in der 75. LW und steigt danach auch noch einmal an, und zwar auf 27,9 N.

4.2.7 Eierschalendicke

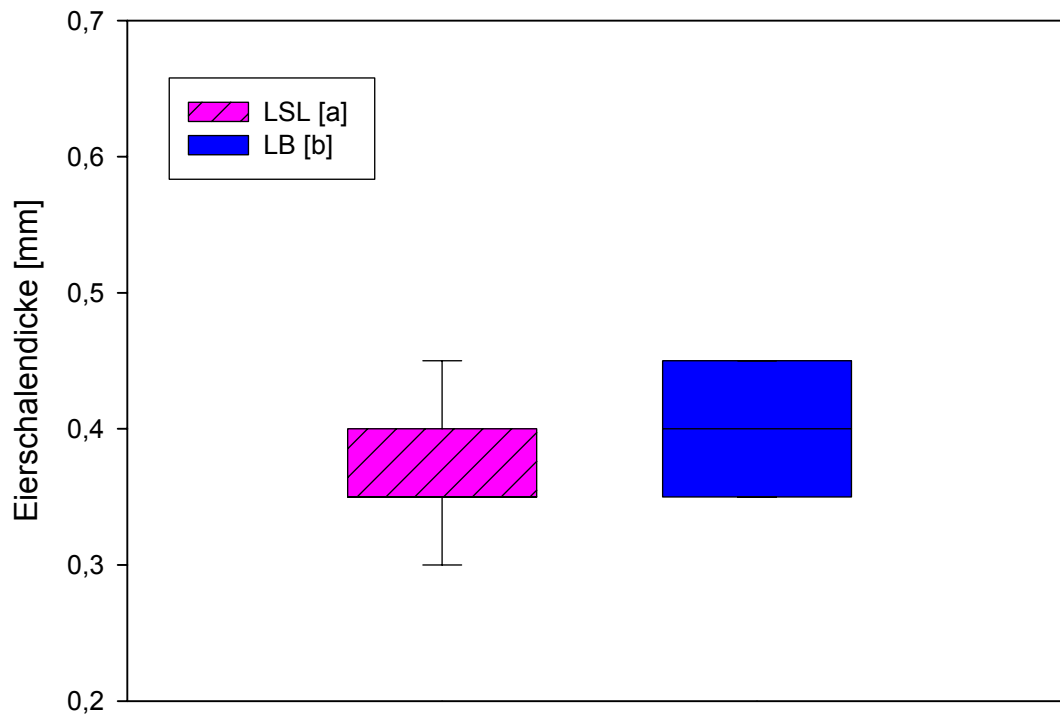


Abbildung 37 Durchschnittliche Dicke der Eischalen in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde einmal im Monat die durchschnittliche Dicke der Eischale von jeweils 25 Eiern der beiden Hennenlinien bestimmt; n=275 pro Gruppe. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Die LB-Hennen wiesen mit einem Medianwert von 0,4 mm eine signifikant höhere Eischalendicke auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 0,35 mm.

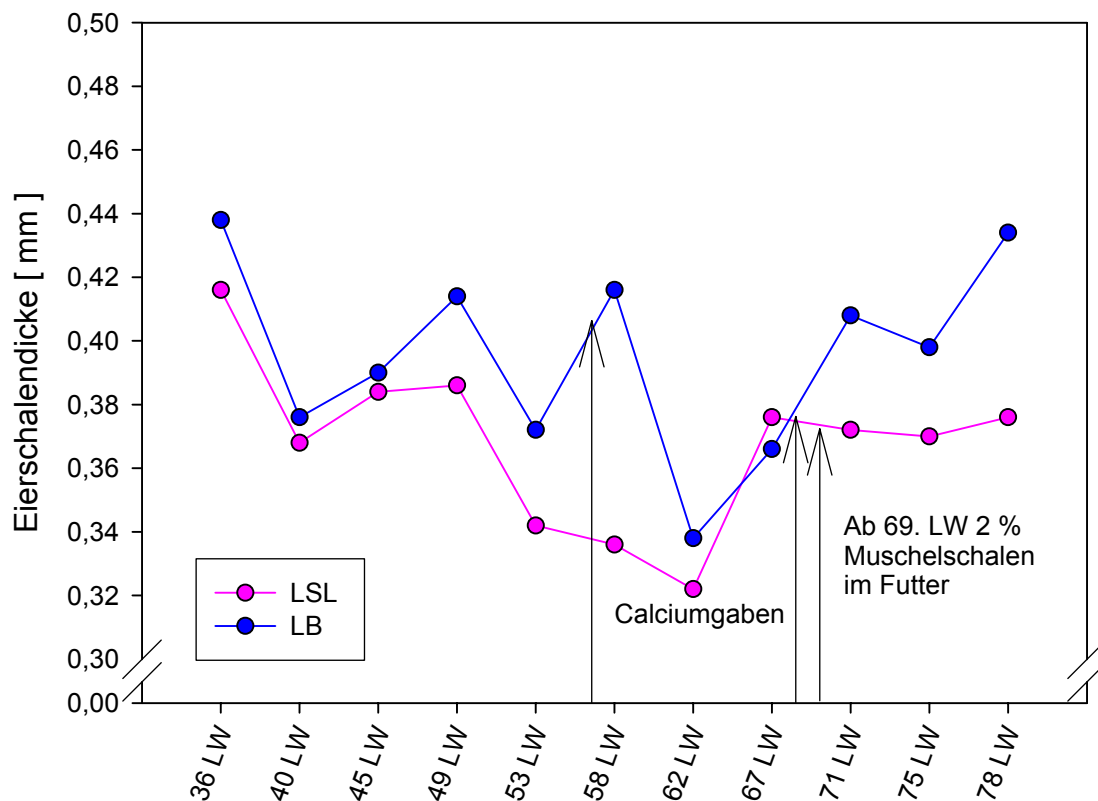


Abbildung 38 Durchschnittliche Eischalendicke im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde einmal im Monat die durchschnittliche Dicke der Eischale von jeweils 25 Eiern der beiden Hennenlinien bestimmt; n=25 pro Gruppe und Zeiteinheit. Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode lag die Dicke der Eischalen der LSL-Hennen immer unter der der LB-Hennen, mit Ausnahme der 67. LW. Die Dicke der Eischalen der LB-Hennen schwankte stark und wies am Ende mit 0,43 mm fast dieselbe Dicke auf wie zu Beginn mit 0,44 mm. Die Eischalendicke der LSL-Hennen sank fast kontinuierlich von durchschnittlich 0,42 mm in der 36. LW auf 0,32 mm in der 62. LW, stieg aber danach, bis zum Ende der Legeperiode, noch einmal auf durchschnittlich 0,38 mm an.

4.2.8 Arbeitszeitaufwand

Tabelle 17 Jahresarbeitszeitbedarf (Es wurde der Arbeitszeitaufwand pro Person und Tag, die Arbeitspersonenstunden pro Jahr [APh / Jahr] und die Arbeitspersonenminuten pro Tier und Jahr [APmin / Tier / Jahr] für die Stallarbeitszeiten und das Eier sortieren und verpacken, ermittelt und als Durchschnitt von 2 Arbeitswochen, in der ersten und zweiten Hälfte der Legeperiode, wiedergegeben. Zudem wurden die Arbeitszeiten, die für die Ein- und Ausstallung nötig waren, erfasst und in Arbeitsstunden pro Durchgang, APh / Jahr und APmin / Tier angegeben).

Tierplätze	5900			
	(Haltungsdauer 394 Tage)	APh / Jahr	APmin / Tier / Jahr	Anteil Gesamtarbeits- zeit (%)
Stallarbeiten:				
• tägliche Bestandskontrolle und Einsammeln verlegter Eier	42 min/Tag	255,5	2,5	22,8
• Kontrolle von Futter und Wasser und anderer technischer Stalleinrichtungen	7,5 min/Tag	45,6	0,46	4,1
• laufende Stallreinigung	7,5 min/Tag	45,6	0,46	4,1
• Körnergabe, und Einstreu	8,5 min/Tag	51,7	0,5	4,6
• Entmisten	12,8 min/Tag	77,9	0,79	7,0
• Ein- und Ausstallung	6 h/Durchgang	25	0,7	2,2
• Reinigung, Desinfektion nach Ausstallung, Neueinrichtung	20 h/Durchgang	70	0,25	6,3
Summe Stallarbeiten		571,3	5,66	51,1

<ul style="list-style-type: none"> Eierband aktivieren und überwachen, Eier sortieren und verpacken 	30min/Tag	547,5	5,6	48,9
Summe aller Arbeitszeiten		1118,8	11,26	100

Mit 255,5 Arbeitspersonenstunden pro Jahr und einem Anteil von 22,8 % an der Gesamtarbeitszeit stellt die tägliche Bestandskontrolle mit Einsammeln von verlegten Eiern den Hauptanteil der nötigen Stallarbeiten dar. Den Hauptanteil an der Gesamtarbeitszeit nimmt mit 48,9 % und 547,5 Arbeitpersonenstunden pro Jahr das Eier sortieren und verpacken ein.

4.3 Tiergesundheit

4.3.1 Gesundheitsstatus

Während der gesamten Legeperiode wurden nur 3 behandlungsbedürftige Zustände durch den bestandsbetreuenden Tierarzt festgestellt und behandelt, (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18 diagnostizierte Krankheiten und Therapien während der Legeperiode

Lebenswoche	Diagnose	Therapie
19	Enteritis catharalis diffusa	Neomycinsulfat 5 Tage
53	Enteritis catharalis diffusa	Neomycinsulfat 6 Tage
59	Colibedingte Eileiterentzündung	Colestinsulfat 5 Tage

Die rote Vogelmilbe wurde während der Legeperiode viermal bekämpft, um einer Beeinträchtigung der Tiere vorzubeugen. Die Behandlung mit Intermitox® von Interhygiene wurde immer dann durchgeführt, wenn an den Volierensegmenten größere Ansammlungen der Milbe entdeckt wurden und zwar im März (37. LW), im April (45. LW), im Juni (54. LW) und im September (64. LW).

4.3.2 Ausfälle

Im Durchschnitt der gesamten Legeperiode traten bei den LSL-Hennen mit einem Medianwert von 0,17 % pro Woche signifikant höhere Verluste auf als bei den LB-Hennen mit einem Medianwert von 0,1 % pro Woche. **Insgesamt lagen die Verluste der LSL-Hennen bei 11,1% und die der LB-Hennen bei 6,8 %.**

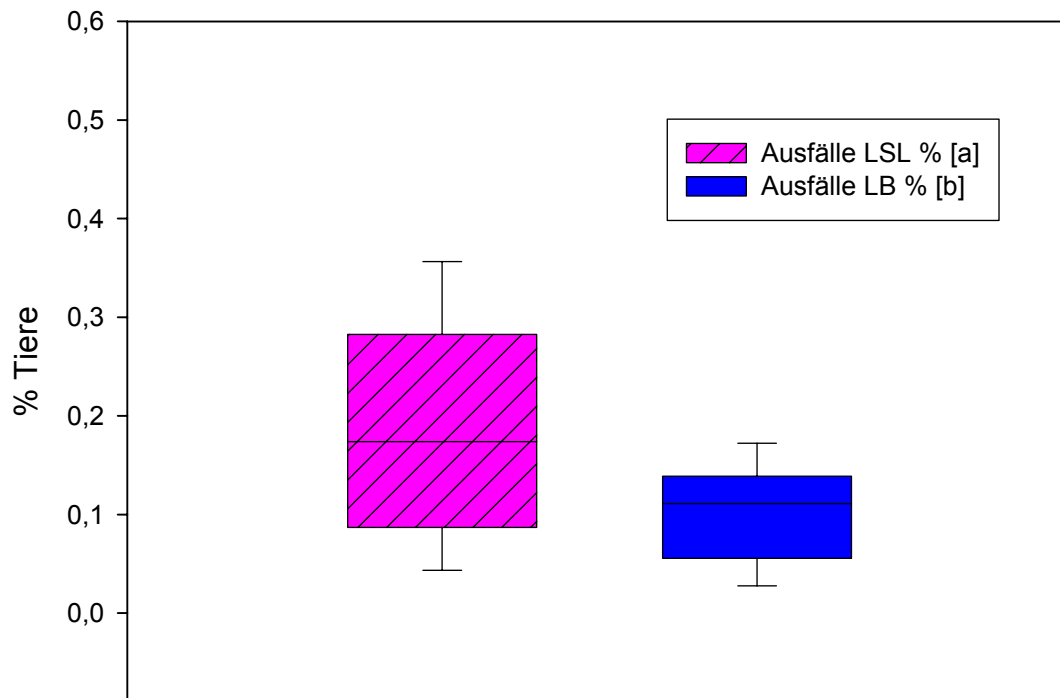


Abbildung 39 Prozentanteil der Ausfälle pro Woche im Durchschnitt der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurden die Verluste einer jeden Hennenlinie in ein Prozentverhältnis zur anfangs eingestellten Hennenzahl gesetzt; N=2300 LSL-Hennen, N=3600 LB-Hennen; a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test)

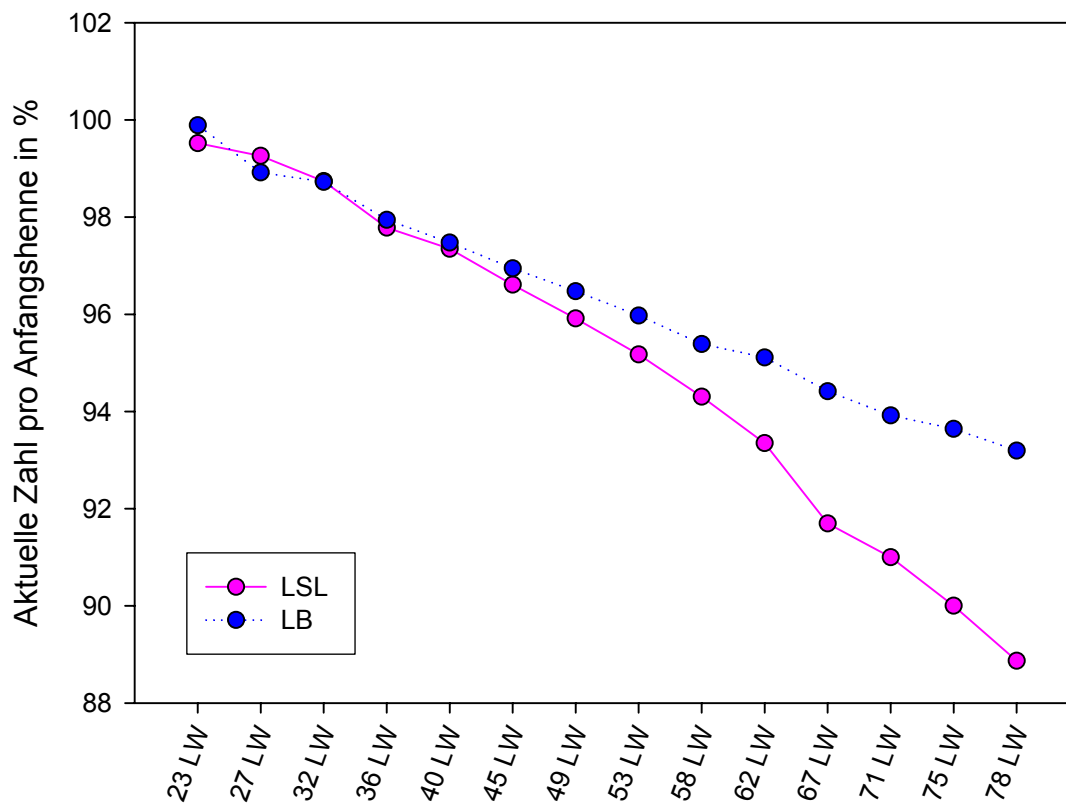


Abbildung 40 Prozentanteil der noch lebenden Hennen zur Anfangshennenzahl im zeitlichen Verlauf und in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die Anzahl der aktuell lebenden Hennen in ein Prozentverhältnis zu den jeweils eingestellten Anfangshennen gesetzt)

Im zeitlichen Verlauf unterschieden sich bis zur 40. LW die Verluste der LSL-Hennen nicht signifikant von denen der LB-Hennen, aber ab der 40. LW bis zum Ende der Legeperiode unterschieden sich die Verluste der LSL-Hennen mit median 1,17 % pro Woche signifikant von denen der LB-Hennen mit median 0,1 % pro Woche ($p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test).

Am Ende der Legeperiode lebten noch 88,9 % der anfangs eingestellten LSL-Hennen und 93,2 % der LB-Hennen.

4.3.3 IgY-Bestimmung

Die LB-Hennen wiesen mit einem Medianwert von 27,8 mg/ml einen signifikant höheren IgY-Wert auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 25,8 mg/ml.

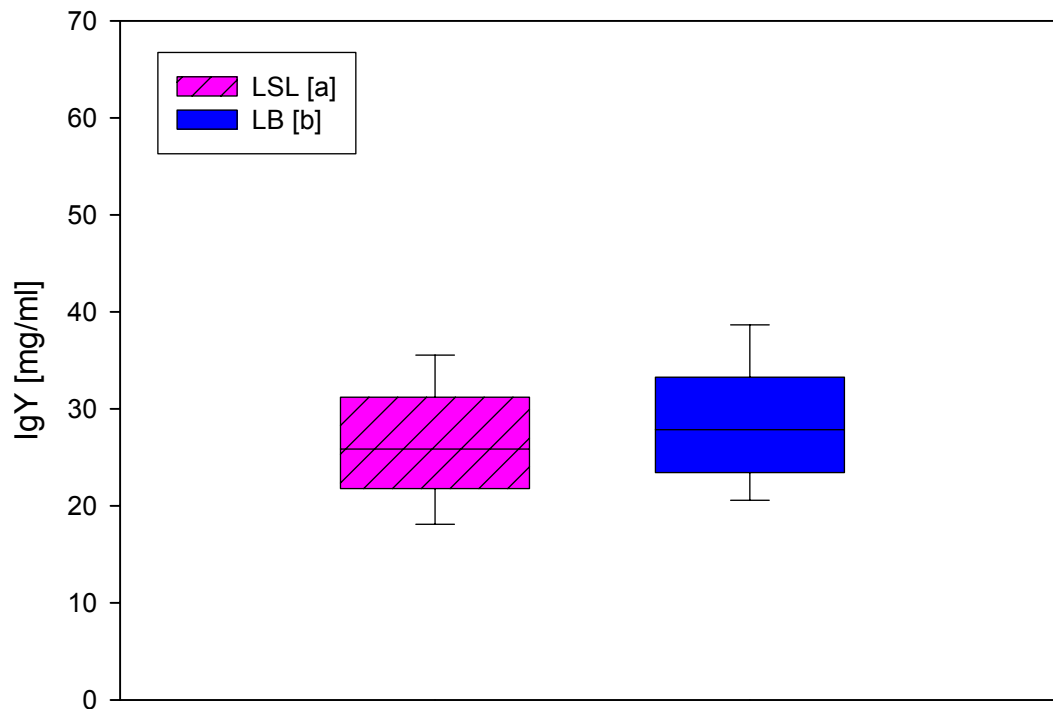


Abbildung 41 Durchschnittlicher IgY Gehalt des Eidotters in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Einmal im Monat wurde der IgY Gehalt von jeweils 25 Eiern pro Hennenlinie bestimmt; n=325 pro Gruppe. a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

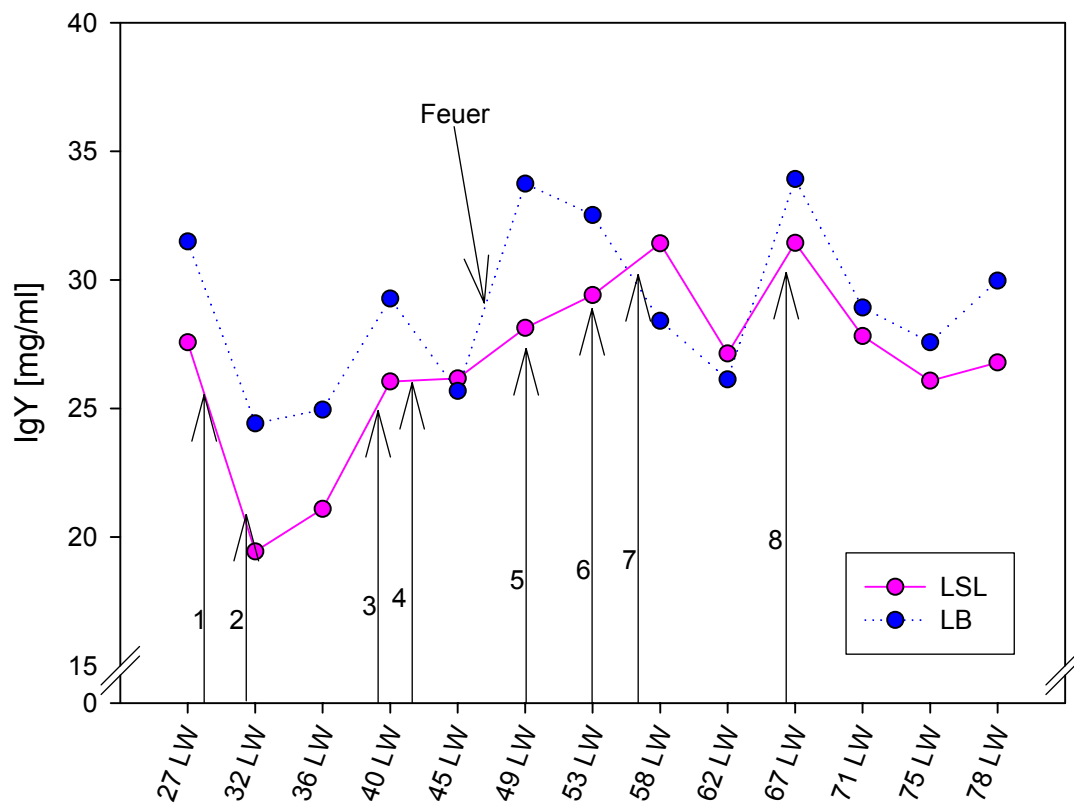


Abbildung 42 Durchschnittlicher IgY Gehalt des Eidotters im zeitlichen Verlauf, in Abhängigkeit von der Besatzdichte (Einmal im Monat wurde der IgY Gehalt von jeweils 25 Eiern pro Hennenlinie bestimmt; n=325 pro Gruppe. Mann-Whitney Rank Sum Test; die Pfeile 1, 4 und 6 kennzeichnen ND-Impfungen und die Pfeile 2, 3, 5, 7 und 8 stehen für IB-Impfungen)

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode fiel der IgY Gehalt bis zur 32. LW zunächst von durchschnittlich 27,6 mg/ml (LSL-Hennen) und 31, mg/ml (LB-Hennen) auf 19,4 mg/ml (LSL-Hennen) und 24,4mg/ml (LB-Hennen). Im weiteren Verlauf der Legeperiode wurden diese Minimalwerte nicht mehr erreicht, sondern die IgY-Konzentration des Eidotters schwankte zwischen 31 und 26 mg/ml (LSL-Hennen) und zwischen 33 und 26 mg/ml (LB-Hennen) bis zum Ende der Legeperiode.

4.3.4 Bonitierung

4.3.4.1 Haltungsbedingte Gefiederschäden

Im Vergleich zwischen den beiden Linien wiesen bei den LSL-Hennen bis zur 32. LW mehr als 50 % der Tiere ein unbeschädigtes Gefieder auf. Bei den LB-Hennen konnten bis zur 40. LW mehr als 50 % der untersuchten Hennen unbeschädigtes Gefieder aufweisen. In der 40. und in der 58. LW wurde bei jeweils 4 % der untersuchten LSL-Hennen Grad 6 festgestellt, bei den untersuchten LB-Hennen trat Grad 6 einmal bei 8 % der Hennen in der 49. LW auf.

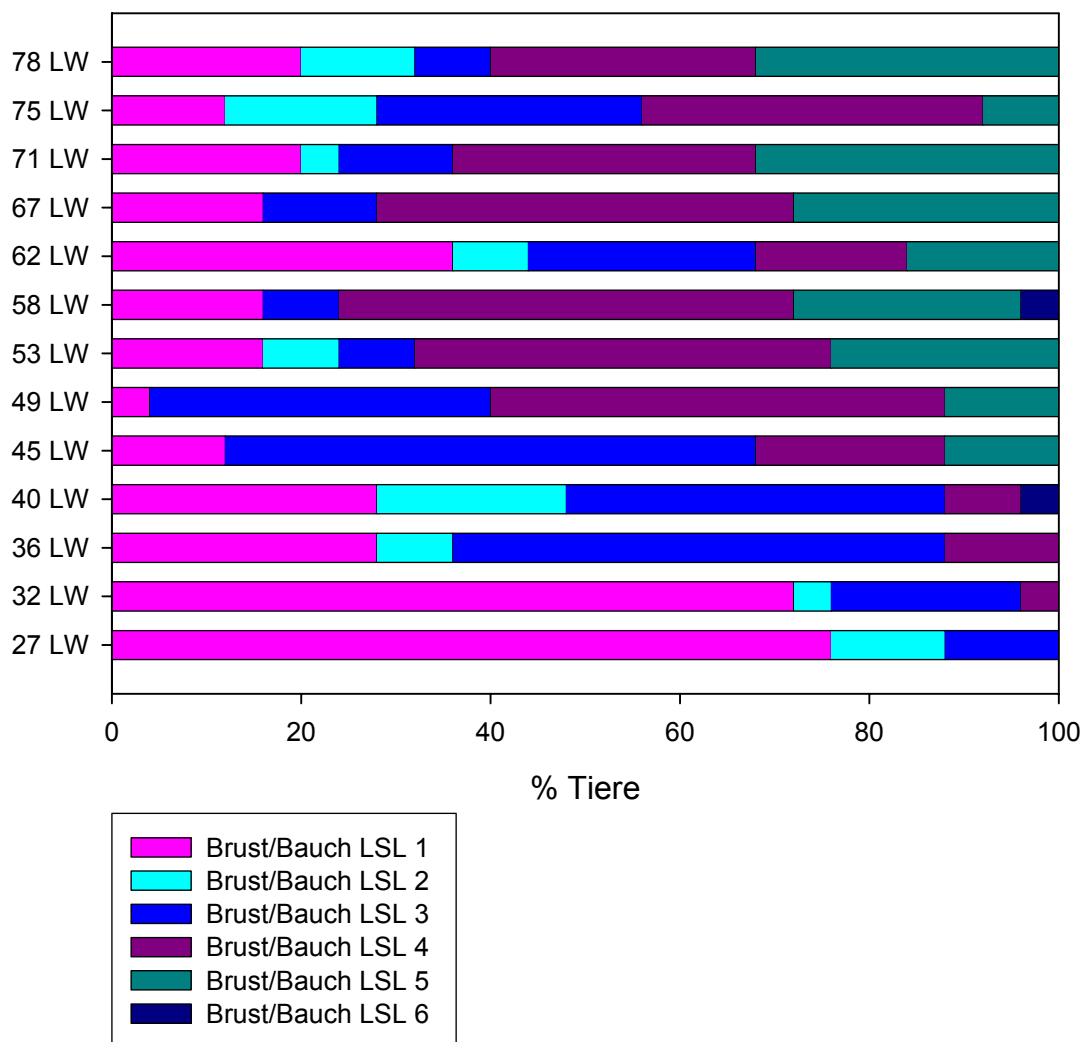


Abbildung 43 Durchschnittlicher Gefiederzustand von Grad 1-6 im zeitlichen Verlauf der Legeperiode der LSL-Hennen für die Brust/Bauch Region (Einmal pro Monat wurde bei 25 Legehennen der Linie LSL der Gefiederzustand der Brust/Bauch Region bewertet und die durchschnittliche Gradeinteilung pro Monat erstellt; n=13 Monate)

Tabelle 19 Gradeinteilung des Gefieders der Brust/Bauch Region in der 78 LW (Es wurden die Hennen nach der Einteilung ihres Gefieders in der Brust/Bauch Region in die Grade 1-6, in ein Prozentverhältnis zur untersuchten Hennenzahl gesetzt. N=25 Tiere pro Linie)

	% LSL-Hennen	% LB-Hennen
Grad 1	20	12
Grad 2	12	0
Grad 3	8	24
Grad 4	28	28
Grad 5	32	36

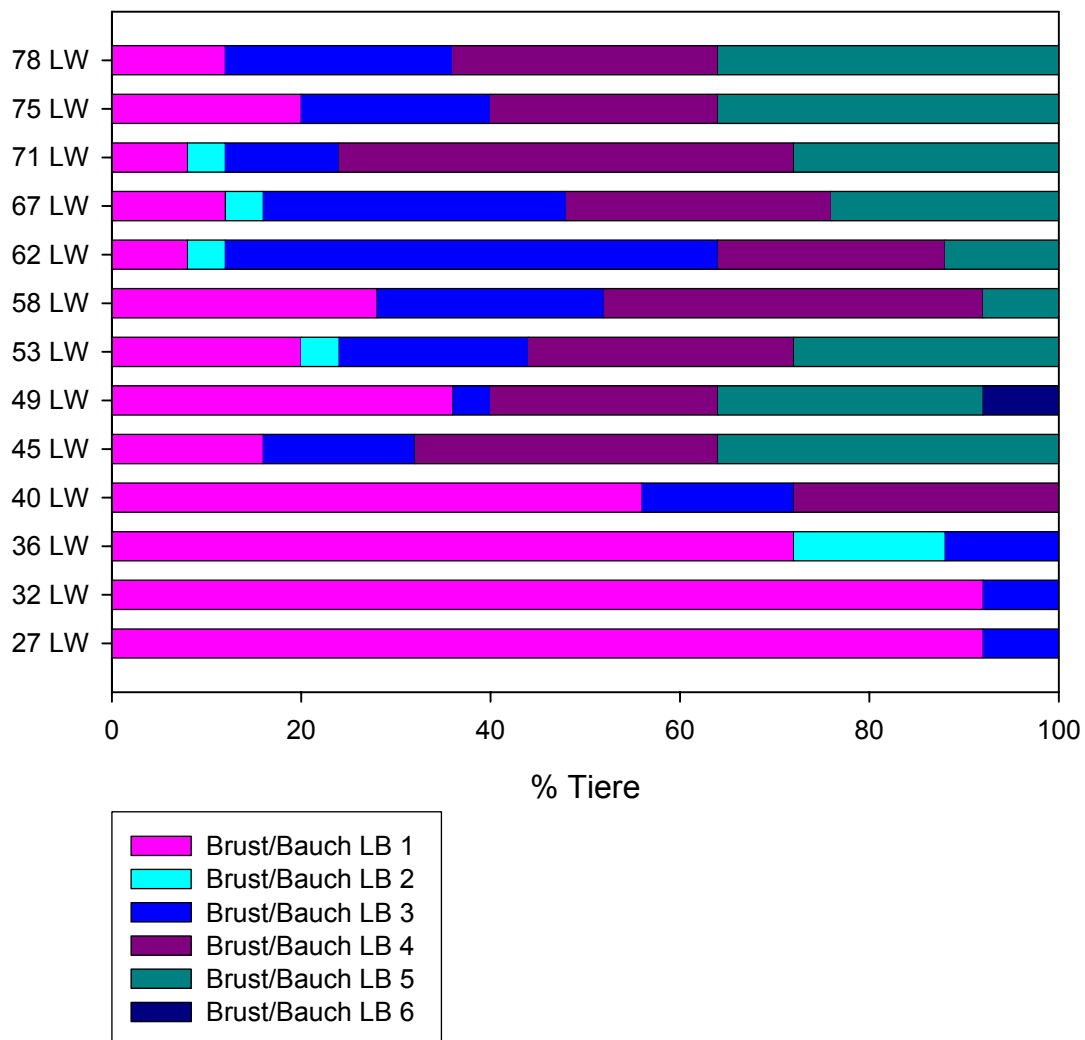


Abbildung 44 Durchschnittlicher Gefiederzustand von Grad 1-6 im zeitlichen Verlauf der Legeperiode der LB-Hennen für die Brust/Bauch Region (Einmal pro Monat wurde bei 25 Legehennen der Linie LB der Gefiederzustand der Brust/Bauch Region bewertet und die durchschnittliche Gradeinteilung pro Monat erstellt; n=13 Monate)

4.3.4.2 Tier/Tier interaktionsbedingte Gefiederschäden

Bis zur 71. LW wiesen mehr als 50 % der jeweils untersuchten LSL-Hennen unbeschädigtes Gefieder in der Rückenregion auf, bei den LB-Hennen war dies bis zur 67. LW der Fall. Grad 6 trat in der Rückenregion der beiden Linien nicht in Erscheinung.

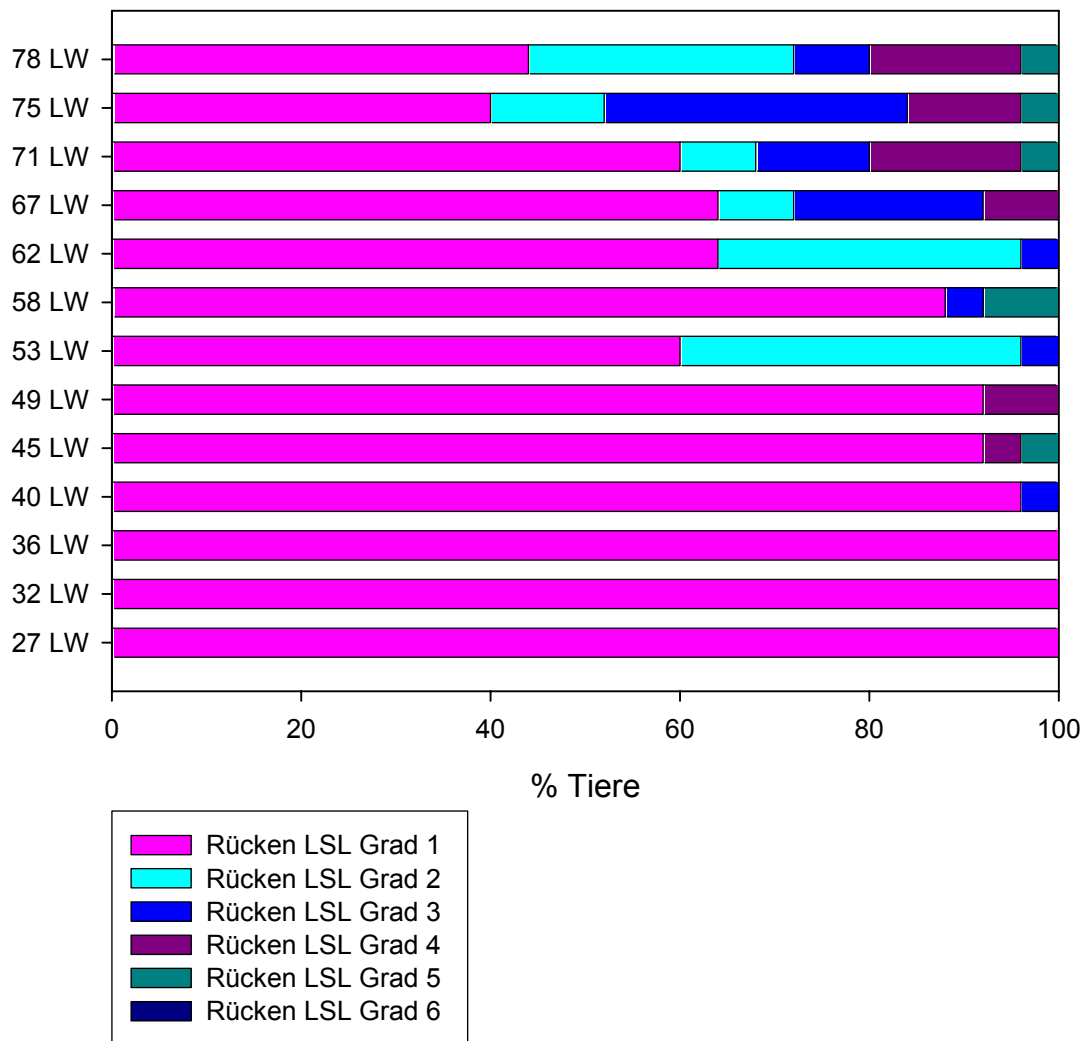


Abbildung 45 Durchschnittlicher Gefiederzustand von Grad 1-6 im zeitlichen Verlauf der Legeperiode der LSL-Hennen für die Rücken Region (Einmal pro Monat wurde bei 25 Legehennen der Linie LSL der Gefiederzustand der Rücken Region bewertet und die durchschnittliche Gradeinteilung pro Monat erstellt; n=13 Monate)

Tabelle 20 Gradeinteilung des Gefieders der Rücken Region in der 78 LW (Es wurden die Hennen nach der Einteilung ihres Gefieders in der Rücken Region in die Grade 1-6 in ein Prozentverhältnis zur untersuchten Hennenzahl gesetzt. N=25 Tiere pro Linie)

	% LSL-Hennen	% LB Hennen
Grad 1	44	12
Grad 2	28	20
Grad 3	8	20
Grad 4	16	48
Grad 5	4	0

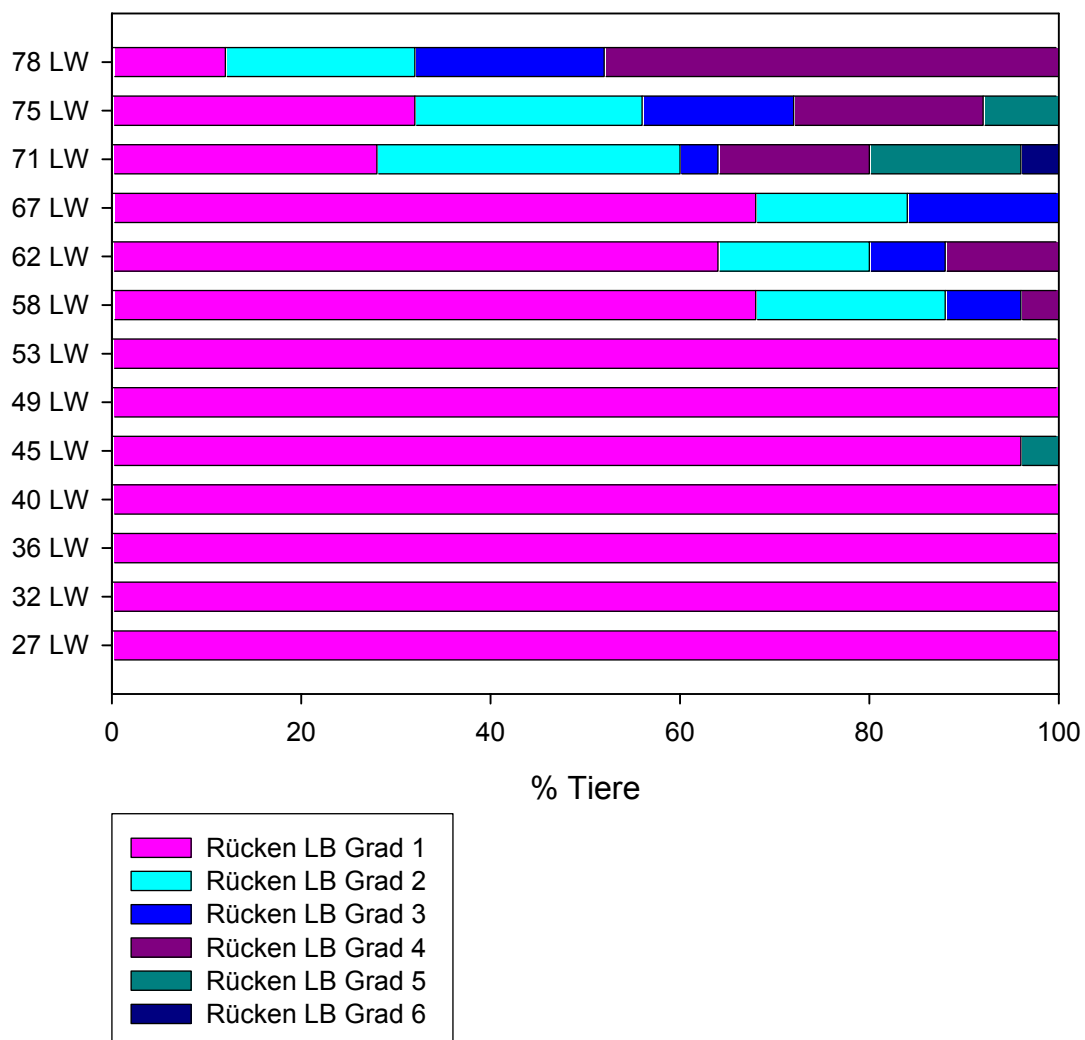


Abbildung 46 Durchschnittlicher Gefiederzustand von Grad 1-6 im zeitlichen Verlauf der Legeperiode der LB-Hennen für die Rücken Region (Einmal pro Monat wurde bei 25 Legehennen der Linie LB der Gefiederzustand der Rücken Region bewertet und die durchschnittliche Gradeinteilung pro Monat erstellt; n=13 Monate)

Bis zur 75. LW war das Gefieder der Nacken/After/Kloaken Region bei mehr als 60 % der untersuchten LSL-Hennen unbeschädigt, bei den LB-Hennen war dies bis zur 58. LW der Fall, mit einer Unterbrechung in der 45. LW in der nur 40 % der Hühner unbeschädigtes Gefieder aufwiesen. Grad 4 trat nur bei jeweils 4 % der Hühner in der 49., der 53. und der 62. LW auf, bei den LB-Hennen trat Grad 4 bereits ab der 45. LW zum ersten mal bei 16 % der untersuchten Hennen auf.

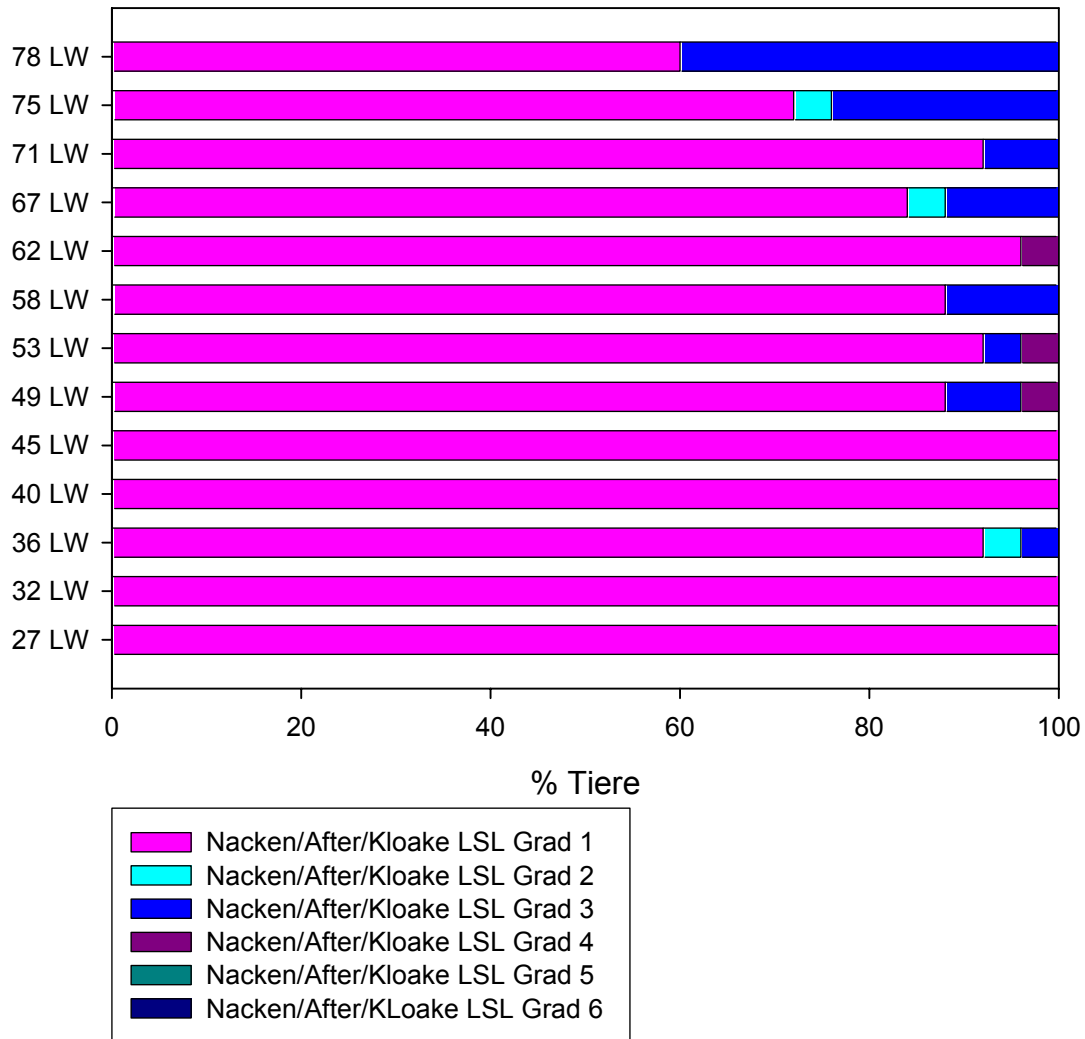


Abbildung 47 Durchschnittlicher Gefiederzustand von Grad 1-6 im zeitlichen Verlauf der Legeperiode der LSL-Hennen für die Nacken/After/Kloaken Region (Einmal pro Monat wurde bei 25 Legehennen der Linie LSL der Gefiederzustand der Nacken/After/Kloaken Region bewertet und die durchschnittliche Gradeinteilung pro Monat erstellt; n=13 Monate)

Tabelle 21 Gradeinteilung des Gefieders der Nacken/After/Kloaken Region in der 78 LW (Es wurden die Hennen nach der Einteilung ihres Gefieders in der Nacken/After/Kloaken Region in die Grade 1-6, in ein Prozentverhältnis zur untersuchten Hennenzahl gesetzt. N=25 Tiere pro Linie)

	% LSL-Hennen	% LB-Hennen
Grad 1	60	56
Grad 2	0	12
Grad 3	40	24
Grad 4	0	8

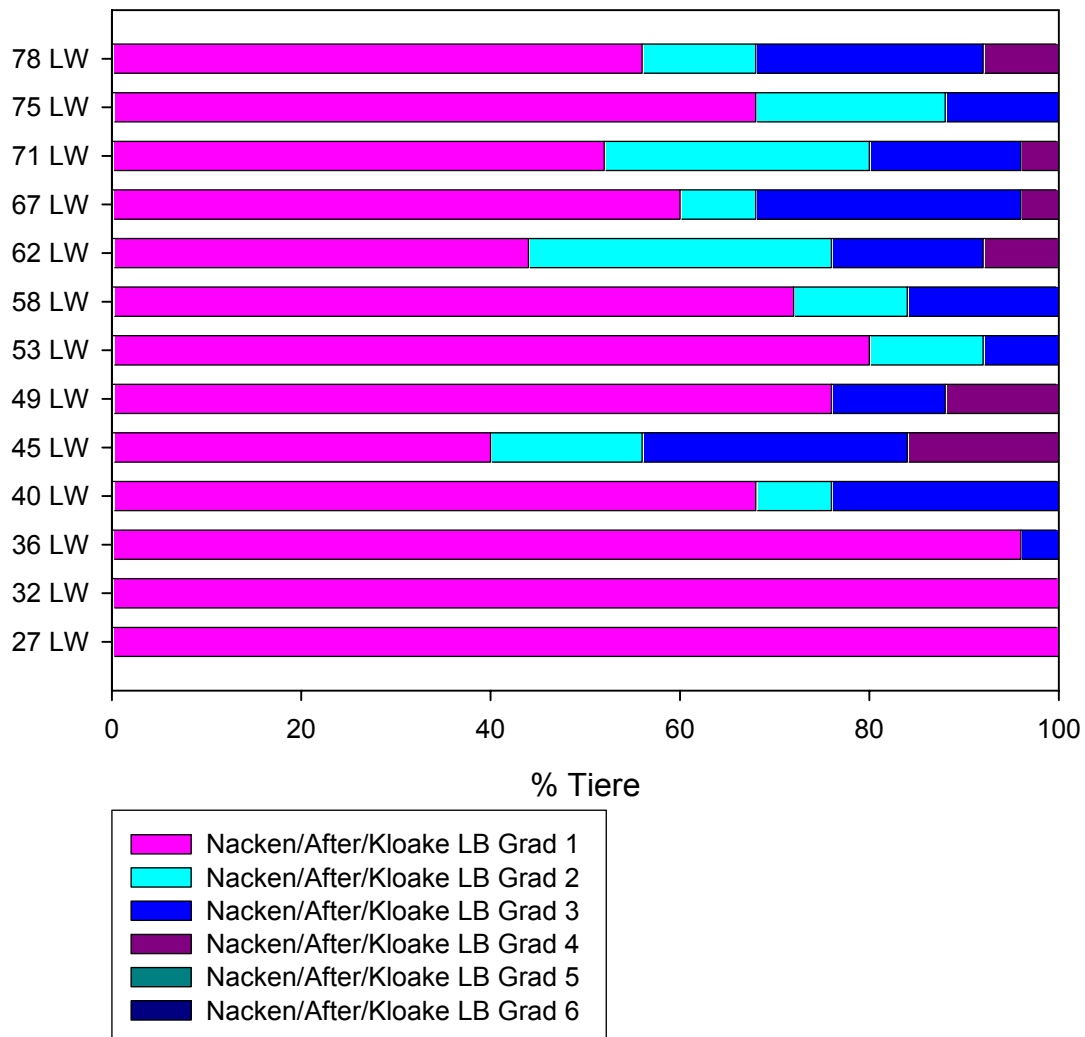


Abbildung 48 Durchschnittlicher Gefiederzustand von Grad 1-6 im zeitlichen Verlauf der Legeperiode der LB-Hennen für die Nacken/After/Kloaken Region (Einmal pro Monat wurde bei 25 Legehennen der Linie LB der Gefiederzustand der Nacken/After/Kloaken Region bewertet und die durchschnittliche Gradeinteilung pro Monat erstellt; n=13 Monate)

4.3.4.3 Zusammenfassung aller Gefiederschäden

Die Gradeinteilungen der Gefiederschäden unterschied sich nicht signifikant für die einzelnen Regionen zwischen den Hennenlinien, bis auf die Vergabe von Grad 1 und 2 in der Nacken/After/Kloaken Region. Bei Grad 1 wiesen die LSL-Hennen mit 6,9 % der Hennen einen signifikant höheren Medianwert auf, als die LB-Hennen mit einem Medianwert von 5,4 %. Grad 2 wurde mit einem Medianwert von 0,9 % bei den LB-Hennen signifikant häufiger vergeben als bei den LSL-Hennen mit einem Medianwert von 0 %.

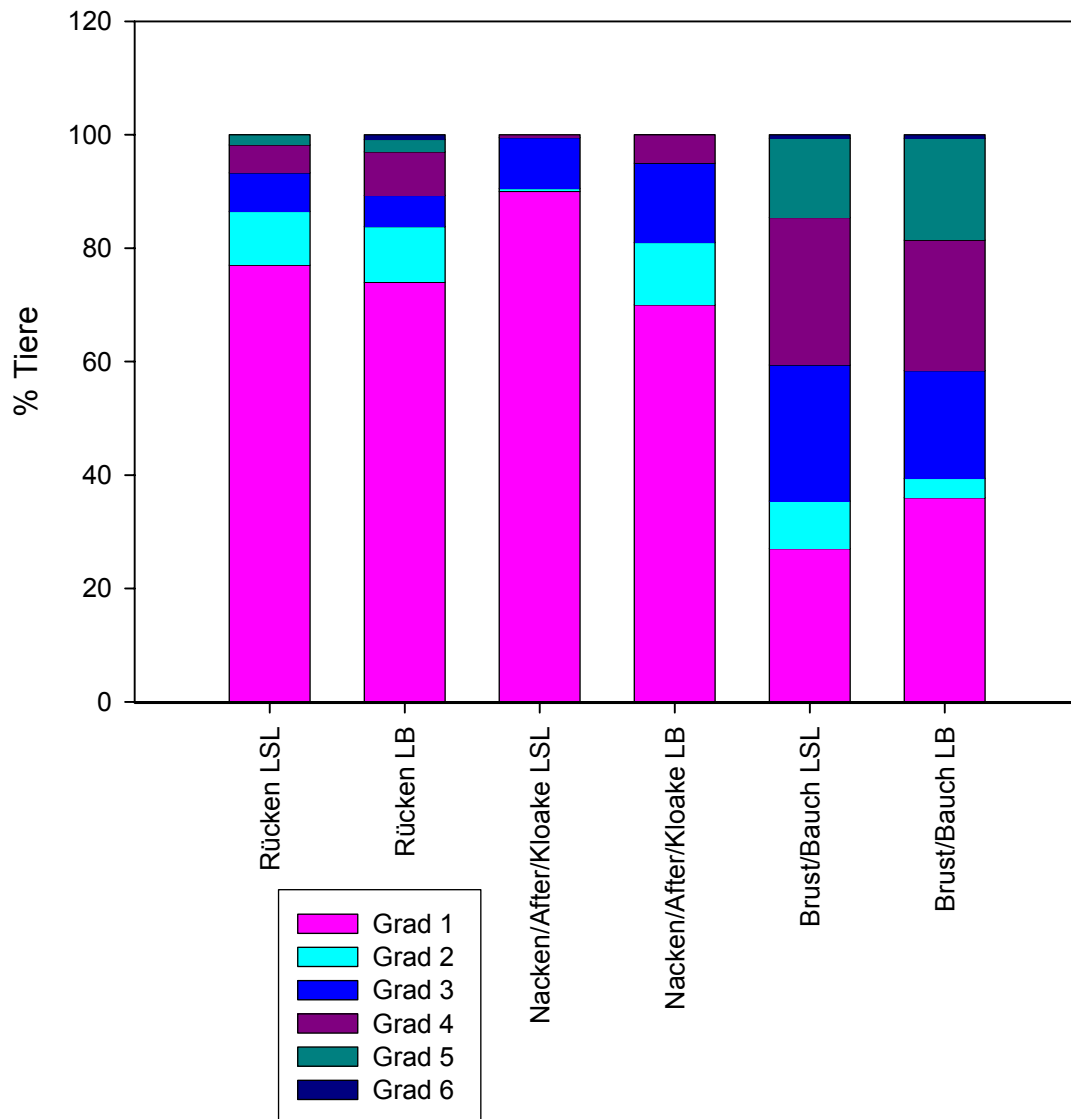


Abbildung 49 Durchschnittliche Gradeinteilung der Gefiederschäden für die gesamte Legeperiode in Abhängigkeit von der Körperregion und der Hennenlinie (Es wurde die durchschnittliche Gradeinteilung der gesamten Legeperiode für die Regionen Rücken, Nacken/After/Kloake und Brust/Bauch als Durchschnitt von 13 Untersuchungsterminen wiedergegeben. N=325 pro Hennenlinie. Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.3.4.4 Brustbeinverkrümmungen, Krallenabrisse und Sohlenballengeschwüre

Die Prozentanteile an Brustbeinverkrümmungen stiegen bei beiden Hennenlinien kontinuierlich bis zur 45. LW auf 88 % bei den LSL-Hennen und auf 96 % bei den LB-Hennen und waren bei den nachfolgenden Bonitierungen mehr oder weniger starken Schwankungen unterworfen. Bei den LB-Hennen fiel der Prozentwert in der 53. LW bis auf 24 % ab, um danach erneut bis auf 68 % anzusteigen, nach geringen Schwankungen lag der Wert am Ende der Legeperiode bei 60 %. Bei den LSL-Hennen schwankte der Wert zwischen 68 und 76 % und stieg zum Ende der Legeperiode noch einmal auf 92 % an. In der Gesamtwertung der Legeperiode unterschieden sich die beiden Linien mit einem Medianwert von 68 % bei den LSL-Hennen und einem Medianwert von 60 % bei den LB-Hennen nicht signifikant voneinander.

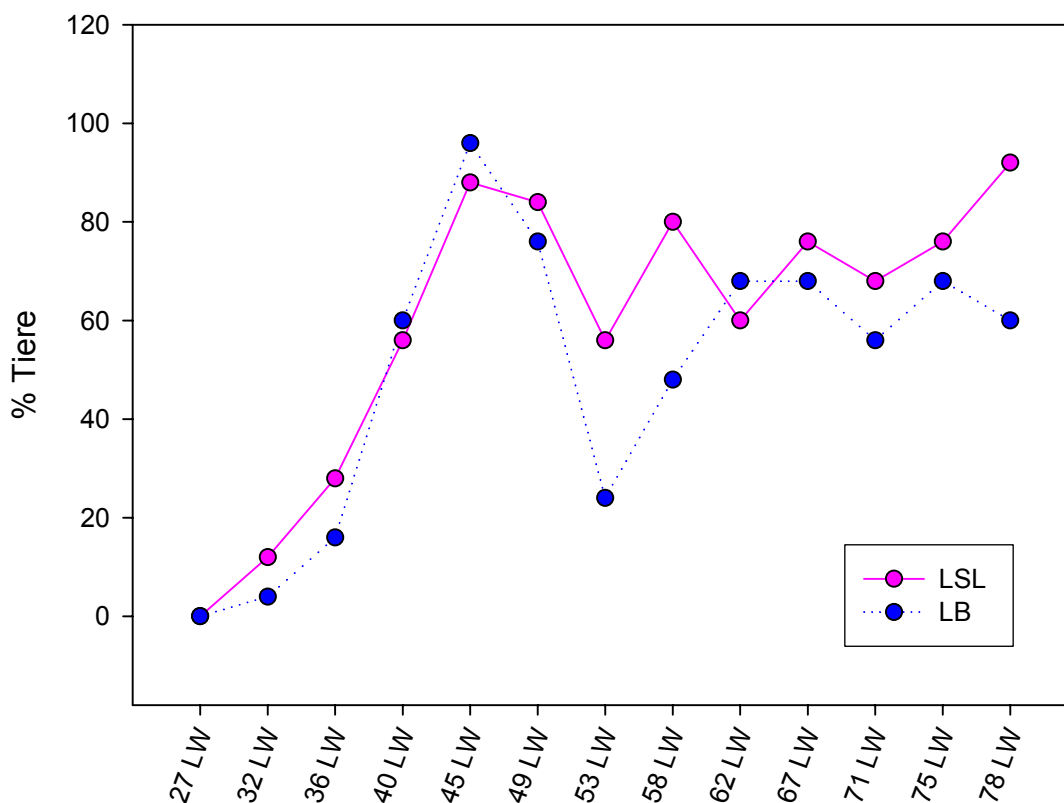


Abbildung 50 Prozentanteil der Brustbeinverkrümmungen im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Einmal pro Monat wurden die Hennen, die eine Brustbeinverkrümmung aufwiesen in ein Prozentverhältnis zu den jeweils untersuchten Hennen gesetzt; N=25 pro Hennenlinie, n=13 Untersuchungstermine)

Die Krallenabrisse ließen keinen zeitlichen Verlauf erkennen und zeigten mit jeweils einem Medianwert von 0 keine signifikanten Unterschiede (Mann-Whitney Rank Sum Test). Insgesamt wiesen 2,8 % aller 325 untersuchten LSL-Hennen und 2,2 % aller 325 untersuchten LB-Hennen Krallenabrisse auf.

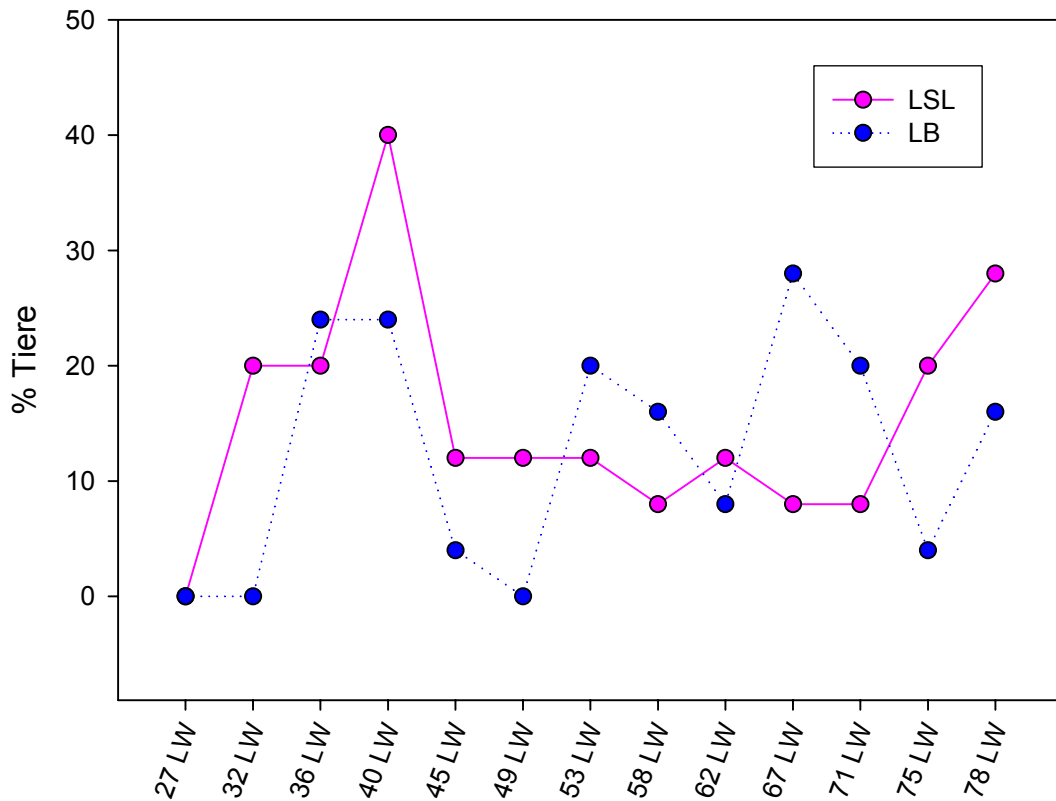


Abbildung 51 Prozentanteil der Sohlenballengeschwüre im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Einmal pro Monat wurden die Hennen, die ein Sohlenballengeschwür aufwiesen in ein Prozentverhältnis zu den jeweils untersuchten Hennen gesetzt; N=25 pro Hennenlinie, n=13 Untersuchungstermine)

Der Prozentanteil an Sohlenballengeschwüren stieg bei beiden Hennenlinien bis zur 40. LW an, bei den LSL-Hennen auf 40 % und bei den LB-Hennen auf 24 %. Danach sank der Wert bei den LSL-Hennen auf Werte zwischen 12 und 8 % und stieg ab der 71. LW bis zum Ende der Legeperiode noch einmal auf 28 % an. Bei den LB-Hennen schwankte der Wert stark zwischen 28 und 4 % und lag am Ende der Legeperiode bei 16 %. Mit einem Medianwert von 15,4 % bei den LSL-Hennen und 12,6 % bei den LB-Hennen unterschieden sich die beiden Linien in der Gesamtwertung der Legeperiode nicht signifikant voneinander (Mann-Whitney Rank Sum Test).

4.3.4.5 Hautverletzungen

Die festgestellten Hautverletzungen am Körper wiesen einen maximalen Durchmesser von 1cm auf, die Hautverletzungen an den Kopfanhängen hatten einen maximalen Durchmesser von 2 mm oder es handelte sich um Risse mit einer maximalen Länge von 5 mm. Alle Hautverletzungen waren nur oberflächlicher Natur.

Tabelle 22 Prozentanteil der Hautverletzungen der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die Summe an Verletzungen der einzelnen Regionen in ein Prozentverhältnis zu allen untersuchten Hennen gesetzt. N=325 pro Gruppe)

Körperregion	% LSL-Hennen	% LB-Hennen
Brust	1,5	0,6
Bauch	0,3	0,6
Rücken	0,3	0,3
Nacken	0,3	0
After/Kloake	0	0,3
Kamm	3,1	4
Kehllappen	0,6	0,3

1,5 % der LSL-Hennen wiesen Verletzungen im Brustbereich auf, bei allen anderen Körperregionen und bei den LB-Hennen blieben die Werte unter 1 %.

Bei den Kopfanhängen waren die Kämmen am stärksten betroffen, 4 % aller untersuchten LB-Hennen und 3,1 % aller untersuchten LSL-Hennen wiesen an dieser Stelle kleine Verletzungen auf.

4.3.4.6 Verschmutzungsgrad des Gefieders

Der Prozentanteil an sauberem Gefieder der LSL-Hennen unterschied sich mit einem Medianwert von 0,3 % signifikant von dem der LB-Hennen mit einem Medianwert von 4 %.

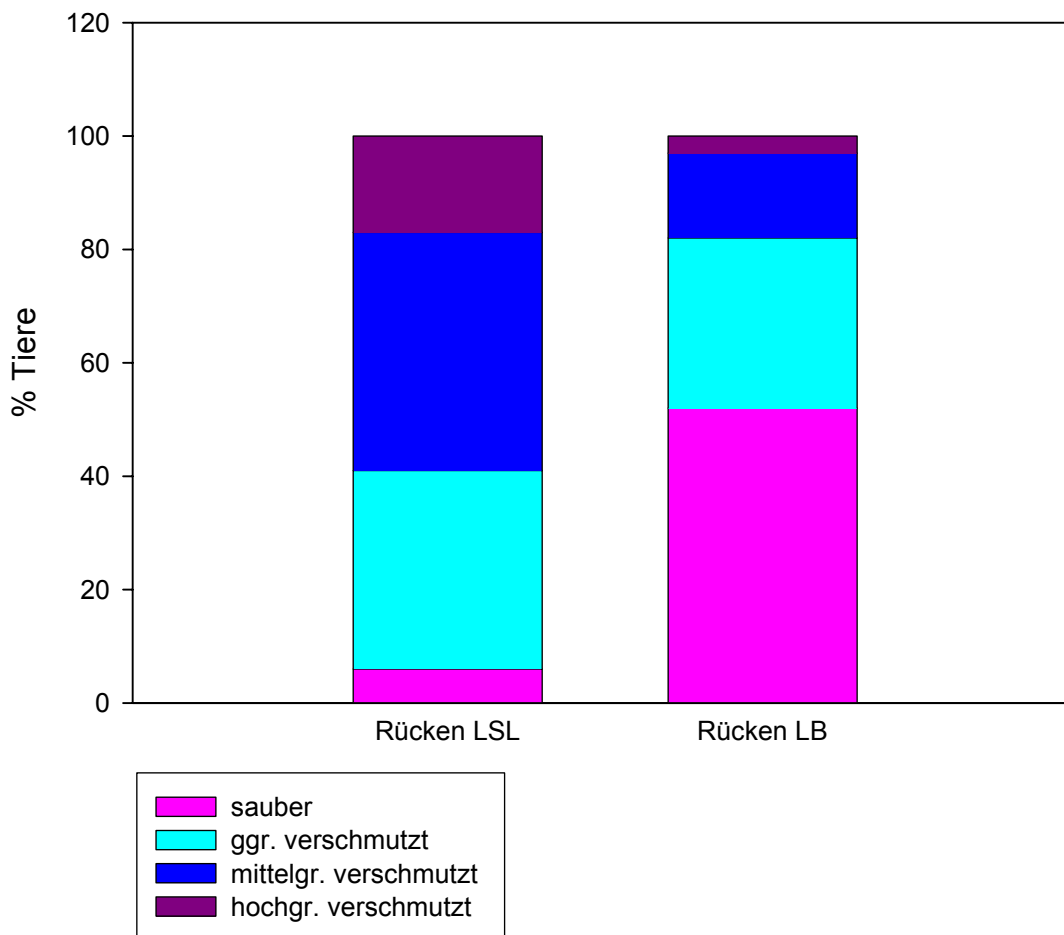


Abbildung 52 Sauberes und verschmutztes Gefieder in der Rückenregion im Durchschnitt der Legeperiode und in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde die durchschnittliche Gradeinteilung an sauberem und verschmutztem Gefieder der gesamten Legeperiode in ein Prozentverhältnis zur untersuchten Gesamthennenzahl gesetzt und als Durchschnitt von 13 Untersuchungsterminen wiedergegeben; N=325 Hennen pro Linie; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Der Medianwert des geringgradig verschmutzten Gefieders der LSL-Hennen mit 2,7 % unterscheidet sich nicht signifikant von dem der LB-Hennen mit 2,3 %.

Der Anteil an mittelgradig und hochgradig verschmutztem Gefieder der LSL-Hennen mit Medianwerten von 3,3 % und 0,9 % unterscheiden sich signifikant von den Anteilen an mittelgradig und hochgradig verschmutzten Gefieder der LB-Hennen mit Medianwerten von 1,2 % und 0 %.

4.3.5 Kotuntersuchung auf Parasiten

Tabelle 23 zeigt die Monate in denen zu Anfang, in der Mitte, und am Ende der Legeperiode Sammelkotproben entnommen wurden, die Auswertung der Proben, und die verabreichten Medikamente

Datum	Festgestellte Parasiten	Behandlung
März	Hochgradig Ascaridia spp. Eier (behandlungsbedürftig) geringgradig Coccidia spp.Oozysten (nicht behandlungsbedürftig)	Flubendazol 5 % 7 Tage
Juli	Hochgradig Ascaridia spp. Eier (behandlungsbedürftig) geringgradig Coccidia spp.Oozysten (nicht behandlungsbedürftig)	Flubendazol 5 % 7 Tage
Dezember	Hochgradig Ascaridia spp. Eier Mittelgradig Coccidia spp.Oozysten	Es erfolgte keine Behandlung, da die Tiere am selben Tag geschlachtet wurden.

Zu allen 3 Kotentnahmeterminen wurde ein hochgradiger Befall mit Spulwürmern festgestellt, der durch den bestandsbetreuenden Tierarzt behandelt wurde. Bei Kontrolluntersuchungen zeigten sich dann jeweils nur noch vereinzelte Ascaridia spp. Eier im Kot.

4.3.6 Post mortem- Untersuchungen

4.3.6.1 Sektionen

92 % der sezierten LSL-Hennen besaßen eine geringgradige Fettleber, mittelgradige und hochgradige Befunde traten nicht auf, bei den LB-Hennen wurde bei nur 68 % der Tiere eine geringgradige Fettleber festgestellt, aber es wurden auch 16 % mittelgradige und 16 % hochgradige Befunde erhoben. Bei 56 % der LSL-Hennen wurden Ovarialzysten diagnostiziert, aber nur bei 8 % der LB-Hennen. Salpingitis wurde bei 84 % der LSL-Hennen und 60 % LB-Hennen diagnostiziert.

44 % der LSL-Hennen und 36 % der LB-Hennen wiesen Spulwürmer im Dünndarm auf.

An den aus entzündeten Ovarien entnommenen Tupferproben, die von der Klinik für Vogelkrankheiten in Oberschleißheim untersucht wurden, welcher an dieser Stelle noch einmal unser besonderer Dank gilt, konnten folgende Keime isoliert werden:

LSL-Hennen: hochgradig E. coli, hochgradig Proteus

LB-Hennen: mittelgradig Escherichia fergusonii, Staphylokokken sp. und Streptokokken sp.

Tabelle 24 Prozentanteil makroskopischer pathologischer Veränderungen in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurden die Anzahl der pathologischen Veränderungen in ein Prozentverhältnis zu den jeweils 25 untersuchten Hennen pro Linie. Die Einteilung der Fettleber in verschiedene Grade anhand der Farbe der Leber erfolgte nach Klanczinski (1992), der feststellte, dass die Farbe des Lebergewebes je nach Lipidretention variiert.)

	LSL-Hennen	LB-Hennen
Brustbeinverkrümmung	44 %	64 %
Fettleber geringgradig (Gelblich-braune Färbung, Konsistenz brüchig)	92 %	68 %
Fettleber mittelgradig (Gelblich-braune Färbung mit streifen- oder fleckenförmigen Aufhellungen, Konsistenz brüchig)	0 %	16 %
Fettleber hochgradig (Ockergelb, Konsistenz hochgradig brüchig)	0 %	16 %

Ovarialzysten	56 %	8 %
Inaktives Ovar	4 %	0 %
Salpingitis	84 %	60 %
Bauchhöhlenei mit Verklebungen von Salpinx und Gekröse	12 %	4 %
Entzündliche Veränderungen des Ovars	60 %	32 %
Sohlenballengeschwür	4 %	4 %
Spulwürmer im Dünndarm	44 %	36 %

4.3.6.2 Messung der Knochenbruchfestigkeit

Bei je 25 Hennen der Linie LSL und der Linie LB wurde die maximale Kraft (F max) die zum Brechen der Oberschenkelknochen benötigt wurde und die durchschnittliche Dehnung des Knochens vom Beginn der Druckausübung bis zum Brechen, gemessen.

Die maximale Kraft die im Durchschnitt benötigt wurde, um die Oberschenkelknochen der LSL-Hennen zu brechen unterschied sich mit einem Medianwert von 198,7 N nicht signifikant von der maximalen Kraft, die nötig war um die Knochen der LB-Hennen zu brechen mit einem Medianwert von 197,5 N.

Die LSL-Hennen wiesen mit einem Medianwert 1,1 mm eine signifikant höhere Dehnung auf, als die LB-Hennen mit einem Medianwert 0,9 mm.

Tabelle 25 Ergebnisse der Knochenbruchfestigkeitsuntersuchung: LSL-Hennen im Vergleich mit LB-Hennen [Es wurden von je 25 Hennen der Linie LSL und der LB F max und die Dehnung ermittelt und als Durchschnitt beider Linien wiedergegeben. Mittelwerte von F max und der Dehnung mit Standardabweichung (\pm SEM)]

	LSL-Hennen	LB-Hennen
F max [N]	226,01 \pm 13,9	212,60 \pm 8,0
Maximum	470,30	447,04
Minimum	105,92	134,59
Dehnung [mm]	1,1 \pm 0,04	0,9 \pm 0,03
Maximum	1,78	1,41
Minimum	0,59	0,57

Außerdem wurden die Knochen ihrer jeweils ursprünglichen Körperseite zugeordnet, erstens um die rechte mit der linken Seite vergleichen zu können und zweitens um auf diese Weise eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten gewährleisten zu können.

Table 26 Ergebnisse der Knochenbruchfestigkeitsuntersuchung: Vergleich der rechten mit der linken Körperseite [Es wurden von je 25 Hennen der Linie LSL und der LB F max und die Dehnung ermittelt und als Durchschnitt jeder Körperseite wiedergegeben. Mittelwerte von F max und der Dehnung mit Standardabweichung (\pm SEM)]

	LSL-Hennen		LB-Hennen	
	rechte Seite	linke Seite	rechte Seite	linke Seite
F max [N]	223,72 \pm 20,22	228,41 \pm 19,49	216,80 \pm 10,77	208,39 \pm 12,17
Maximum	460,37	470,30	419,13	447,30
Minimum	105,92	115,32	159,08	115,32
Medianwert	186,98	211,96	200,60	189,87
Dehnung [mm]	1,01 \pm 0,06	1,09 \pm 0,06	0,98 \pm 0,04	0,91 \pm 0,05
Maximum	1,57	1,87	1,35	1,41
Minimum	0,59	0,59	0,57	0,57
Medianwert	0,99	1,09	0,99	0,85

Die Dehnung des Oberschenkelknochens bei der Knochenbruchfestigkeitsuntersuchung der linken Körperseite der LSL-Hennen unterschied sich mit einem Medianwert von 1,09 mm signifikant von der Dehnung des Oberschenkelknochens der linken Körperseite der LB-Hennen mit einem Medianwert von 0,85 mm.

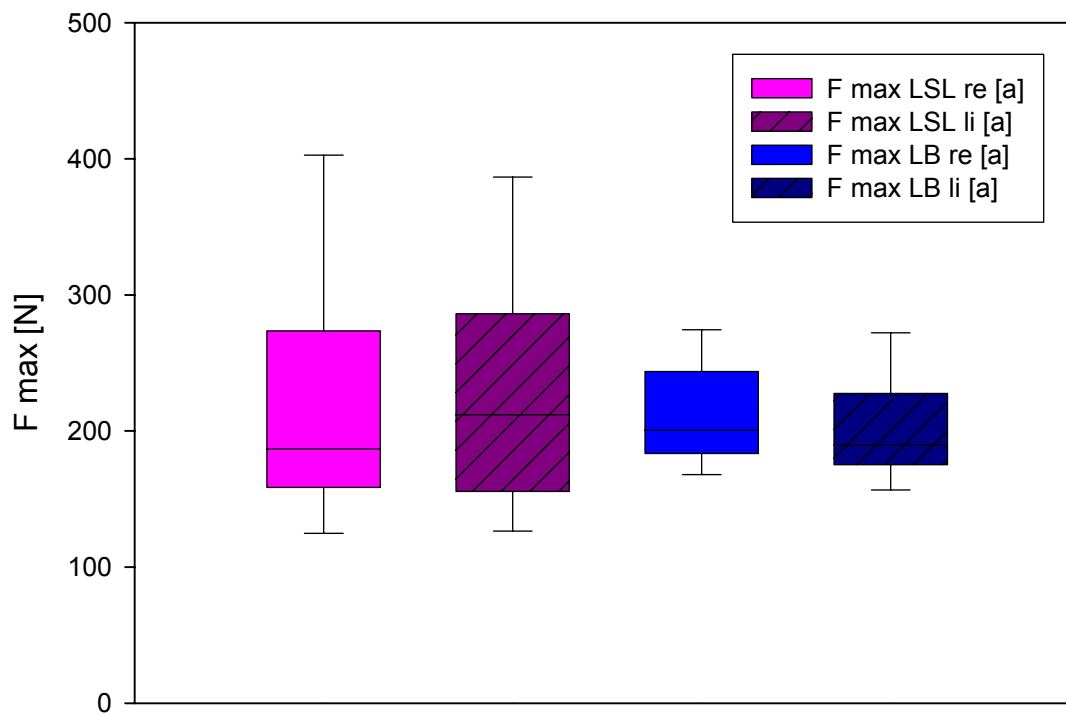


Abbildung 53 Maximale Kraft, die zum Brechen der Oberschenkelknochen benötigt wurde, in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Es wurde bei jeweils 25 Hennen pro Hennenlinie die Bruchfestigkeit der rechten und der linken Oberschenkelknochen gemessen und daraus für jede Linie und jede Körperseite der Gruppendurchschnitt berechnet. n=25 pro Gruppe, a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; Mann-Whitney Rank Sum Test)

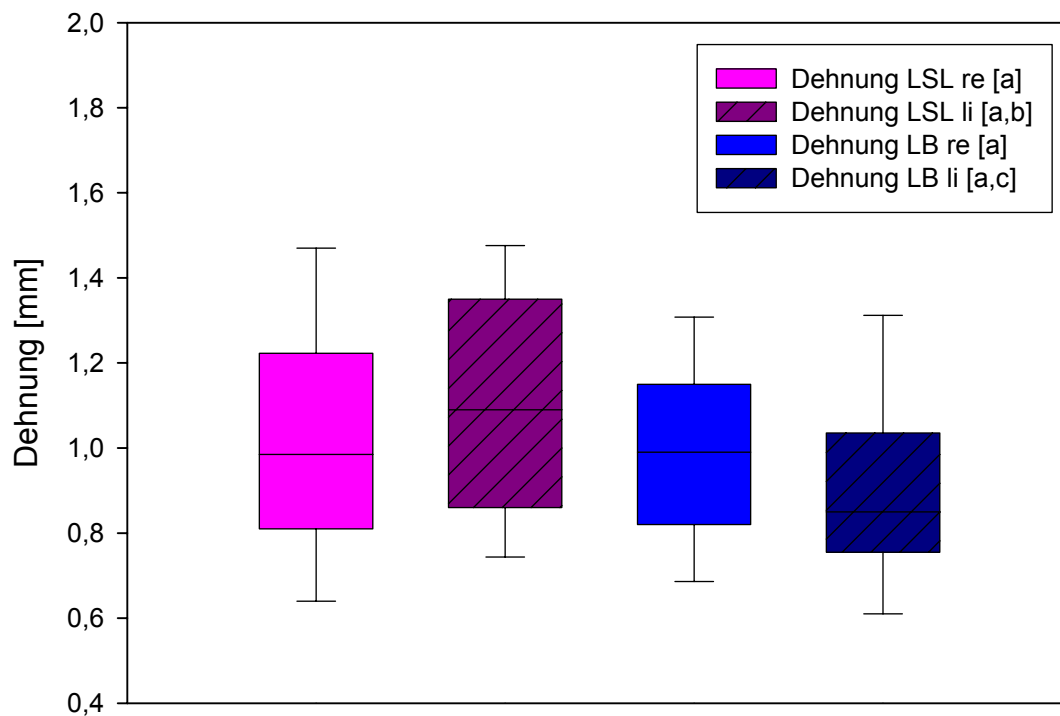


Abbildung 54 Durchschnittliche Dehnung des Knochens vom Beginn der Druckausübung bis zum Durchbruch (Es wurde bei jeweils 25 Hennen pro Hennenlinie die Dehnung beim Brechen der rechten und der linken Oberschenkelknochen gemessen und daraus für jede Linie und jede Körperseite der Gruppendurchschnitt berechnet, n=50 pro Gruppe a,b: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p < 0,05$; t-Test)

4.3.7 **Schadgasmessung**

Im Stall wurde nur Ammoniak als Schadgas identifiziert, Schwefelwasserstoff konnte nicht gemessen werden.

Die Ammoniakkonzentrationen unterschieden sich weder im Vergleich der Stallabteile noch im Vergleich zwischen Wand- und Fensterseite signifikant voneinander.

Im Durchschnitt der Legeperiode unterschieden sich die durchschnittlich gemessenen Ammoniakkonzentrationen aus allen Stallbereichen nicht signifikant zwischen dem Stallabteil der LSL-Hennen mit einem Medianwert von 18,7 ppm von dem der LB-Hennen mit einem Medianwert von 18,5 ppm.

Im Scharraumbereich der LB-Hennen wurde die maximale durchschnittliche Ammoniakkonzentration von 21,3 ppm gemessen.

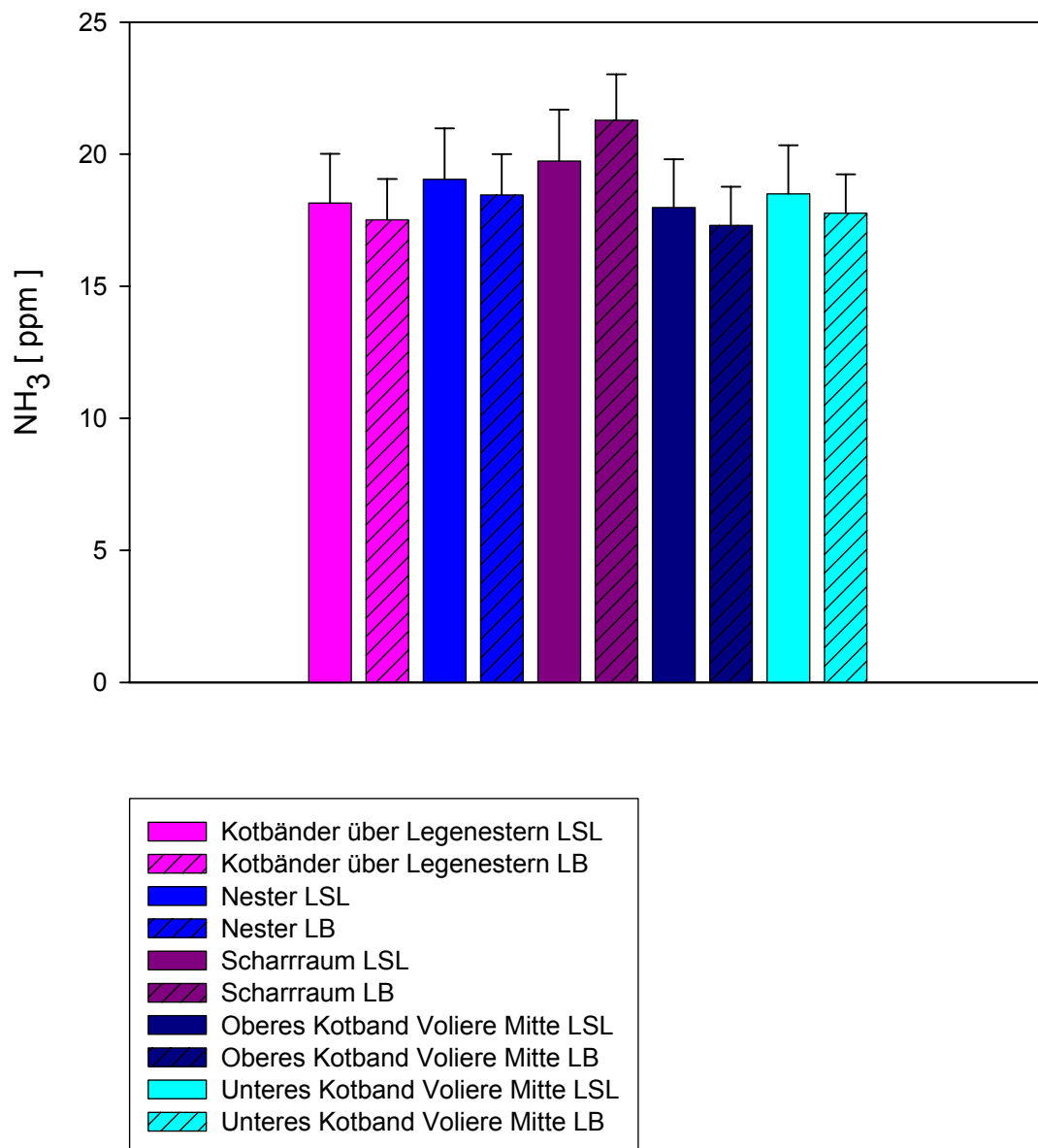


Abbildung 55 Vergleich der NH₃ Konzentration in den verschiedenen Messbereichen in Abhängigkeit von der Hennenlinie (Ab der 33. LW wurde einmal pro Monat die Schadgaskonzentration in 5 verschiedenen Aufenthaltsbereichen gemessen: Kotbänder über den Legenestern, in den Nestern, über dem Scharrraum, oberes Kotband der mittleren Volierensegmente und unteres Kotband der mittleren Volierensegmente. Die Daten wurden als Durchschnitt von 11 Messterminen wiedergegeben; Mann-Whitney Rank Sum Test)

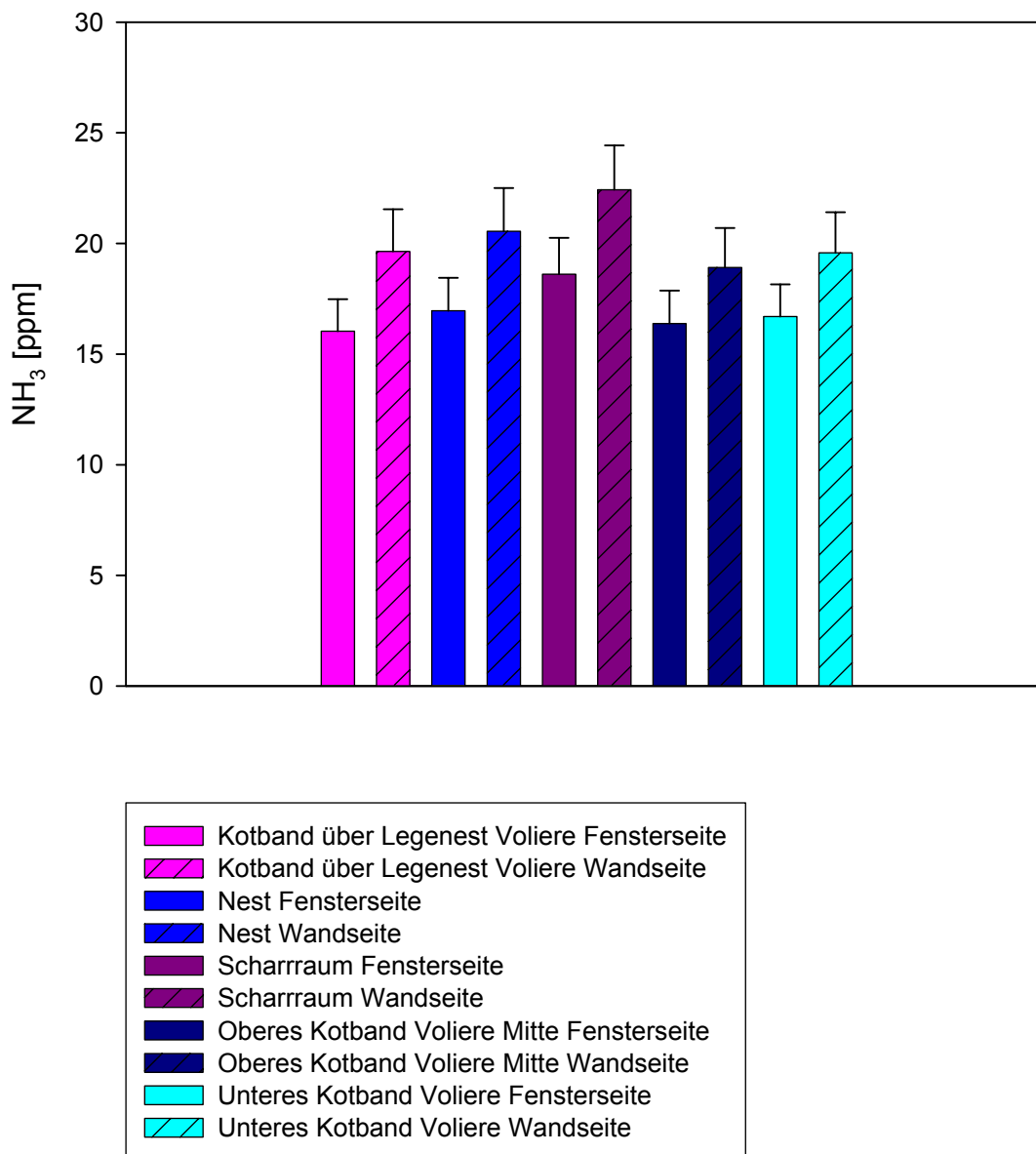


Abbildung 56 Vergleich der NH₃ Konzentration in den verschiedenen Messbereichen in Abhängigkeit von der Stallseite (Ab der 33. LW wurde einmal pro Monat die Schadgaskonzentration in 5 verschiedenen Aufenthaltsbereichen gemessen: Kotbänder über den Legenestern, in den Nestern, über dem Scharrraum, oberes Kotband der mittleren Volierensegmente und unteres Kotband der mittleren Volierensegmente. Die Daten wurden als Durchschnitt von 11 Messterminen wiedergegeben; Mann-Whitney Rank Sum Test)

Im Vergleich zwischen Wand- und Fensterseite wurden maximale Ammoniakkonzentrationen in den Nestern der Wandseite mit einer durchschnittlichen Ammoniakkonzentration von 20,5 ppm und im Scharrraumbereich der Wandseite mit einer durchschnittlichen Konzentration von 22,4 ppm gemessen.

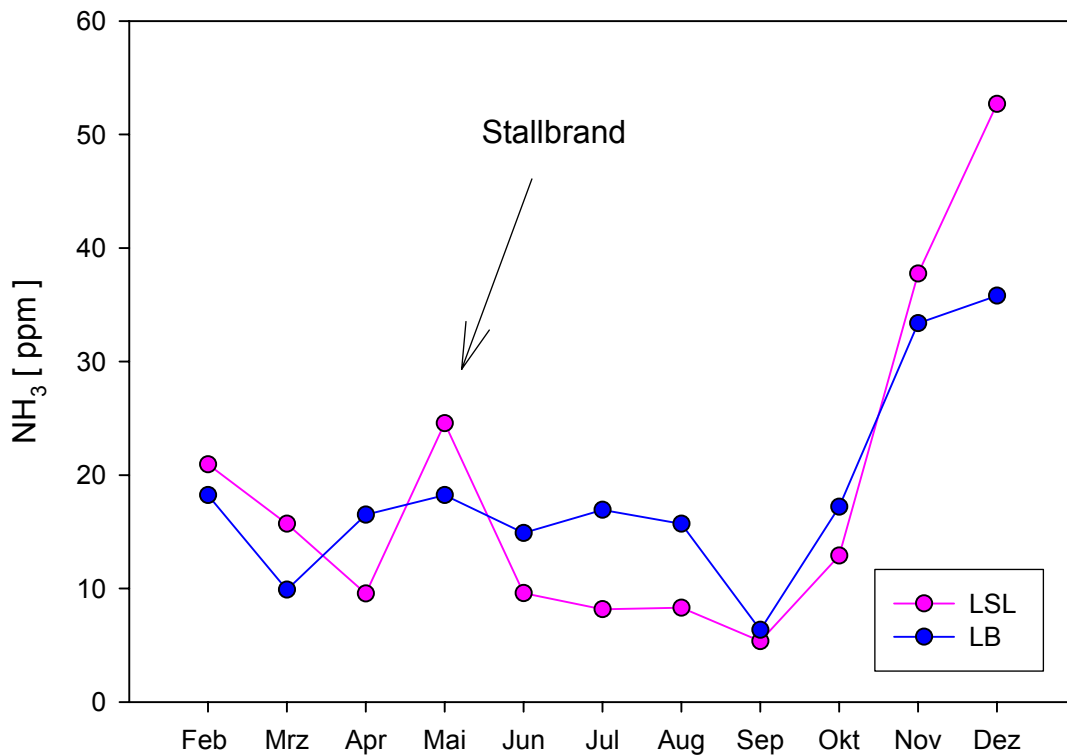


Abbildung 57 Durchschnittliche Ammoniakkonzentrationen in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Hennenlinie (Einmal pro Monat wurde die durchschnittliche Ammoniakkonzentration der Stallabteile beider Hennenlinien ermittelt, n=30 pro Stallabteil und Messtermin; Dunn's Method, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Die durchschnittliche monatliche Schadgaskonzentration unterschied sich jeden Monat signifikant in den Stallabteilen beider Hennenlinien, bis auf die Monate Mai und November in welchen kein signifikanter Unterschied zwischen den Stallabteilen festgestellt werden konnte. In den Monaten Februar, Mai wurde eine durchschnittliche Ammoniakkonzentration von 21 ppm und 24,6 ppm im Stallabteil der LSL-Hennen gemessen. In den Monaten November und Dezember lag die durchschnittliche Ammoniakkonzentration im Stallabteil der LSL-Hennen bei 37,7 ppm und bei 52,7 ppm, während sie im Stallabteil der LB-Hennen durchschnittlich bei 33,4 ppm und bei 35,8 ppm lag.

5 Diskussion

5.1 Die Aufenthaltsverteilung in der Voliere

Die Aufenthaltsverteilung der LSL-Hennen in der Voliere war in jedem Fall stark beeinflusst durch die Fläche an Scharrraum, die jeweils zugänglich gemacht wurde. Denn alle Aufenthaltsbereiche unterschieden sich signifikant voneinander beim Vergleich des geöffneten zusätzlichen Scharrraums (kurz: o.S.) mit dem geschlossenen zusätzlichen Scharrraum (kurz: g.S.).

Beim Vergleich zwischen Wand und Fensterseite konnte keine eindeutige Präferenz für einen Stallbereich festgestellt werden, da selbst bei signifikanten Unterschieden bei g.S. diese bei o.S. nicht mehr festgestellt werden konnten oder sich zum Teil sogar ins Gegenteil verkehrten, wie bei den Nestbalkonen der Wand- und der Fensterseite und dem Scharrraum der Wand- und der Fensterseite. Die Volierensegmente in der Stallmitte ließen eine leichte Bevorzugung der Wandseite erkennen, die aber nicht signifikant war, während die Segmente der Fensterseite sowohl bei g.S. als auch bei o.S. bevorzugt genutzt werden zu schienen, wobei der Unterschied nur bei g.S. signifikant war.

Durchschnittlich hielten sich bei g.S. 10,0 % der Tiere auf den Nestbalkonen, 67,5 % in Voliere und 22,5 % auf dem Boden auf. Bei o.S. hielten sich durchschnittlich 9,1 % der LSL-Hennen auf den Nestbalkonen, 56,6 % in den Volierensegmenten und 34,3 % auf dem Boden auf. Bei o.S. wurden am Boden mit 34,3 % sogar mehr Tiere wie bei Blokhuis und Metz (1992) im TWF-System mit 31 % und bei Norgaard-Nielsen et al. (1993) im Hans-Kier-System mit 32 % gezählt. Aber auch bei g.S. lag der Anteil der dort befindlichen Tiere mit 22,5 % immer noch viel höher wie bei Blokhuis und Metz (1992) im Boleg-System mit nur 6,5 % Hennen im Scharrraum und analog wie bei LeBris (2005) mit durchschnittlich 22,75 % Hennen im Scharrraubereich. Nach Fölsch et al. (2000) lag die durchschnittliche Anzahl der Hennen, die sich in der Voliere befanden, bei 68,5 %. Dieser Wert stimmt fast mit dem hier erhobenen Wert von 67,5 % bei g.S. überein, bei o.S. liegt der Wert in dieser Studie mit 56,6 % unter dem von Fölsch et al. (2000) erhobenen Wert. Zu Beginn und am Ende des Lichttags wurden die Volierensegmente zwar mit 89,0 % (Lichtbeginn) und 77,7 % (Ende des Lichttags) g.S. und 79,7 % (Lichtbeginn) und 68,5 % (Ende des Lichttags) o.S. zwar am intensivsten genutzt, aber die Werte von Fölsch et al. (2000) mit einer Nutzung von über 95 % wurden nicht erreicht. Da aber die Zählungen mit dem Erlöschen der Lichter im Scharrraum in dieser Untersuchung bereits beendet wurden, könnte der Anteil an Hennen, die am Ende des Lichttags auf den Sitzstangen ruhten, in Wirklichkeit noch höher gelegen haben,

weil die Hennen durch das dreistufige Erlöschen der Lichter danach immer noch die Möglichkeit hatten ihre Ruhepositionen einzunehmen. Deshalb bieten die Zählungen zu Lichtbeginn wohl exaktere Informationen über den Anteil der Tiere, die auf den Sitzstangen übernachtet hatten.

Bei den Untersuchungen von Fölsch et al. (2000) wurde die Voliere außerdem zur Hauptlegezeit am wenigsten genutzt. In dieser Untersuchung wurde die Voliere bei g.S. und o.S. am geringsten zur Beginn der Hauptlegezeit 2 Stunden nach Lichtbeginn (7:00 Uhr) und 7 ½ Stunden nach Lichtbeginn (12:30 Uhr) genutzt. Zudem gab es bei o.S. ein weiteres Nutzungstief 4 ½ Stunden nach Lichtbeginn (9:30 Uhr), für das keine direkte Erklärung gefunden werden konnte. Grundsätzlich stimmen die Daten mit den Beobachtungen von Channing et al. (2001) überein, in welchen die Hennen am Nachmittag die Tendenz zeigen die Sitzstangen zu verlassen und den Scharrraum aufzusuchen, da die drei Aufenthaltsmaxima im Scharrraum ab 12:30 Uhr (7 ½ Stunden nach Lichtbeginn) bei g.S. und o.S. zu finden waren (siehe Tabelle 15 und Tabelle 16).

Von den 67,5 % aller Hennen, die sich tagsüber in der Voliere aufhielten, fraßen durchschnittlich 35,3 % Tiere. Um 9:00 Uhr (4 Stunden nach Lichtbeginn) wurde in Relation zu dem Prozentanteil an Hennen, der sich gerade in der Voliere aufhielt, mit 73,8 %, ein Maximum an fressenden Tieren mit 55,5 % erreicht. Zudem gab es über den Tag verteilt noch drei weitere Maxima, die sich möglicherweise durch die Neigung von Vögeln Verhaltenweisen synchron auszuüben erklären lassen. So lässt sich dieses Verhalten nach Appleby et al. (1992) z.B. durch bestimmte Stimuli, wie die Tageszeit oder einer neuen Lieferung Futter, auslösen. Möglicherweise kommt in diesem Fall das Anspringen der Futterkette als Auslöser in Betracht. An diesem Punkt muss erwähnt werden, dass die Futterkette selbstverständlich öfter aktiviert wurde als viermal am Tag, aber diese Futterlieferungen fanden nicht immer gerade zu den Auswertungsintervallen statt.

5.2 Die Nutzung des Nestbalkons

Da der Nestbalkon wegen der davor angebrachten Tränken ständig voll besetzt schien, wurden während der Hauptlegezeit der LSL-Hennen zwischen 7 und 8 Uhr Videoaufnahmen eines Nestbalkons der Fensterseite und eines Nestbalkons der Wandseite gemacht, um Aufschlüsse über Nutzung und Besatzdichte zu erhalten. Folgende Aussagen können grundsätzlich getroffen werden:

- Der Nestbalkon wird von Hühnern signifikant ($P < 0,001$) am häufigsten zum Trinken genutzt.
- Mit einer Signifikanz von $P < 0,001$ betraten mehr Tiere das Nest nach einem Aufenthalt vom Nestbalkon aus als Hennen, die das Nest nach ihrer Ankunft auf dem Balkon sofort betraten.
- Ankünfte von außerhalb mit dem Ziel den Nestbalkon zum Trinken zu benutzen oder sich dort in irgendeiner Form aufzuhalten traten mit einer Signifikanz von $P < 0,001$ häufiger auf als Ankünfte mit dem Ziel den Balkon nur als Anflugplattform für das Nest zu benutzen.
- Es verließen signifikant ($P < 0,001$) mehr Hennen den Nestbalkon nach einem Aufenthalt auf dem Balkon als Tiere, die ihn nur als Abflugplattform benutzten, nachdem sie das Nest verlassen hatten.

Im Mittel befanden sich zu Beginn eines jeden Auswertungsintervalls bereits 4,5 Hennen auf dem Balkon, von welchen 3,6 mit Trinken beschäftigt waren, wobei insgesamt ca. 7,0 Tiere auf einem Balkonsegment nebeneinander Platz fanden.

Innerhalb des Auswertungsintervalls von 5 Minuten kamen im Durchschnitt 8 bis 9 Hennen auf dem Balkon an und 8 bis 9 verließen ihn im Durchschnitt auch wieder. 0,3 Hennen benutzten ihn durchschnittlich als Anflugplattform für das Nest und 1,5 als Abflugstartfläche.

Diese Ergebnisse können nur sehr vorsichtig im Bezug darauf interpretiert werden, ob der ständig intensiv genutzte Nestbalkon zur Hauptlegezeit die Nutzung der Nester für die Hennen erschwert oder für manche Tiere sogar unmöglich macht. Nach Fölsch (1981), Rietveld-Piepers (1987) und Oester (1997) betreten Hennen das Nest nicht sofort, sondern sie inspizieren es zuerst, unter Umständen inspizieren sie sogar mehrere Nester, bevor sie eines davon auswählen. Deshalb empfehlen Fölsch et al. (1994), um die Nestsuche zu erleichtern, genügend Zirkulations- und Ausweichfläche vor den Nestern.

An Hand dieser Aussagen lässt sich vermuten, dass die Tiere, die den Balkon nur als Anflugplattform benutzten ohne sich vorher darauf aufzuhalten, vielleicht schon unter erhöhtem Legedruck standen und nur darauf gewartet hatten eine freie Lücke zu finden. Auch

kann man sich die Frage stellen, in wie weit die Hennen ihr Nestinspektionsverhalten ausführen können, wenn sie sich an trinkenden Tieren vorbeidrängen müssen. Der Umstand, dass der Nestbalkon in diesem Volierensystem nicht nur Tieren zur Verfügung steht, die das Nest aufsuchen wollen, sondern gleichzeitig auch der einzige Ort ist, an dem die Hennen trinken können, mag zwar zu Beginn der Legeperiode die Aufmerksamkeit der Junghennen auf die Nester lenken, dürfte aber in der Hochlegephase einen Faktor darstellen, der sich auf die Nestakzeptanz, vor allem beim Auftreten weiterer negativer Faktoren, nicht günstig auswirkt.

5.3 Nestannahme und verlegte Eier

Aufgrund der erhöhten Besatzdichte der LSL-Hennen stand für 130,7 Tiere nur 1 m² Nestfläche zur Verfügung, statt der vorgeschriebenen 120 Tiere pro m² Nestfläche.

Grundsätzlich läßt sich dazu sagen, dass die Annahme der Nester bei den LSL-Hennen bis zu dem Zeitpunkt an dem der Scharraum im Stallabteil der LSL-Hennen zum zweiten Mal geöffnet wurde, unter diesen Umständen ausgezeichnet war. Danach stieg der Anteil verlegter Eier zunächst bis auf 16,4 % an. Die Nestannahme war sogar so gut, dass sich zum Ende der Hauptlegezeit durchschnittlich bis zu 16,3 Tiere in den Nestern der Wandseite befanden. Dazu muss man sagen, dass es ca. 11 LSL-Hennen möglich war nebeneinander auf dem Nestboden zu sitzen, suchten mehr Hennen das Nest auf, begannen sie übereinander zu sitzen.



Abbildung 58 Linke Nesthälfte einer Nestes mit ca. 16 Hennen der wandseitigen Nestreihe

In den Nestern der Fensterseite befanden sich durchschnittlich bis zu 12,9 Hennen zum Ende der Hauptlegezeit in einem Nest. Auch wenn der Unterschied zwischen Wand- und Fensterseite nicht signifikant ist, kann man an Hand des Verlaufs der Kurven von Abbildung 23 doch von einer gewissen Bevorzugung der wandseitigen Nester sprechen. Bei den Untersuchungen von Bauer (1995) ließ sich ebenfalls eine leichte Bevorzugung der wandseitigen Nester erkennen, möglicherweise, weil es dort dunkler ist.

Mehrere Experimente konnten zeigen, dass Hennen dazu motiviert sind ihre Eier in Nestboxen abzulegen (Appleby und McRae, 1986; Duncan und Kite, 1989; Cooper und Appleby, 1995, 1996a). Dies geht sogar soweit, dass Hennen sich mit Vehemenz durch enge Spalten drücken, um zu einem geschützten Nest zu gelangen (Cooper und Appleby, 2003). Aber selbst dann, wenn attraktive Nester angeboten werden, legen laut Sherwin and Nicol (1993) Hennen manchmal, trotz der eigentlichen Motivation das Nest zu benutzen, ihre Eier außerhalb des Nestes ab. Nach Keeling (2004) gibt es zwei Gründe, weshalb eine Henne die Eier nicht ins Nest legt: entweder, weil der Nestplatz von der Henne als so ungeeignet empfunden wird, dass sie deshalb bereit ist, ihr Ei auch an einem suboptimalen Platz abzulegen, oder ihr erscheint der von ihr gewählte Platz als viel geeigneter zur Eiablage.

Es liegt nahe, dass in diesem Fall die letzte der beiden Möglichkeiten in Frage kommen könnte, da den Hennen die Nester zunächst zusagten, bis sie, unter den mittleren Volierensegmenten im zusätzlichen Scharrraum, noch geeignetere Nester fanden.

Nach Bauer (1995) werden während der Tageslegespitze 25 % der Tageslegeleistung erreicht, wobei, unabhängig vom Alter der Tiere, alle Eier innerhalb einer Stunde gelegt werden. Bis zur 45. LW wiesen die LSL-Hennen median eine Legeleistung von 92,5 % auf. Das würde bedeuten, dass in dieser Zeit 2127,5 Hennen ein Ei legten und nach den Untersuchungen von Bauer (1995) würden dann innerhalb von einer Stunde 531,9 Tiere ihr Ei ablegen. Bei 30 Nestern macht das 17,73 Tiere pro Nest, während der Hauptlegezeit. Der Wert von durchschnittlich 16,3 Hennen pro wandseitigem Nest in dieser Untersuchung kommt dem errechneten Wert schon sehr nahe, zudem wurden wie aus Abbildung 32 ersichtlich die meisten verlegten Eier zum Ende der Hauptlegezeit um 8 Uhr gesammelt.

Bleibt noch die Frage zu klären, warum die LSL-Hennen, nachdem der zusätzliche Scharrraum in der 47. LW zum zweiten Mal wieder geschlossen wurde, nicht wie nach dem ersten Schließen des zusätzlichen Scharrraums in der 34. LW, wieder in ihre Nester zurückkehrten. Es ist zu vermuten, dass zum einem der Lärm, durch die seit der 43. LW stattfindenden Renovierungsarbeiten in der 2. Hälfte des durch die Voliere längs geteilten Stalles dafür verantwortlich war. Dieser Lärm fand genau hinter der wandseitigen Nestreihe der Voliere statt, die von den LSL-Hennen etwas bevorzugt wurde. Zum anderen brach in der 46. LW ein Feuer aus, das von der leeren Stallseite aus auf das Dach überging. An diesem Tag wurde zum Eingang des Stallabteils der LSL-Hennen viel Rauch hineingedrückt und die folgenden Instandsetzungsarbeiten des Daches brachten zusätzlichen Lärm von oben. Unter diesen Umständen ist es wohl nicht verwunderlich, wenn der Anteil verlegter Eier in der 47. LW auf 16,4 % anstieg.

Bei den LB-Hennen stand für 101,7 Tiere 1 m² Nestfläche zur Verfügung, in Folge dessen mussten sich selbst zur Hauptlegezeit im Durchschnitt rechnerisch nur 8,7 Tiere ein Nest teilen, bei einer Legeleistung von 90,4 % bis zur 45. LW, wenn man die Überlegungen von Bauer (1995) zugrunde legt. Tatsächlich befanden sich durchschnittlich 7,2 Tiere zur Hauptlegezeit in den leicht bevorzugten Nestern der Wandreihe und nach dem Öffnen des Scharrraums befanden sich zur Hauptlegezeit durchschnittlich 6,9 Tiere in den Nestern der Wandseite. Die LB-Hennen verlegten in dieser Untersuchung einen Großteil ihrer Eier zunächst noch vor Lichtbeginn, wie Abbildung 33 zeigt. Nachdem die Nester bereits eine halbe Stunde vor Lichtbeginn geöffnet wurden, sank die Anzahl verlegter Eier, die durchschnittlich um 5 Uhr gesammelt werden konnte, von 65,5 auf 16,5 Eier (siehe Abbildung 33). Und im zeitlichen Verlauf der Legeperiode sank die Anzahl verlegter Eier

von 4 auf 1 %. Dies entspricht den Aussagen von van Emous (2003), der empfiehlt, die Nester bereits 2 Stunden vor Lichtbeginn zu öffnen und 1 Stunde vor Dunkelheit zu schließen. Die Mittelwerte liegen für die gesamte Legeperiode bei durchschnittlich 4,9 % (median 3 %) an verlegten Eiern für die LSL-Hennen und 1,7 % (median 0,5 %) an verlegten Eiern für die LB-Hennen. Damit liegt der Wert der LSL-Hennen sogar noch unter den Werten von LeBris (2005) mit 6,13 % (18 Hennen/m²) und 8,81 % (9 Hennen/m²) und Damme (2003) für Neu-Ulrichstein mit 8,9 %, aber über den Werten von Damme (2003) für Kitzingen mit 1,7 %. Der Wert der LB-Hennen liegt unter den Werten von LeBris (2005) mit 2 % und unter den Werten von Lange (2000) mit 2,5 % in den Einstreunestern und 5 % in den Abrollnestern.

Im Vergleich mit den Daten von Bergfeld et al. (2004), wobei nur die Daten von der 21. bis zu der 68. Lebenswoche Verwendung finden, schneiden die LSL-Hennen dieser Studie mit einem durchschnittlichen Anteil von 5,1 % an verlegten Eiern deutlich schlechter ab, als die Weißleger von Bergfeld et al. (2004) mit 1,3 %, was höchstwahrscheinlich auf die oben genannten Umstände zurückzuführen ist. Die Braunleger von Bergfeld et al. (2004) schneiden wiederum mit im Durchschnitt 4,5 % deutlich schlechter ab, als die LB-Hennen dieser Studie mit 1,8 %.

Der **Schmutzeanteil** der LSL-Hennen lag bei median 2,8 % und der Anteil der Schmutzeier der LB-Hennen lag bei median 0,9 %. Im Vergleich mit den Literaturangaben lagen die Werte unter denen von Lange (1996) und Lange (2000), aber über denen von LeBris (2005), (siehe Tabelle 9). Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode stieg bei den LSL-Hennen die Anzahl der Schmutzeier zusammen mit der Anzahl verlegter Eier an, so dass wohl in erster Linie verlegte Eier für den Prozentsatz an Schmutzeiern bei den LSL-Hennen verantwortlich gemacht werden können.

5.4 Die Leistungsparameter

5.4.1 *Legeleistung und Eigewicht*

Die Hennen beider Linien wurden im Alter von 127 Tagen eingestallt. Die Nutzungsdauer betrug 55 Wochen. Das Alter bei Erreichen von 50 % der Eiproduktion lag sowohl bei den LSL-Hennen als auch bei den LB-Hennen mit 148 Tagen, genau in dem von Lohmann Tierzucht (2004) vorgegebenen Zeitraum von 145 bis 150 Tagen (LSL-Hennen), bzw. 140 bis 150 Tage (LB-Hennen). Der Wert der LB-Hennen lag weit über dem Wert von Lange (2000), aber der Wert der LSL-Hennen befand sich nur einen Tag über dem Wert von Lange (1996) siehe Tabelle 4 für LSL- und LB-Hennen in Bodenhaltung zu der auch die Volierenhaltung zählt.

Mit 316,5 Eiern je Anfangs-LSL-Henne lag der Wert aus 13 Legemonaten knapp über dem von Lohmann Tierzucht (2004) angegebenen Wert von 305 – 315 Eier in 12 Legemonaten. Die LB-Hennen lagen mit 326,4 Eiern zwischen den von Lohmann Tierzucht (2004) für 12 und für 14 Monate angegebenen Werten (siehe Tabelle 3). Die Werte lagen ebenfalls höher als die anderen Werten für LSL- und LB-Hennen aus der Literatur von Tabelle 3 und Tabelle 4. Diese Daten beziehen sich allerdings immer auf 12 Legemonate, wobei man sagen muss, dass die Werte von Lange (2000) und Lange (1996) für LB-Hennen noch unter den, von Lohmann Tierzucht (2004) für 12 Legemonate angegebenen Werten liegen.

Die maximale Leistung lag bei den LSL-Hennen bei 97,8 % in der 37. LW und übertraf damit sogar noch die von Lohmann Tierzucht (2004) angegebenen Werte von 92 – 95 %. Die maximale Leistung der LB-Hennen von 91,7 % in der 29. LW lag unter den von Lohmann Tierzucht (2004) angegebenen Werten von 92 % - 94 %.

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode zeigte sich, dass sich bis zur 45. LW die Legeleistungen der beiden Linien nicht signifikant unterschieden, und zwar mit median 92,5 % für die LSL-Hennen und 90,4 % für die LB-Hennen. Ab der 46. LW kam es aber zu einem signifikant schlechteren Abschneiden der LSL-Hennen mit median 74,2 % gegen 80,3 % Legeleistung der LB-Hennen ($p < 0,05$, Mann-Whitney Rank Sum Test).

Da das Feuer in der 46. LW ausbrach und dabei in das Stallabteil der LSL-Hennen massiv Rauch eindrang, könnte der Leistungseinbruch auf die Auswirkungen des eindringenden Rauchs zurückgeführt werden und die folgenden Instandsetzungsarbeiten auf dem Dach, die durch Lärm für zusätzlichen Stress sorgten. Zudem könnten die Hennen auch schon durch den Lärm der, von der 43. LW an durchgeführten, Renovierungsarbeiten vorbelastet gewesen sein, da der Leistungsabfall bereits mit Beginn der Renovierungsarbeiten einsetzt, aber erst später

signifikant wird. Eine Erkrankung wurde um die Zeit des Leistungseinbruchs nicht diagnostiziert.

Die **Eimasse** je Anfangshenne der LSL-Hennen lag mit 20,1 kg knapp über den von Lohmann Tierzucht (2004) angegebenen Werten zwischen 19,0 – 20,0 kg in 12 Legemonaten, aber auch knapp unter dem Wert der LSL-Hennen von Portmann et al. (2002), Preisinger und Hiller (2002) mit 20,7 kg in 12 Legemonaten (siehe Tabelle 4). Die LB-Hennen produzierten 21,4 kg Eimasse und lagen somit in dem Bereich, der nach Lohmann Tierzucht (2004) für 14 Legemonate angegeben wird. Die Eimasseproduktion lag zudem auch über allen anderen in der Literatur aus Tabelle 4 angegeben Werten.

Die LB-Hennen hatten mit 65,9 g (Medianwert: 66,9 g) ein im Durchschnitt höheres **Eigewicht**, als es nach Lohmann Tierzucht (2004) mit 64,0 – 65,0 g für 14 Legemonate angegeben wird. So wiesen die LB-Hennen zwar eine geringere maximale Leistung auf, produzierten aber größere Eier, was mit den Aussagen von Flemming (2005) übereinstimmt, nach welchen Leistung und Eigewicht umgekehrt proportional zueinander sind.

Die LSL-Hennen lagen mit einem Eigewicht von 64,1 g (Medianwert: 65,0 g) ebenfalls über den Werten nach Lohmann Tierzucht (2004) von 62,5 – 63,5 g in 14 Legemonaten. Das im Durchschnitt hohe Eigewicht der LSL-Hennen könnte auf die schlechtere Leistung ab der 46. LW zurückzuführen sein, denn nach den Feststellungen von Flemming (2005) sind Eigewicht und Leistung umgekehrt proportional zueinander. Beide Linien wiesen ebenfalls ein höheres Eigewicht auf, als die LSL- und LB-Hennen in Bodenhaltung von Tabelle 3 und Tabelle 4.

Da es problematisch ist Leistungsdaten zu vergleichen, wenn sich die Nutzungsdauer der Hennen unterscheidet, haben Bergfeld et al. (2004) in ihrer groß angelegten Studie mit 17 teilnehmenden Betrieben in alternativer Haltung (Boden-, Volieren- und Freilandhaltung), immer nur die 21. – 68. LW in ihren Berechnungen berücksichtigt. Aus diesem Grund findet, nach einer gesonderten Berechnung, ein Vergleich zwischen der 21. – 68. LW mit den Daten von Bergfeld et al. (2004) statt. Wobei hier besonders angemerkt werden soll, dass die Hennen dieser Studie die Legereife erst ab der 22. LW erreicht hatten.

Tabelle 27 Vergleich von Mittelwerten mit Daten aus der 21. bis zur 68. Lebenswoche

	Weißleger Bergfeld et al. (2004)	LSL-Hennen vorliegende Studie	Braunleger Bergfeld et al. (2004)	LB-Hennen vorliegende Studie
Legeleistung je Durchschnittshenne	89,4 %	85,6 %	77,0 %	86,3 %

Die Weißleger dieser Studie schneiden deutlich schlechter ab, als die Weißleger von Bergfeld et al. (2004), was höchstwahrscheinlich auf die oben genannten Belastungsfaktoren (Stallbrand und überhöhte Besatzdichte) zurückzuführen sein könnte. Die Braunleger hingegen schneiden wesentlich besser als die Tiere von Bergfeld et al. (2004) ab.

5.4.2 Eischalenqualität und Knochenbruchfestigkeit

Die Bruchfestigkeit der Eischalen der LSL-Hennen mit median 27 Newton und die der LB-Hennen mit median 29 Newton waren extrem geringer als die in der Literatur angegebenen Werte (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4).

Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode fiel die durchschnittliche Bruchfestigkeit von 33,6 N (LSL-Hennen) bzw. 36,5 Newton (LB-Hennen) auf 21,9 N (LSL-Hennen) bzw. 24,8 N (LB-Hennen) in der 75. LW und stieg danach bis zur 78. LW noch einmal auf 24,6 N (LSL-Hennen) bzw. 27,9 N (LB-Hennen) an.

Von den in der Literatur angegebenen Ursachen, die die Qualität der Eischale beeinträchtigen (siehe Tabelle 7), konnte kein Grund für die generell niedrigere Bruchfestigkeit der Eischale - als in der Literatur angegeben (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4) - verantwortlich gemacht werden, da Aussehen und Form der Kalkschale nicht verändert wirkten und die Schalenqualität subjektiv nicht beeinträchtigt zu sein schien. Inwieweit die Zusammensetzung des Futters den Angaben entsprach, wurde nicht überprüft.

Die Schale wies bei den LB-Hennen eine Dicke von median 0,40 mm auf, bei den LSL-Hennen betrug die Schalendicke median 0,35 mm.

Die Eischalen der LB-Hennen von LeBris (2005) besaßen mit median 0,40 mm die selbe Stärke wie die der LB-Hennen dieser Studie, aber auch die Schalen der LSL-Hennen, in der Besatzdichte von 18 Hennen/m² konnten mit 0,35 mm die selbe Stärke aufweisen wie die LSL-Hennen dieser Untersuchung. Die Schalendicke der LSL-Hennen in der Besatzdichte mit 9 Hennen/m² lag mit 0,34 mm geringfügig darunter.

Die Hennen der Linie Tetra-SL von Baumgart (2005) besaßen ebenfalls eine Schalendicke mit einem Medianwert von 0,4 mm.

Die Schalendicke beider Linien fiel während der Legeperiode bis zur 62. Lebenswoche auf einen Minimalwert von 0,32 mm bei den LSL-Hennen und auf 0,34 mm bei den LB-Hennen, um danach noch einmal anzusteigen. Sie wies bei den LB-Hennen in der 78. LW mit 0,43 mm fast dieselbe Stärke auf wie zu Beginn mit 0,44 mm. Bei den LSL-Hennen erreichte die Schalendicke in der 78. LW mit 0,38 mm nicht mehr den Wert von 0,42 mm, wie zu Beginn der Legeperiode.

In dieser Untersuchung fiel die Schalendicke aber nie auf Werte unter 0,32 mm, wo nach Kolb (1979) noch eine genügend große Bruchfestigkeit garantiert wird. Dies könnte eine Erklärung für die subjektiv ausreichende Schalenqualität sein.

Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Untersuchungen von Leyendecker et al. (2002) an Hennen aus Volierenhaltung, konventioneller Käfighaltung und ausgestalteten Käfigen, bei welchen die Schalendicke und Bruchfestigkeit der Eischale bis zum 9. Legemonat leicht anstiegen und danach bis zum 14. Legemonat stark abfielen.

Eine mögliche Erklärung für diese Unterschiede könnte die hohe Legeleistung der LSL-Hennen bis zur 45. LW, ihr durchschnittlich relativ hohes Eigewicht und das überdurchschnittliche hohe Eigewicht der LB-Hennen sein. So war die Kalziumversorgung im Futter zwar anscheinend ausreichend, um die subjektive Schalenqualität zu gewährleisten, aber scheinbar nicht hoch genug, um dieselben Bruchfestigkeitswerte der Eischalen zu erreichen, wie in der Literatur von Tabelle 3 und Tabelle 4 angegeben. Als dann der Betrieb ab 68. LW begann regelmäßig zusätzlich Kalzium (siehe 3.2.2) zuzufüttern, verbesserte sich bei den Hennen die Qualität der Eischale. Nach Bishop et al. (2000) bzw. Leyendecker et al. (2001) besteht eine negative Korrelation zwischen Schalenstabilität bzw. Schalendicke und Knochenfestigkeit. Leyendecker (2002) konnte ebenfalls feststellen, dass die Knochen bei höchster Schalenstabilität eine relativ niedrige Bruchfestigkeit hatten und umgekehrt. Dies könnte wiederum die - im Vergleich zur Literatur (siehe Tabelle 10) - relativ niedrige Bruchfestigkeit der Knochen am Ende der Legeperiode erklären, da wahrscheinlich von den Hennen das zusätzliche Kalzium zuerst für die Bildung der Eischale verwendet wurde, bevor die Speicher im Knochen wieder aufgefüllt werden konnten. Nach Kolb (1979) findet im Markraum der Röhrenknochen die Bildung von osteoidem Gewebe vor Beginn der Legetätigkeit statt, aus dem dann später an Tagen der Bildung einer Kalkschale in 24 Stunden etwa 700 bis 1000 mg Kalzium mobilisiert werden. Aber dieselbe Menge an Kalzium wird in der gleichen Zeit wieder eingebaut, wenn die Kalziumversorgung im Futter ausreichend ist (Kolb, 1979).

Der mediane Wert an Knickeiern der LSL-Hennen mit 0,2 % lag unter dem Wert von Lange (1996), lag aber geringfügig höher als der Werte von LeBris (2005), die sich aber aus Knick- und Brucheiern zusammensetzten. Der mediane Knickeianteil der LB-Hennen lag bei 0,08 % und somit niedriger als die in Tabelle 8 angegebenen Werte. Der Brucheianteil lag bei beiden Hennenlinien bei 0,1 %. Leyendecker et al. (2002) ermittelten einen Knick- und Brucheianteil von 7,2 % für Hennen in Volierenhaltung. Somit wirkte sich die - im Vergleich zur Literatur - relativ schlechte Schalenstabilität offensichtlich nicht auf den Anfall von Knick- und Brucheiern aus.

5.5 Tiergesundheit

5.5.1 Gesundheitsstatus, Ausfälle und Sektionen

Insgesamt lagen die Verluste der LSL-Hennen bei 11,1% und die der LB-Hennen bei 6,8 %. Das entspricht einer Lebensfähigkeit von 88,9 % der LSL-Hennen und 93,2 % der LB-Hennen.

Die Verlustraten der LSL-Hennen stimmten dabei mit den Werten von Weber et al. (2003) von Hennen in Bodenhaltung, LeBris (2005) in der Besatzdichte von 9 Tiere/m², und von Damme (2003) in Neu-Ulrichstein überein und lagen über den Werten von Lange (1996), Häne (1999) in Stallhaltung und LeBris (2005) in einer Besatzdichte von 18 Hennen/m². Außerdem lagen sie unter der, von Lohmann Tierzucht (2004) beschriebenen Lebensfähigkeit von LSL-Hennen von 94 – 96 %.

Die Verlustraten der LB-Hennen waren höher als die von LeBris (2005), lagen aber unter den Verlustraten von Lange (1996), Lange (2000) und Häne (1999). Die Lebensfähigkeit nach Lohmann Tierzucht (2004) wurde mit 93,2 % im Vergleich mit 94 – 96 % nicht erreicht.

Im Vergleich mit den Daten von Bergfeld et al. (2004) mit Verlusten zwischen 6,5 % und 13,2 %, wobei nur die Daten von der 21. bis zur 68. LW Verwendung fanden, lagen die Hennen dieser Studie zwischen der 21. bis zur 68. LW mit 8,4 % Verlusten bei den LSL-Hennen und 5,7 % Verlusten bei den LB-Hennen genau dazwischen.

In diesem Fall wies die weiße Herde signifikant höhere Verluste auf, als die braune Herde, was im Widerspruch zu den Aussagen von Häne (1999) bei Staak und Knierim (2003) steht, bei welchen die Herden mit weißen Herkünften eine signifikant niedrigere Mortalität aufwiesen als die Herden mit braunen Herkünften.

Warum die Verluste ab der 40. LW bei den LSL-Hennen signifikant höher waren als bei den LB-Hennen kann hier nur vermutet werden, da die meisten Tiere nicht zur Sektion gegeben wurden.

Nach **Petermann (2003)** liegen die Hauptgründe für die höheren Verluste in der Bodenhaltung (12 – 18 %) zum einen im Bereich bakterieller Erkrankungen und zum anderen im Bereich parasitärer Erkrankungen. Zudem wurde Stress, durch die „unethologische Großgruppenhaltung“ für die höhere Krankheitsanfälligkeit verantwortlich gemacht. Wobei hier angemerkt werden soll, dass die von **Aerni et al. (2005)** durchgeführte Literaturstudie keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Mortalitätsraten von Volieren- und Käfighaltung ergab.

Nach **Kreinbrock et al. (2004)** eine der Hauptabgangsursachen bei Legehennen die Salpingitis, die in 80 – 90 % der Fälle mit Bauchfellentzündung auftritt.

In den Herden dieser Untersuchung wurde zum einen zweimal eine bakteriell bedingte Durchfallerkrankung (in der 19. und der 53. LW) und eine colibedingte Eileiterentzündung (in der 59. LW) diagnostiziert, zum anderen wurde drei Mal ein hochgradiger Befall mit *Ascaridia galli* festgestellt.

Deshalb könnten die Verluste dieser Untersuchung wahrscheinlich mit auf diese Erkrankungen zurückgeführt werden. Außerdem wurden bei der abschließenden Sektion vor allem bei den LSL-Hennen vermehrt Erkrankungen der eibildenden und eiableitenden Organe festgestellt, aus welchen, wie bei **Klaczinski (1992)** beschrieben, ebenfalls vorwiegend Colikeime und *Proteus* isoliert werden konnten. **Klaczinski (1992)** schreibt ebenfalls, dass hohe Legeleistung und große Eigewichte die Abwehrkraft des Eileiters herabsetzen können, dies würde sowohl auf die LSL-Hennen, wie die LB-Hennen zutreffen.

Da die weißen Legehennen durch die Einwirkung des Rauchs in der 46. LW wahrscheinlich zusätzlichen Stress erfuhren, könnte ihre Abwehrkraft möglicherweise schlechter gewesen sein, als die der LB-Hennen, was unter Umständen die höheren Verluste erklären könnte.

Bergfeld et al. (2004) konnten bei 4,3 % der seziierten Hennen eine Eileiter-Bauchfellentzündung feststellen und bei 2,3 % der Tiere stellten sie eine Bauchfellentzündung fest. Wobei sie feststellten, dass die Weißleger eine höhere Prädisposition für diese Erkrankung zu haben schienen als die Braunleger, außerdem schienen wiederum die Weißleger mit 21,3 % eine höhere Disposition für Eierstocksysten zu haben als die Braunleger mit 5,6 %.

Die Ergebnisse dieser Studie decken sich mit den Daten von **Bergfeld et al. (2004)** insofern, dass in der abschließenden Sektion ebenfalls bei den Weißlegern häufiger Salpingitiden (84 %) und Eierstocksysten (56 %) diagnostiziert werden konnten, als bei den

Braunlegern mit einem Anteil von 60 % an Salpingitiden und 8 % an Eierstocksysten, auch wenn der Prozentanteil von Hennen mit diesen Erkrankungen wesentlich höher lag als bei den von Bergfeld et al. (2004) untersuchten Tieren.

Eine andere Ursache, die möglicherweise an den Verlusten beteiligt gewesen sein könnte, ist die Leberverfettung. Diese tritt nach Weber et al. (2003) häufiger in Käfigen und ausgestalteten Käfigen auf als in alternativen Haltungssystemen, und deshalb schlossen sie daraus, dass die vermehrte Bewegung das Auftreten des Fettlebersyndroms reduziert. Im Gegensatz dazu wiesen 80 % der Tiere aus Freilandhaltung bei Golze et al. (2002) eine Fettleber auf. In der Studie von Bergfeld et al. (2004) wiesen 66,4 % der braunen Hybridherkünfte und 95 % der weißen Hybridherkünfte eine ggr. – mittelgr. Fettleber auf.

Die Ergebnisse der Sektion dieser Untersuchung übertreffen die Ergebnisse von Golze et al. (2002) sogar noch, weil 92 % der LSL-Hennen und 100 % der seziierten LB-Hennen eine Fettleber aufwiesen. Im Vergleich zu den Daten von Bergfeld et al. (2004) liegt der Prozentanteil an Fettlebern bei den braunen Hybridherkünften in dieser Studie höher, während die weißen Hybridherkünfte mit einem Anteil von 92 % an Fettlebern besser abzuschneiden scheinen.

Das Fettlebersyndrom ist nach Hilbrich (1978) eine multifaktorielle, ernährungsbedingte Stoffwechselstörung bei Hennen die auf hohe Leistungen gezüchtet und intensiv gehalten werden. Normalerweise werden die Tiere zu Beginn oder während der Hochleistungsperiode betroffen, die Mortalität schwankt zwischen 2 und 3 %. Der wirtschaftliche Verlust entsteht hauptsächlich durch den Leistungsabfall. Die Hennen dieser Studie wiesen Fettlebern noch in hoher Anzahl am Ende der Legeperiode auf, möglicherweise, war das Fettlebersyndrom in dieser Herde stark ausgeprägt, und könnte zusammen mit den anderen Belastungsfaktoren Ursache für den Leistungsabfall der LSL-Hennen gewesen sein.

Als weiterer Faktor, der die Hennen beeinträchtigt haben dürfte, kommt das Auftreten von Ekto- und Endoparasiteninfestationen hinzu. Die rote Vogelmilbe trat im Stall zwar viermal in Erscheinung wurde aber durch den Betrieb jedes Mal sofort bekämpft, sobald Nester an dem Voliersystem ausgemacht werden konnten. Aus diesem Grund kann man die Belastung durch diesen Parasiten wohl eher als gering einstufen im Vergleich mit der Belastung durch die hochgr. Verwurmung, die drei Mal während der Legeperiode festgestellt wurde.

Endoparasitäre Infestationen werden nach Tauson (2005) sehr stark durch die hygienischen Bedingungen beeinflusst und so bedeutet Kontakt zu Einstreu ein höheres Risiko für die Tiere diese Erkrankungen zu bekommen. Dies mag ein Grund dafür gewesen sein, dass die Legehennen sich mit den Würmern infizierten und gleichzeitig auch dafür, dass die Infestation über die gesamte Legeperiode hinweg immer wieder im Stall auftrat. Denn durch

die Entwurmung können zwar die Würmer zunächst in den Tieren abgetötet werden, aber sie verhindert nicht, dass sich die Hennen mit Wurmeiern aus der Einstreu wieder reinfizieren.

In den ersten Wochen kam es zunächst zu einem steilen Anstieg an Brustbeinverkrümmungen bis zur 45. LW innerhalb beider Hennenlinien, danach schwankte der Anteil der Tiere, die Verkrümmungen aufwiesen, stark bis zum Ende der Legeperiode. Eine mögliche Erklärung für den steilen Anstieg an Brustbeinverkrümmungen bis zur 45. LW könnte das Einsetzen der hohen Legeleistung sein, weil der Prozentanteil an Brustbeinverkrümmungen erst dann abnahm, nachdem die Legeleistung beider Hennenlinien ab der 45. LW begann nachzulassen und dann vermutlich zunächst wieder etwas mehr Kalzium für die Knochenbildung zur Verfügung stand.

Der Anteil an Sohlenballengeschwüren stieg zu Beginn der Legeperiode bis zur 40. LW ebenfalls an. Eine mögliche Ursache dafür könnte die Umstellung der Hennen in ein anderes Voliersystem mit anderen Sitzstangen sein, an die sich die Hennen vielleicht erst gewöhnen mussten. Und zwar von einem System mit runden Sitzstangen aus Metall mit einem Durchmesser von 1 Zoll (nach Auskunft LSL Rhein-Main Zweigstelle Gut Heinrichsruh) auf die rechteckigen Sitzstangen dieses Voliersystems, welche noch dazu – wie in Kapitel 3.2.3 beschrieben – leicht dachgiebelartig zulaufen (siehe Abbildung 7).

Die beiden Hennenlinien unterschieden sich mit einem Medianwert von 68 % bei den LSL-Hennen und 60 % bei den LB-Hennen nicht signifikant voneinander.

Die Feststellung von Oester (1994), dass es im Versuch bei den braunen Hennen länger dauerte, bis Sohlenballengeschwüre auftraten, dass sie aber dann mehr Tiere betrafen und schwerwiegender waren, konnte in diesem Versuch in der Art nicht bestätigt werden. Es verhielt sich lediglich folgendermaßen, dass der Prozentanteil an Sohlenballengeschwüren bei den LB-Hennen zunächst nicht so weit anstieg (24 %), wie bei den LSL-Hennen (40 %), aber er wies nach dem Tief in der 49. LW noch zwei weitere Maxima mit 20 % und 28 % in der 53. und der 67. LW auf, während der Prozentanteil an Sohlenballengeschwüren bei den LSL-Hennen nach dem Hoch in der 40. LW auf 12 % fiel und mit kleinen Schwankungen bis 75. LW dort verweilte, um danach gemeinsam mit dem Prozentanteil an Sohlenballengeschwüren der LB-Hennen noch einmal bis zur 78. LW auf 28 % (16 % LB-Hennen) anzusteigen.

Mit einem Medianwert von 15,4 % LSL-Hennen und 12,6 % bei den LB-Hennen unterschieden sich die beiden Hennenlinien in der Gesamtwertung der Legeperiode nicht signifikant voneinander.

5.5.2 *Immunistatus*

Die LB-Hennen wiesen mit einem Medianwert von 27,8 mg IgY/ml Eidotter einen signifikant höheren IgY-Wert auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 25,8 mg IgY/ml Eidotter. Die Medianwerte dieser Linien liegen somit in dieser Untersuchung höher, als die Werte aus der Literatur von Tabelle 11, bis auf den Maximalwert von 25 mg IgY/ml Eidotter von Lösch et al. (1986), analog zu dem Medianwert der LSL-Hennen dieser Studie. Im zeitlichen Verlauf der Legeperiode zeigt sich zu Beginn ein Abfall der IgY-Konzentrationen, der in etwa mit dem Anstieg der Legeleistung zusammenfällt. Dies entspricht den Ergebnissen von LeBris (2005), Baumgart (2005) und Bazer (2005), bei welchen die IgY-Konzentration zu Beginn der Legeperiode zunächst ebenfalls stark abfiel. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass sich der, von Kühlmann et al. (1988) beschriebene, aktive Transportmechanismus, der IgY aus dem Serum ins Ei transportiert, erst an die schnell steigende Eiproduktion in dieser Phase anpassen muß.

Eine weitere Erklärung für dieses Phänomen wäre, dass der mögliche „Stress“ durch das Einsetzen der Legeleistung sich negativ auf die Immunabwehr auswirkt. Staak und Schwarzkopf (1995) fanden heraus, dass sich vor allem die im Verlauf einer aktiven Immunisierung gebildeten IgY in den Eidotter transportiert werden.

Nach Lösch et al. (1986) und Patterson et al. (1962) wird der Serumantikörpertiter durch die spezifische Antikörpermenge im Eidotter widerspiegelt, weil der Titer im Dotter proportional im Abstand von ungefähr einer Woche nach dem Titer im Serum ansteigt.

Rose et al. (1981) fanden ebenfalls, dass Anstieg und Abfall der Antikörpertiter, mit 5 bis 6 Tagen Verzögerung, gleich verlaufen wie im Serum.

Nach Polson et al. (1980) und Ricke et al. (1988) erfolgt der spezifische Antikörperanstieg im Ei nach 10 Tagen mit einem Höhepunkt nach 20 Tagen.

Aufgrund dieser Forschungsergebnisse müsste es möglich sein, einen Zusammenhang herzustellen zwischen den weiteren Kurvenverläufen der IgY-Immunglobulin Konzentration im Eidotter und Ereignissen, welche normalerweise immunstimulierenden Charakter besitzen, wie z.B. Impfungen und Krankheitszustände.

Die Kurvenverläufe beider Linien gleichen sich im Verlauf der Legeperiode weitgehend, bis auf das Maximum bei den LB-Hennen in der 49. LW, das bei den LSL-Hennen verzögert, erst in der 58. LW, wenn auch in geringerem Umfang, aufzutreten schien (siehe Abbildung 42). In der 45. und der 62. LW befand sich die IgY-Konzentration mit ca. 25 bis 27 mg/ml in etwa auf demselben Niveau. Betrachtet man den Zeitraum zwischen diesen beiden Zeitpunkten, fanden in dieser Zeit 3 Impfungen statt und es wurden 2 Krankheitszustände diagnostiziert. Zudem kam es in der 46. LW zu dem Stallbrand, bei welchem massiv Rauch ins Stallabteil

der LSL-Hennen vordrang. Die Konzentration der IgY-Immunglobuline im Eidotter der LSL-Hennen könnte möglicherweise in dieser Zeit nicht so stark angestiegen sein wie bei den LB-Hennen, weil durch die Stesseinwirkung aufgrund des Rauchs die Immunreaktion unter Umständen nur verzögert und in geringerem Umfang möglich war als bei den LB-Hennen. Das Tief in der 62. LW könnte schließlich sowohl bei den LSL-Hennen wie bei den LB-Hennen auf den verstärkten Verbrauch von Antikörpern im Zeitraum zuvor zurückzuführen sein.

Der darauf folgende Anstieg der Konzentration von Immunglobulin Y im Eidotter beider Linien in der 67. LW könnte als Reaktion auf die Impfung in der 66. LW entstanden sein.

5.5.3 Haut- und Gefiederzustand

Im Verlauf der Legeperiode verschlechterte sich der Gefiederzustand in allen untersuchten Regionen. Am Ende der Legeperiode wiesen in der 78. LW in der Brust/Bauch Region 20 % der LSL-Hennen und 12 % der LB-Hennen unbeschädigtes Gefieder auf, in der Rückenregion lag der Prozentanteil an unbeschädigtem Gefieder bei 44 % für die LSL-Hennen und bei 12 % für die LB-Hennen. In der Nacken/After/Kloaken Region wiesen noch 60 % der LSL-Hennen und 56 % der LB-Hennen unbeschädigtes Gefieder auf.

Bei der durchschnittlichen Gradeinteilung der Gefiederschäden für die gesamte Legeperiode unterschieden sich die Hennenlinien nur bei der Vergabe von Grad 1 und 2 in der Nacken/After/Kloaken Region signifikant voneinander. Grad 1 wurde signifikant häufiger an die LSL-Hennen vergeben (Medianwerte 6,9 % > 5,9 %) und Grad 2 signifikant häufiger an die LB-Hennen (Medianwerte 0,9 % > 0 %).

Nach Bessei (1983), Nicol et al. (1999), Blićik und Keeling (2000), und Zelter et al. (2000) tritt Federpicken am häufigsten in großen Gruppen auf. In dieser Untersuchung war am Ende der Legeperiode der Anteil an beschädigtem Gefieder in der Brust/Bauch Region mit 80 und 92 % sehr hoch und trat schon früh mit einem Anteil von 72 % in der 36. LW (LSL-Hennen) und einem Anteil von 84 % in der 45 LW in Erscheinung, wobei meiner Meinung nach diese Gefiederschäden mehr auf Abrieb durch das Ruhen auf den Sitzstangen als auf Federpicken zurückzuführen sind. Vor allem, weil nach Bessei (1983) insbesondere die Regionen Hals, Schwanz, Flügel und Rücken im Bezug auf Federpicken gefährdet sind und nach Gunnarsson et al. (1999) kann vor allem ein Federverlust im Bereich des Rückens als Indiz für Federpicken gewertet werden.

In der Rückenregion wiesen bis zur 71. LW mehr als 50 % der LSL-Hennen unbeschädigtes Gefieder auf, wobei dies bei den LB-Hennen nur bis zur 67. LW der Fall war. Der Unterschied in der Nacken/After/Kloaken Region war im Bezug auf unbeschädigtes Gefieder sogar signifikant. In der 78. LW wiesen noch 60 % der LSL-Hennen unbeschädigtes Gefieder auf und der Prozentsatz an beschädigtem Gefieder betrug bis zur 71. LW nie mehr als 16 %. Bei den LB-Hennen besaßen in der 78. LW noch 56 % der Tiere unbeschädigtes Gefieder, wobei der Anteil an beschädigtem Gefieder in den Monaten davor zwischen 20 und 60 % betrug. In den Regionen, die im Bezug auf Federpicken nach Bessei (1983) als gefährdet gelten, wiesen die LSL-Hennen also sogar einen besseren Gefiederzustand auf, als die LB-Hennen.

Kannibalismus konnte nur äußerst selten bei einzelnen Tieren beobachtet werden, die wahrscheinlich deshalb bepickt wurden, da sie sich aufgrund ihrer Verletzungen nicht mehr fortbewegen konnten. Aber selbst die verletzten Tiere wurden nicht grundsätzlich bepickt. Die untersuchende Person konnte während der gesamten Legeperiode nicht mehr als 10 eindeutig bepickte Hennen in beiden Herden gemeinsam finden.

1,5 % der LSL-Hennen wiesen Verletzungen im Brustbereich auf, bei allen anderen Körperregionen und bei den LB-Hennen blieben die Werte unter 1 %.



Abbildung 59 Beispiel für eine Verletzung in der Brust/Bauch Region

Gerade die Verletzungen im Brustbereich könnten auch auf missglückte Landemanöver zurückzuführen sein. Nach Bessei (1997) können unglücklichen Landungen manchmal sogar zu Knochenbrüchen führen.

Im Bezug auf Verletzungen an den Kopfanhängen waren die Kämme am stärksten betroffen, 4,0 % aller untersuchten LB-Hennen und 3,1 % aller untersuchten LSL-Hennen wiesen an dieser Stelle kleine Verletzungen auf. Als weitere Pickaktivität existiert nach Bessei (1983) das so genannte Kammpicken, bei welchem zuerst die Kammspitzen und später der ganze Kamm bepickt wird. Die Hackstellen durch aggressives Picken unterscheiden sich von diesen Verletzungen durch pockenähnliche Stellen, die über die gesamte Kammfläche verteilt sind (Bessei, 1983). Aufgrund dieser Beschreibung handelte es sich bei den Verletzungen an den Kämmen in dieser Untersuchung wahrscheinlich um nichtaggressives Kammpicken oder auch um Verletzungen anderer Ursache (siehe Abbildung 60).



Abbildung 60 Beispiel für eine Verletzung des Kammes, die restliche Kammfläche wies keinerlei Verletzungen auf

Aufgrund dieser Ergebnisse kann man sich den Feststellungen von Hughes et al. (1997) und Nicol et al. (1999) anschließen, da in den Herden dieser Untersuchung zwar Feder- und auch Kammpicken auftrat, welches auch mit dem Alter der Tiere zunahm, aber aggressives Picken

und Kannibalismus traten eigentlich (bis auf einige ganz vereinzelte, verletzte Tiere) nicht auf.

Den Ergebnissen von Allen und Perry (1975), Simonson et al. (1980) und Hansen und Braastad (1994), nach welchen das Gefieder mit steigender Besatzdichte immer schlechter wurde und denen von Keppler et al. (2003), wobei die Besatzdichte beim Auftreten von federlosen Stellen signifikanten Einfluss hat, der in der Folge zu mehr Verletzungen und Kannibalismus führte, kann man sich aufgrund der Ergebnisse dieser Studie nicht anschließen, da die Hennen in der Besatzdichte von 21,72/m² das bessere Gefieder aufwiesen und Kannibalismus, wie bereits erwähnt, so gut wie gar nicht beobachtet werden konnte.

Nach den Untersuchungen von Baumgart (2005) konnte in der größten Gruppe mit der höchsten Besatzdichte die signifikant meisten aggressiven Verhaltensweisen beobachtet werden, aber die größte Gruppe bestand nur aus 120 Tieren, welche in einer Besatzdichte von 18 Hennen/m² gehalten wurden. Im Vergleich mit diesen Herden ist dies aber eine kleine Gruppe, in welcher sich die Hennen nach D'Eath und Keeling (2003) sogar noch individuell erkennen müssten und von welchen Hirt (2001) annimmt, dass dort eine Hackordnung mit Weichen eine Rolle spielt.

Nach Bessei (1983) ist der Effekt der Besatzdichte in Bezug auf Federpicken aber sehr stark mit anderen Interaktionen verflochten und in den Untersuchungen von Charmichael et al. (1999) war das Auftreten von aggressivem Picken niedrig und unabhängig von der Besatzdichte. Diese Aussagen zeigen, dass im Bezug auf Federpicken und aggressivem Picken noch andere Faktoren eine Rolle spielen, wie zum Beispiel die Herkunft der Hennen, so fanden Biedermann et al. (1993), dass Hennen weißer Herkünfte im Alter den Hennen brauner Herkünfte im Bezug auf den Gefiederzustand überlegen waren. Nach Weitzenbüger et al. (2003) und LeBris (2005) wiesen die LSL-Hennen eine bessere Gefiederqualität auf, als die LB-Hennen.

Bessei (1997) und Damme (2003) sahen im Schnabelkürzen eine wichtige Präventionsmaßnahme gegen Federpicken und Kannibalismus, auf die derzeit noch nicht verzichtet werden kann. Ob die niedrige Kannibalismusrate in den Herden dieser Untersuchung auf diesen Umstand zurückgeführt werden kann, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

Der Prozentanteil an sauberem Gefieder der LB-Hennen unterschied sich mit einem Medianwert von 4,0 % signifikant von dem der LSL-Hennen mit einem Medianwert von 0,3 %.

Da den weißen Hennen bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum nur der Bereich zwischen den Volierensegmenten als Scharrraum zur Verfügung stand, wurde dieser nicht nur

intensiver genutzt, sondern auch mehr verkotet, was möglicherweise die Erklärung für das schmutzigere Gefieder der weißen Hennen sein könnte und unter Umständen auch im Bezug auf einen erhöhten Keimdruck Einfluss auf den Immunstatus der Hennen gehabt haben könnte.

5.5.4 Schadgasmessung

Im Stall wurde nur Ammoniak als Schadgas identifiziert, Schwefelwasserstoff konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Ammoniakkonzentrationen unterschieden sich weder im Vergleich der Stallabteile noch im Vergleich zwischen Wand- und Fensterseite signifikant voneinander.

Im Durchschnitt der Legeperiode unterschieden sich die durchschnittlich gemessenen Ammoniakkonzentrationen aus allen Stallbereichen nicht signifikant zwischen dem Stallabteil der LSL-Hennen mit einem Medianwert von 18,7 ppm von dem der LB-Hennen mit einem Medianwert von 18,5 ppm.

In den Monaten Februar, Mai wurde die durch die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vorgeschriebene maximale Ammoniakkonzentration von 20,0 ppm mit einer durchschnittlichen Ammoniakkonzentration von 21,0 ppm und 24,6 ppm im Stallabteil der LSL-Hennen überschritten. In den Monaten November und Dezember wurde die durch die maximale Ammoniakkonzentration von 20 ppm, ebenfalls mit einer durchschnittlichen Ammoniakkonzentration im Stallabteil der LSL-Hennen von 37,7 ppm und 52,7 ppm, und bei den LB-Hennen mit durchschnittlich 33,4 ppm und 35,8 ppm überschritten. Es gibt es in diesem Fall zwei Gründe für die überhöhten Ammoniakwerte, zum einen konnten die Hennen einzelne Ventilatoren selbst ausschalten in dem sie gegen die Schalter pickten, so dass die restlichen Ventilatoren nicht in der Lage waren das Stallklima aufrechtzuerhalten, zum anderen muss berücksichtigt werden, dass sich die Ventilatoren selbst ausschalteten, wenn die Temperatur im Stall unter 20° C fiel. Eine Kombination aus beiden Gründen könnte die überhöhten Werte in den Monaten Februar, November und Dezember 2004 erklären, während für den Monat Mai ein großflächiger Ausfall an Ventilatoren im Stallbereich der LSL-Hennen verantwortlich gemacht werden kann. Da ein möglichst realistisches Bild des Stallklimas erstellt werden sollte, wurde auf ausgefallene Ventilatoren bei den Messungen keine Rücksicht genommen. Nach dem Problem im Mai reagierte der Betrieb mit verstärkten Kontrollen der Ventilatoren und im Zuge von Umbaumaßnahmen werden die, für die Hennen zugänglichen Wandschalter wohl abgeschafft werden.

Nach Löliger (1992) wirkt Ammoniak auf Schleimhäute und Membranen im Tierkörper exsudations- und entzündungserregend und ist in höheren Konzentrationen auch toxisch. Während der Legeperiode trat bei beiden Herden immer wieder eine leichte Atemsymptomatik auf, die aber nie speziell behandelt werden musste.

Nach Oeytunde et al. (1978) siedeln mit dem Staub in der Stallluft aufgewirbelte Keime, speziell Colikeime auf den durch NH₃-Intoxikation veränderten Schleimhäuten und Membranen der Atmungsorgane einschließlich der Luftsäcke.

Durch die nachfolgenden bakteriellen Infektionen wird nach Löliger (1992) der primäre Schaden durch NH₃-Inhalationen vielfach überdeckt. Dies könnte unter Umständen ebenfalls ein Grund für eine erhöhte Infektanfälligkeit der Hennen gewesen sein.

Die Resultate der Arbeit von Amer et al. (2003) ergaben, dass 50 ppm Ammoniak während 4 Wochen keinen Einfluss auf Eiproduktion und Eischalenqualität ausübten. Eine Störung des Kalziumstoffwechsels durch hohe Ammoniakkonzentrationen konnte ausgeschlossen werden. Aufgrund dieser Ergebnisse können die erhöhten Ammoniakkonzentrationen vermutlich nicht für die relativ schlechte Eischalenqualität verantwortlich gemacht werden.

5.6 Ökonomische Bewertung

Mit 255,5 Arbeitspersonenstunden pro Jahr und einem Anteil von 22,8 % an der Gesamtarbeitszeit stellt die tägliche Bestandskontrolle mit Einsammeln von verlegten Eiern den Hauptanteil der nötigen Stallarbeiten dar. Den Hauptanteil an der Gesamtarbeitszeit nimmt mit 48,9 % und 547,5 Arbeitspersonenstunden pro Jahr das Eier sortieren und verpacken ein.

Nach Daten von Fölsch et al. (1997) aufgearbeitet von Fölsch et al. (2000) nahmen die tägliche Bestandskontrolle und das Einsammeln verlegter Eier 14,3 % der Gesamtarbeitszeit ein, das Entmisten betrug 7 % an der Gesamtarbeitszeit, das Eier sortieren und verpacken nahm 17,5 % der Gesamtarbeitszeit in Anspruch und die Summe der Stallarbeiten betrug 39 % der Gesamtarbeitszeit.

Nach Bergfeld et al. (2004) und Klemm et al. (2005) ist bei Volierenhaltungen im Bezug auf den Arbeitszeitaufwand ein deutlicher Bestandsgrößeneffekt erkennbar.

Dies könnte eventuell den unterschiedlichen Arbeitszeitaufwand in diesen beiden Studien erklären, es bei Fölsch et al. (2000) nur 1200 Tierplätze gab, im Vergleich zu den 5900 Tierplätzen in dieser Studie.

5.7 Schlussfolgerungen

Ein direkter Vergleich der beiden Linien konnte in dieser Arbeit nicht vorgenommen werden, da die LSL-Hennen in einer, nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, überhöhten Besatzdichte gehalten wurden und als weiterer Stressfaktor für die LSL-Hennen noch der Stallbrand in der 46. LW mit den anschließend sehr lärmbehafteten Instandsetzungsarbeiten hinzukam. Die, nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, zum Teil überhöhten Ammoniakwerte mögen eine zusätzliche Rolle als Belastungsfaktor gespielt haben.

Die Legeleistung der LSL-Hennen war in einigen Punkten, vor allem vor dem Stallbrand, selbst mit Hennen aus Käfighaltung (siehe Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 27) sehr gut vergleichbar. Bezieht man jetzt die verschiedenen Belastungsfaktoren in die Bewertung mit ein, kann man die Leistungen der LSL-Hennen als hervorragend bezeichnen.

Die LB-Hennen übertrafen sogar zum Teil die Legeleistungen der in Käfigen gehaltenen Hennen der Legeleistungsprüfung für Hühner 2002/2004 (siehe Tabelle 2).

Im Bezug auf die Annahme der Nester und die verlegten Eier schienen die LSL-Hennen wesentlich schlechter abzuschneiden, bedenkt man aber, dass den Tieren, laut Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, zu wenig Nestfläche zur Verfügung stand, und diese bis zum Öffnen des zusätzlichen Scharrraums aber trotzdem bereit waren, sich zum Teil übereinander gestapelt, die Nester zu teilen, kann man die Nestannahme ebenfalls nur als hervorragend bezeichnen.

Die höhere Verlustrate der LSL-Hennen dürfte die Folge aus einer Kombination der genannten Umstände sein.

Die LB-Hennen waren dem Rauch des Feuers zwar nicht in dem Ausmaß wie die LSL-Hennen ausgesetzt und sie wurden in einer viel geringeren Besatzdichte gehalten, aber der Lärm durch die Renovierungs- und die Sanierungsarbeiten war in ihrem Stallabteil ebenfalls vorhanden. Trotzdem wiesen sie hervorragende Leistungen auf und schienen durch den Lärm in ihrer Legeleistung nicht beeinträchtigt zu sein.

Diese Untersuchungen konnten zeigen, dass sich die Linien Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown-Classic sehr gut für die Volierenhaltung eignen, da sie trotz der genannten Belastungsfaktoren in der Lage sind, gute Leistungen zu erbringen. Es darf aber nicht der Schluss daraus gezogen werden, dass man die Besatzdichte in der Volierenhaltung noch erhöhen könnte, denn die Besatzdichte hatte einen nicht unbeträchtlichen Effekt auf die, im Vergleich mit den LB-Hennen höheren Verlustraten und den erhöhtem Prozentsatz an verlegten Eiern.

6 Zusammenfassung

Vergleich der zwei Legehennenlinien Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown-Classic unter den Bedingungen des Feldversuchs im Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung in Volierenhaltung

In der vorliegenden Arbeit wurden die beiden Legehennenlinien Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown-Classic unter Praxisbedingungen im Feldversuch auf ihre Eignung für die Volierenhaltung im Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung geprüft.

Die retrospektiv errechnete Besatzdichte betrug: 2300 LSL-Hennen pro 105,9 qm und 3600 LB-Hennen pro 211,9 qm Stallgrundfläche.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die **Legereife** mit 50 % der Eiproduktion wurde von beiden Hennenlinien mit 148 Tagen erreicht.
- Die Nutzungsdauer betrug 13 Legemonate.
- Die LB-Hennen wiesen mit median 84,3 % durchschnittlich eine nicht signifikant höhere **Gesamtlegeleistung** auf, als die LSL-Hennen mit median 80,0 %.
- Die **Legeleistung** je Anfangs-LSL-Henne lag bei 316,5 Eiern und 20,1 kg **Eimasse**, während für die Anfangs-LB-Henne eine Legeleistung von 326,4 Eiern und 21,4 kg **Eimasse** ermittelt werden konnte.
- Es wurden Spitzenwerte von 97,8 % Legeleistung in der 37. LW bei den LSL-Hennen erreicht, während die LB-Hennen in ihrer **Legeleistungsspitze** in der 29. LW nur auf 91,7 % kamen. Im **zeitlichen Verlauf der Legeperiode** unterschieden sich die beiden Hennenlinien bis zur 45. LW mit einem Medianwert von 92,5 % für die LSL-Hennen und median 90,4 % für die LB-Hennen nicht signifikant voneinander. Ab der 46. LW aber kam es zu einem signifikant schlechteren Abschneiden der LSL-Hennen mit median 74,2 % gegen 80,3 % Legeleistung der LB-Hennen.
- Die LB-Hennen besaßen mit median 66,9 g signifikant höheres **Eigewicht** als die LSL-Hennen mit median 65,0 g.
- Mit einem Medianwert von 3 % wiesen die LSL-Hennen einen signifikant höheren Prozentanteil **verlegter Eier** auf als die LB-Hennen mit einem Medianwert von 0,5 %. Entsprechend lag der Medianwert der Schmutzeier mit 2,8 % signifikant höher als bei den LB-Hennen mit einem Medianwert von 0,9 %.

- Der mediane **Knickeanteil** war mit 0,2 % signifikant höher als der der LB-Hennen mit 0,08 %. Der Prozentanteil der **Brucheier** unterschied sich, mit jeweils median 0,1 % bei beiden Hennenlinien nicht signifikant.
- Die LB-Hennen wiesen mit einem Medianwert von 29 Newton signifikant höhere **Bruchfestigkeit** der Eischale auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 27 Newton.
- Die LB-Hennen besaßen mit einem Medianwert von 0,4 mm eine signifikant stärkere **Schalendicke** als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 0,35 mm.
- Die LB-Hennen wiesen mit einem Medianwert 27,8 mg/ml durchschnittlich höhere **Konzentrationen an Immunglobulin Y** im Eidotter auf als die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 25,8 mg/ml.
- Im Verlauf der Legeperiode verschlechterte sich der **Gefiederzustand** in allen untersuchten Regionen. Am Ende der Legeperiode wiesen in der 78. LW in der Brust/Bauch Region 20 % der LSL-Hennen und 12 % der LB-Hennen unbeschädigtes Gefieder auf, in der Rückenregion lag der Prozentanteil an unbeschädigtem Gefieder bei 44 % für die LSL-Hennen und bei 12 % für die LB-Hennen. In der Nacken/After/Kloaken Region wiesen noch 60 % der LSL-Hennen unbeschädigtes Gefieder auf und 56 % der LB-Hennen. Bei der **durchschnittlichen Gradeinteilung der Gefiederschäden** für die gesamte Legeperiode unterschieden sich die Hennenlinien nur bei der Vergabe von Grad 1 und 2 in der Nacken/After/Kloaken Region signifikant voneinander. Grad 1 wurde signifikant häufiger an die LSL-Hennen vergeben (Medianwerte 6,9 % > 5,9 %) und Grad 2 signifikant häufiger an die LB-Hennen (Medianwerte 0,9 % > 0 %).
- Im Bezug auf den **Verschmutzungsgrad des Gefieders** unterscheidet sich der Prozentanteil an sauberem Gefieder mit einem Medianwert von 0,3 % signifikant von dem der LB-Hennen mit einem Medianwert von 4 %.
- Die Prozentanteile an **Brustbeinverkrümmungen** unterschieden sich mit einem Medianwert von 68 % bei den LSL-Hennen nicht signifikant von dem Medianwert mit 60 % bei den LB-Hennen.
- Der Anteil an **Krallenabrissen** zeigte mit einem Medianwert von 0 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Linien. Insgesamt wiesen 2,8 % aller 325 untersuchten LSL-Hennen und 2,2 % aller untersuchten LB-Hennen Krallenabriss auf.

- Mit einem Medianwert von 15,4 % an **Sohlenballengeschwüren** aller LSL-Hennen und 12,6 % aller LB-Hennen unterschieden sich die beiden Hennenlinien in der Gesamtwertung der Legeperiode nicht signifikant voneinander.
- Die festgestellten **Hautverletzungen am Körper** der Hennen besaßen am Körper einen Maximaldurchmesser von 1 cm, und die Hautverletzungen an den Kopfanhängen hatten einen maximalen Durchmesser von 2 mm oder es handelte sich um Risse mit einer Länge von maximal 5mm. Alle Hautverletzungen waren nur oberflächlicher Natur. 1,5 % der LSL-Hennen wiesen Verletzungen im Brustbereich auf, bei allen anderen Körperregionen und bei den LB-Hennen blieben die Werte unter 1 %. Von den **Kopfanhängen** waren die Kämmen am stärksten betroffen, 4 % der LB-Hennen und 3,1 % der LSL-Hennen wiesen an dieser Stelle kleine Hautverletzungen auf.
- Während der Legeperiode wurden durch den bestandsbetreuenden Tierarzt drei **Krankheiten** festgestellt und behandelt: Enteritis catheralis diffusa in der 19. LW und in der 53. LW und colibedingte Eileiterentzündung in der 59. LW.
- Im Rahmen von drei **Kotuntersuchungen** zu Beginn, in der Mitte und am Ende der Legeperiode wurden im Kot hochgradig Eier von Spulwürmern und geringgradig *Coccidia* spp. Oozysten festgestellt.
- Die **rote Vogelmilbe** musste während der Legeperiode viermal bekämpft werden.
- Die **Ausfälle** beliefen sich bis zur Ausstellung bei den LSL-Hennen auf insgesamt 11,1 % und bei den LB-Hennen auf 6,8 %
- Bei der **Sektion** wurde bei 92 % der LSL-Hennen und 100 % der LB-Hennen eine **Fettleber** diagnostiziert. Des Weiteren standen **Veränderungen an den eibildenden und eiableitenden Organen** vor allem bei den LSL-Hennen im Vordergrund, wie entzündliche Veränderungen des Eierstocks (60 % LSL-Hennen, 32 % LB-Hennen), Salpingitiden (84 % LSL-Hennen und 60 % LB-Hennen), Ovarialzysten (56 % LSL-Hennen, 8 % LB-Hennen), inaktive Ovarien (4 % LSL-Hennen und 0 % LB-Hennen) und Bauchhöhleneier (12 % LSL-Hennen und 4 % LB-Hennen). Ein Befall durch **Ascaridia galli** wurde bei 44 % der LSL-Hennen und 36 % der LB-Hennen im Dünndarm festgestellt.
- Die **Knochenbruchfestigkeit** der linken und der rechten Femura ergab im Bezug auf die maximale Kraft, die zum Brechen der Knochen benötigt wurde, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Hennenlinien. Der Medianwert der LSL-Hennen lag bei 198,7 Newton und der der LB-Hennen lag bei 197,5 Newton.

- Im Bezug auf die **Elastizität** der Knochen, welche durch die Dehnung am höchsten Punkt der Belastung bestimmt wurde, wiesen die LSL-Hennen mit einem Medianwert von 1,1 mm eine signifikant höhere Dehnung auf als die LB-Hennen mit einem Medianwert von 0,9 mm.
- Im Durchschnitt der Legeperiode unterschieden sich die durchschnittlich gemessenen **Ammoniakkonzentrationen** aus allen Stallbereichen nicht signifikant zwischen dem Stallabteil der LSL-Hennen mit einem Medianwert von 18,7 ppm von dem der LB-Hennen mit einem Medianwert von 18,5 ppm.
- Im Bezug auf die **Aufenthaltsverteilung** der LSL-Hennen in der Voliere wurden folgende Werte ermittelt: Bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum hielten sich im Durchschnitt 10,0 % (\pm SEM 0,45) der Tiere auf den Nestbalkonen, 67,5 % (\pm SEM 1,1) über den Kotbändern der Volierensegmente und 22,5 % (\pm SEM 0,7) auf dem Boden auf. Bei geöffnetem zusätzlichem Scharrraum befanden sich durchschnittlich 9,1 % (\pm SEM 0,5) der LSL-Hennen auf den Nestbalkonen, 56,6 % (\pm SEM 1,3) über den Kotbändern der Volierensegmente und 34,3 % (\pm SEM 1,2) auf dem Boden.
- Im Bezug auf die **Nutzung des Nestbalkons** wurde festgestellt, dass der Nestbalkon auch zur Hauptlegezeit von Hühnern signifikant ($P < 0,001$) am häufigsten zum Trinken genutzt wurde.
- Bei den LSL-Hennen stand 1 qm Nestfläche für 130,7 Tiere zur Verfügung, während es bei den LB-Hennen nur 101,7 Tiere pro qm Nestfläche waren. Im Bezug auf die **Nestbelegung** wurden folgende Werte ermittelt: Bei geschlossenem zusätzlichem Scharrraum befanden sich zur Hauptlegezeit in der leicht bevorzugten wandseitigen Nestreihe durchschnittlich 16,3 Tiere pro Nest, in der fensterseitigen Nestreihe 12,9 Tiere. Bei den LB-Hennen hielten sich zur Hauptlegezeit in der leicht bevorzugten wandseitigen Nestreihe durchschnittlich nur 7,2 Tiere pro Nest auf. Nach dem zweiten Öffnen des zusätzlichen Scharrraums befanden sich durchschnittlich in der immer noch leicht bevorzugten wandseitigen Nestreihe zur Hauptlegezeit noch 13,3 Tiere und bei den LB-Hennen 6,9 Tiere.
- Im Bezug auf den **Jahresarbeitszeitbedarf** nahmen mit 255,5 Arbeitspersonenstunden pro Jahr und einem Anteil von 22,8 % an der Gesamtarbeitszeit die tägliche Bestandskontrolle und das Einsammeln von verlegten Eiern den Hauptanteil der nötigen Stallarbeiten ein. Den Hauptanteil an der Gesamtarbeitszeit stellte mit 48,9 % und 547,5 Arbeitspersonenstunden pro Jahr das Eier sortieren und verpacken dar.

Der Einfluss der - nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung - überhöhten Besatzdichte der LSL-Hennen ließ sich im Bezug auf den Gefiederzustand nicht feststellen, wohl aber im Bezug auf die erhöhte Verlustrate und die verlegten Eier vermuten.

7 Summary

Comparison of the Lohmann Selected Leghorn-Classic and Lohmann Brown-Classic Laying Hen Breeds Concerning Behaviour, Health and Productivity in an Aviary System under Field Study Conditions

This dissertation examines the suitability of both the Lohmann Selected Longhorn Classic and the Lohmann Brown-Classic breeds of laying hens for aviary housing systems concerning behaviour, health and productivity in a field study on a practical scale.

The stocking density level was, retrospectively calculated, 2300 LSL hens per 105.9 m² and 3600 LB hens per m² stable floor-space.

The results can be summarized as follows:

- Both strains of hens reached **sexual maturity** with 50 % of egg production starting at the age of 148 days.
- The period of productivity lasted 13 laying months.
- The LB hens showed on average a significantly higher **overall egg yield** with a median of 84.3 % than LSL hens with a median of 80.0 %.
- The **egg yield** per beginning LSL hen was 316.5 eggs and 20.1 kg **egg mass**, whereas the beginning LB hens were shown to have an egg yield of 326.4 eggs and 21.4 kg egg mass.
- Peak values of 97.8 % egg yield in the 37th week of age were reached by the LSL hens, whereas the LB hens only came to 91.7 % egg yield in their **peak egg yield** in the 29th week. In the **course of the laying time** the two strains of hens did not significantly differ from each other up until the 45th week, with a median of 92.5 % for the LSL hens and 90.4 % for the LB hens. From the 46th week onwards the LSL hens did significantly worse with a median of 74.2 %, compared to the 80.3 % egg yield of the LB hens.
- The LB hens had a significantly higher **egg weight** median of 66.9 g than the LSL hens with a median of 65.0 g.
- The LSL hens had a significantly higher percentage of **mislaidd eggs** with a median of 3 % as opposed to the 0.5 % from the LB hens. In accordance, the median value of 2.8 % for dirty eggs was significantly higher than the median of 0.9 % for LB hens.

- The **cracked egg** median was significantly higher with 0.2 % than the 0.9 % median from the LB hens. The percentage of **broken eggs** did not significantly differ, with a median of 0.1 % for both hen breeds.
- The LB hens showed a significantly higher **eggshell breaking strength** of 29 Newton than the LSL hens with a median of 27 Newton.
- The LB hens had a significantly stronger median **eggshell thickness** of 0.4 mm than the LSL hens with a median of 0.35 mm.
- The LB hens had on average a higher concentration of **immunoglobulin Y** in the egg yolk with a median of 27.8 %, as compared to 25.8 % for the LSL hens.
- In the course of the laying period the plumage condition worsened in every area examined. At the end of the laying period in the 78th week of age 20 % of the LSL hens and 12 % of the LB hens showed intact plumage in the breast/ belly area and the percentages for the back were 44 % of the LSL and 12 % of the LB hens. In the neck/ vent/ cloaca area, 60 % of the LSL and 56 % of the LB hens showed intact plumage. The **average degree of plumage damage** for the entire laying period only differed significantly in the assigned values of 1st and 2nd degree in the neck/ vent/ cloaca area. The 1st degree was assigned significantly more often to the LSL hens (median 6.9 % > 5.9 %) and 2nd degree significantly more often to the LB hens (0.9 % > 0 %).
- Regarding the **degree of plumage soiling**, the percentage of clean feathers differed significantly with a median of 0.3 %, as compared to 4 % for the LB hens.
- The percentages of **keel bone deformation** did not differ significantly with a median of 68 % of the LSL hens and 60 % of the LB hens.
- The number of cases of **claw loss** showed no significant difference between the breeds with a median of 0. A total of 2.8 % of all 325 LSL and 2.2 % of all LB hens examined showed claw loss.
- The two hen breeds did not differ significantly from each other with a median of 15.4 % for **bumble foot** for the duration of the laying period for the LSL hens and a median of 12.6 % for the LB hens.
- The discovered **lesions on the body** had a maximal diameter of 1 cm on the body and the wounds on the external head structures had a maximal diameter of 2 mm or tears with a length up to 5 mm. All wounds were superficial. 1.5 % of the LSL hens had lesions in breast region. For all other regions and the LB hens the percentages were under 1 %. The combs were the most affected of the **external head structures**. 4 % of the LB hens and 3.1 % of the LSL hens had small lesions on their combs.

- During the laying period three **diseases** were diagnosed and treated by the veterinarian responsible for the flocks: Enteritis catheralis diffusa in the 19th week and in the 53rd week and infection of the oviduct caused by coli bacteria in the 59th week.
- In the course of three faecal inspections at the beginning, in the middle, and at the end of the laying period highly infected ascaridia eggs and mild infestation levels of coccidies spp. oocysts were detected in the faeces.
- The red poultry mite had to be fought against four times during the laying period.
- The **mortality** for the time until the hens left the hatchery were 11.1 % for the LSL hens and 6.8 % for the LB hens.
- At the **autopsy** 92 % of the LSL hens and 100 % of the LB hens were diagnosed as having a fatty liver. Furthermore **alterations in the egg producing and egg conveying organs** were in the foreground, especially with the LSL hens, such as inflammatory alterations in the ovary (60 % LSL hens, 32 % LB hens), salpingitis (84 % LSL hens and 60 % LB hens), ovarian cysts (56 % LSL hens, 8 % LB hens), inactive ovaries (4 % LSL hens and 0 % LB hens) and abdominal eggs (12 % LSL hens and 4 % LB hens). 44 % of the LSL hens and 36 % of the LB hens were shown to have **ascardia galli** in their small intestines.
- The **bone fracture resistance** of the left and right femurs showed no significant difference between the two breeds for the maximum strength needed to break the bones. The median for the LSL hens was 198.7 Newton and the LB hens had a median of 197.5 Newton.
- The bone **elasticity** was determined at the highest point of pressure and the LSL hens showed a significantly higher stretch with a median of 1.1 mm than the LB hens with a median of 0.9 mm.
- The measurements of the **concentration of ammonia** in all parts of the hatchery, taken on average for a cross section of the laying period, did not differ significantly between the LSL hens' section with a median of 18.7 ppm and the LB hens' section with a median of 18.5 ppm.
- The following results for **use of facilities** were determined for the LSL hens in the aviary: with the extra scratching area closed of an average of 10 % of the animals (SE 0.45) spent their time on the nest ledge, 67.5 % (SE 1.1) over the manure belt in the aviary segment, and 22.5 % (SE 0.7) on the floor. When the extra scratching area was opened an average of 9.1 % (SE 0.5) of the LSL hens were on the nest ledge, 56.6 % were over the manure belt in the aviary segment, and 34.4 % (SE 1.2) were on the floor.

- It was shown concerning the **use of the nest ledge** that the nest ledge was also significantly used most frequently for drinking by the hens at peak laying time ($P < 0.001$).
- The LSL hens had 1 m² nest area per 130.7 animals at their disposal, whereas the LB hens only had 101.7 animals per square metre of nest area. Following results were shown for **nest occupation**: when the extra scratching area was closed an average of 16.3 animals per nest were in the slightly preferred nest row along the wall during main laying time and an average of 12.9 in the nest row on the window side. After the extra scratching area was opened the second time there was an average of 13.3 animals in the nest row along the wall (which was still slightly preferable) and the LB hens had an average of 6.9 animals.
- The **yearly labour time necessary** the daily inspection of stock and collection of mislaid eggs represented the main share of the hatchery work with 255.5 hours labour per person per year and 22.8 % of the total working time. Egg sorting and packaging constituted the main share of the total working time with 48.9 % and 547.5 hours labour per person per year.

The influence of the stocking density of the LSL hens, which is higher than allowed by the German Animal Welfare Farm Animal Husbandry Ordinance couldn't be shown by plumage condition, but however the elevated mortality and mislaid eggs.

8 Literaturverzeichnis

Abendroth, K. (1995): Biomechanisch Aspekte in der Osteoporosetherapie, Osteologie Forum 4: 46 – 50

Achilles, W.; Fölsch, D.W.; Freiberger, M.; Golze, M.; Haidn, B.; Hiller, P.; Hörning, B.; Janzen A.; Klemm, R.; Leopold, A.; Najati, M.; Trei, G.; Van den Weghe, H.; Van den Weghe, S. (2002a): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: 19 – 36

Achilles, W.; Hörning, B.; Höfner, M.; Trei, G.; Fölsch, D. (2002b): Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: 68p

Aerni, V.; Brinkhof, M.W.G.; Wechsler, B.; Oester, H. (2005): Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. World's Poultry Sci. J. 61: 142.

Akita, E.M.; Nakai, S. (1993): Comparison of four purification methods for the production of immunoglobulins from eggs laid by hens immunized with an enterotoxigenic E.coli strain. J. Immunol. Meth. 160: 207 - 214

Allen, J.; Perry, G. C. (1975): Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. Brit. Poultry Sci. 16: 441 – 451

Amer, A. H.; Pingel, H.; Hilling, J.; Soltan, M.; von Borell, E. (2004): Impact of atmospheric ammonia on laying performance and egg shell strength of hens housed in climatic chambers. Arch. Geflügelk. 68: 120 - 125

Anonymus (1991): Verordnung (EWG) Nr. 1274/91 mit Durchführungsvorschriften für die Verordnung (EWG) Nr. 1907/90 des Rates über bestimmte Vermarktungsnormen für Eier vom 15. 05. 1991 – Anhang II

Anonymus (1999): Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19.07.1999 zur Festlegung zum Schutz von Legehennen

Anonymus (1999a): Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19.07.1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel

Anonymus (1999b): Verordnung zum Schutz von Legehennen in Käfighaltung (Hennenhaltungsverordnung) vom 10.12.1987, Bonn – nichtig seit 06. 07. 1999

Anonymus (2004): Parameter für die Eiqualität. Internet: www.veredlungsproduktion.de ,2p

Anonymus (2005): Legeleistungsprüfung für Hühner 2002/2004 im Auftrag des Landwirtschaftlichen Wochenblattes Westfalen-Lippe. DGS - Magaz. 1: 15 - 19

Appleby, M.C., Duncan, I. J. H.; McRae, H.E. (1983): Nesting and floor-laying by domestic Hens: effects of individual variation in perching behaviour. Behav. Anal. Lett. 3: 345 - 352

Appleby, M.C., Duncan, I. J. H.; McRae, H.E. (1988): Perching and floor laying by domestic hens: experimental results and their commercial implications. Brit. Poultry Sci. 29: 351 – 357

Appleby, M.C., Hughes, B. O. (1991): Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. World's Poultry Sci. J. Vol. 47: 109 - 125

Appleby, M. C.; Hughes, B. O.; Elson, H. A. (1992): Behavioural synchrony In: Poultry Production Systems, Behaviour, Management and Welfare. CAB International. Wallingford, UK: 143 – 144

Appleby, M. C.; McRae, H. E. (1986): The individual nest box as a superstimulus for domestic hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 15: 169 - 176

Appleby, M.C., Mench, J. A.; Hughes, B. O. (2004): Poultry Behaviour and Welfare. CABI Publishing, Cambridge, USA

Balnave, D. (1974): Biological factors affecting energy expenditure. In: Energy requirements of poultry. Poultry Sci. Symp. 9: 25 – 46

Barnett, J. L.; Glatz, P. C.; Newman, E. A.; Cronin, G.M. (1997): Effects on modifying layer cages with perches on stress physiology, plumage, pecking and bone strength of hens. Aust. J. Exp. Agricult. 37: 523 - 529

Bauer, T. (1995): Ergebnisse von Untersuchungen zum Nestwahlverhalten von Legehennen in alternativen Haltungssystemen. Dissertation. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

Baum, S. (1995): Die Verhaltensstörung des Federpickens beim Haushuhn (*Gallus gallus forma domestica*) – Ihre Ursachen, Genese und Einbindung in den Kontext des Gesamtverhaltens. Cuvillier Verlag, Göttingen.

Baumgart, B. (2005): Tiergesundheit, Verhalten und Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Besatzdichte bei Legehennen in Volierenhaltung. Dissertation. Ludwig-Maximilian Universität München

Bazer, D. (2005): Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung. Dissertation. Ludwig-Maximilian Universität München

Bergfeld, U.; Damme, K.; Golze, M.; Reichardt, W. (2004): Alternative Legehennenhaltung. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Heft 8 - 9 2004

Bessei, W. (1983): Zum Problem des Federpickens und Kannibalismus. DGS - Magaz., 24: 656 - 666

Bessei, W. (1988): Bäuerliche Hühnerhaltung: Junghennen, Legehennen, Mast. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 42 - 50

Bessei, W. (1997): Das Verhalten von Legehennen in Volieren (eine Literaturübersicht). Arch. Geflügelk., 61: 176 – 180

Bessei, W.; Damme, K. (1998): Neue Verfahren für die Legehennenhaltung – Die Volierenhaltung In: Auszug aus KTBL-Schrift 378 (nicht mehr lieferbar). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: www.ktbl.de/federvieh/volierenhaltung.htm

Biedermann, G.; Schmiemann, N.; Lange, K. (1993): Untersuchungen über Einflüsse auf den Zustand des Gefieders von Legehennen unterschiedlichen Alters. Arch. Geflügelk., 6: 280 – 285

Bilčík, B.; Keeling, L.J. (2000): Relationship between feather pecking and group pecking in laying hens and the effect of group size. Appl. Anim. Behav. Sci. 68: 55 – 66

Bishop, S. C.; Flemming, R. H.; McCormack, H. A.; Flock, D.K.; Whitehead, C. C. (2000): The inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. Brit. Poultry Sci. 41: 33 – 40

Bizhanov, G., Keeling, L.J. (2000): A Comparison of three Methods for extracting IgY from the egg Yolk of hens Immunized with Sendai Virus. Veterinary Research Communications 24: 103 - 113

Blockhuis, H. J. (1986): Feather pecking in poultry: its relations with ground pecking. Appl. Anim. Behav. 16: 63 - 67

Blockhuis, H. J.; Metz, J. H. (1992): Integration of animal welfare into housing systems for laying hens. Netherlands Journal of Agr. Sci. 40: 327 - 337

Brambell, F. W. R. (1970): Transmission of immunity in birds. In: The transmission of passive immunity from mother to young. Frontiers of Biology 18, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, London: 20 - 41

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 16, ausgegeben zu Bonn am 13.03.2002: Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, vom 28.02.2002

Carmichael, N. L.; Walker, A. W.; Hughes, B. O. (1999): Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *Brit. Poultry Sci.* 40: 165 – 176

Carstens, P.; Wenzler, G.; Prüfer, J. (1935): Untersuchungen über Verkrümmungen des Brustbeins beim Huhn. *Arch. Geflügelk.* 10: 97 - 102

Channing, C.E.; Hughes, B.O.; Walker, A.W. (2001): Spatial distribution and behaviour of laying hens housed in an alternative system 72: 335 - 345

Collias, N. E.; Collias, E.C.; Hunsaker, D.; Minning, L. (1966): Locality fixation, mobility and social organisation within an unconfined population of Red Jungle Fowl. *Anim. Behav.* 14: 550 – 559

Cooper, J. J.; Appleby, M.C. (1995): Nesting behaviour of hens: effects of experience on motivation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42: 283 – 295

Copper, J.J.; Appleby, M. C. (1996a): Demand for nest boxes in laying hens. *Behavioural Processes* 36: 171 - 182

Cooper, J. J.; Appleby, M.C. (1996b): Individual variation in prelaying behaviour and the incidence of floor eggs. *Brit. Poultry Sci.* 37: 245 – 253

Cooper, J. J.; Appleby, M.C. (2003): The value of environmental resources to domestic hen: a comparison of the work-rate for food and for nests as a function of time. *Anim. Welf.* 12: 39 - 52

COVP (1988): The tiered wire floor system for laying hens. Spelderholt Edition 484, Niederlande

Damme, K. (1984): Genetische und phänotypische Beziehungen zwischen Produktionsmerkmalen und dem Energiestoffwechsel von Legehennen. Dissertation, Technische Universität München

Damme, K. (2003): Eiererzeugung in alternativen Haltungssystemen: Wie sich verschiedene Legehybriden dafür eignen. DGS - Magaz. 27: 12 - 18

D'Eath, R.B.; Keeling, L.J. (2003): Social discrimination and aggression by laying hens in large groups: from peck orders to social tolerance. Appl. Anim. Behav. Sci. 84: 197 – 212

Duncan, I. J. H. (1970): Frustration in the fowl. In: Aspects of Poultry Behaviour. Freeman, B.M.; Gordon, R. F. (Hrsg.), Brit. Poultry Sci. Ltd., Edinburgh: 15 – 31

Duncan, I. J. H.; Kite, V. G. (1989): Nest site selection and nest-building behaviour in domestic fowl. Anim. Behav. 37: 215 - 231

Engström, B.; Schaller G. (1993): Experimental studies of the health of laying hens in relation to housing system. In: 4th European Symposium on Poultry Welfare. Savory C. J.; Hughes, O. (Hrsg.), Universities Federation for Animal Welfare, Potters Bar: 87- 96

Erhard, M. H.; von Quistop, I.; Schraner, I.; Jüngling, A.; Kaspers, B. Schmidt, P.; Kühlmann, R. (1992): Development of specific enzyme-linked immunosorbent antibody assay systems for the detection of chicken immunoglobulins G, M, und A using monoclonal antibodies. Poultry Sci. 71: 302 – 310

Erhard, M. H.; Schmidt, P.; Hofmann, A.; Bergmann, J.; Mittermeier, P.; Kaufmann, P.; Wiesmüller, K.-H.; Bessler, W. G.; Lösch, U. (1997): The Lipopeptide, Pam₃Cys-Ser-(Lys)₄: An Alternative Adjuvant to Freund's Adjuvant for the Immunisation of Chicken to Produce Egg Yolk Antibodies. ALTA 25: 173 - 181

Erhard, M. H.; Schmidt, P.; Zinsmeister, P.; Hofmann, A.; Münster, U.; Kaspers, B.; Wiesmüller, K.-H.; Bessler, W. G.; Stangassinger, M. (2000a): Adjuvant Effects of Various Lipopeptides and Interferon- γ on the Humoral Immune Response of Chickens. Poultry Sci. 79: 1264 – 1270

Erhard, M. H.; Özpınar H.; Bilal, T.; Abbas, I.; Kutay, C.; Eseceli, H. Stangassinger, M. (2000b): The Humoral Immune Response and Productivity of Laying Hens Kept On the Ground or in Cages. ALTA 28: 699 – 705

Faure, J. M.; Jones, R. B. (1982a): Effect of age, access and time of day on perching behaviour in domestic fowl. *Appl. Anim. Ethol.* 8: 357 – 364

Faure, J. M.; Jones, R. B. (1982b): Effect of sex, strain and type of perch on perching behaviour in the domestic fowl. *Appl. Anim. Ethol.* 8: 281 – 293

Fehlhaber, K.; Janeschke, P. (1992): Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg

Flemming, R. H.; Whitehead, C. C.; Alvey, D. M.; Gregory, N. G.; Wilkins, L. J. (1994): Bone structure and strength in laying hens housed in different husbandry systems. *Proc. 9th Europ. Poultry Conference, Glasgow, Vol. I, 284 – 285*

Flemming, E. (2005): Controlling late egg size. *World Poultry Vol. 21 No. 2: 14 - 15*

Flock, D. K.; Heil, G. (2001): Eine Langzeitanalyse der Leistungsentwicklung weißer und brauner Legehybriden anhand von Ergebnissen der amtlichen deutschen Legeleistungsprüfungen von 1974/75 bis 1997/99. *Arch. Geflügelk.*, 66: 1 – 20

Fölsch, D. W.; Vestergaard, K. (1981): Das Verhalten von Hühnern. *The Behaviour of Fowl. Tierhaltung, Bd. 12* Birkhäuser Verlag, Basel, Bosten, Stuttgart: 9 - 14

Fölsch, D. W. (1982): Das Konzept des Volierensystems für Hühner – Beispiel einer Lösung im Praxisbetrieb. In: *Ethologischen Aussagen zur artgerechten Nutztierhaltung. Tierhaltung Bd. 12*, Fölsch, D. W.; Nabholz, A. (Hrsg.) Birkhäuser Verlag, Basel, Bosten, Stuttgart

Fölsch, D. W.; Gassmann, A.-B.; Gingins, P.; Huber-Hanke, H. U.; Keller, Th.; Oester, H. (1994): Legehennen - 12 Jahre Erfahrung mit neuen Haltungssystemen in der Schweiz, Herausgegeben vom Schweizer Tierschutz STS, Birsfelderstrasse 45, CH-4052 Basel

Fölsch, D. W.; Staak, M.; Trei, G.; Keppler, Chr.; Höfner, M. Hörning, B. (1997): Modellvorhaben Artgemäße Geflügelhaltung in Hessen – Abschlussbericht. Univ. Gesamthochschule Kassel-Witzhausen

Fölsch, D. W.; Hörning, B.; Trei, G. (2000): BML Modellvorhaben 1997 – 1999: „Artgemäße und Umweltverträgliche Geflügelhaltung“ Abschlußbericht 1999. KTBL, Witzenhausen.

Frost, H. M.; Jee, W.S. (1994): Perspectives: a vital biomechanical model of the enchondral ossification mechanism. *Anat. Rec.* 240: 435 - 446

Gauly, M.; Preisinger, R.; Erhardt, G. (2003): Möglichkeiten zur Zucht auf Krankheitsresistenz bei Legehennen am Beispiel des Hühnerspulwurms (*Ascaridia galli*). *Lohmann-Info.* 2: 25 - 27

Gerken, M. (1994): Bewertung von alternativen Haltungssystemen für Legehennen. *Arch. Geflügelk.*, 58: 197 – 206

Golze, M. (1999): Neue Erkenntnisse über Tiergesundheit in Freilandhaltung. *DGS-Magaz.* 51: 6 - 7

Golze, M.; Klemm, R.; Leopold, A. (2002): Stadtgut Görlitz. In: Achilles, W.; Fölsch, D.W.; Freiberger, M.; Golze, M.; Haidn, B.; Hiller, P.; Hörning, B.; Janzen A.; Klemm, R.; Leopold, A.; Najati, M.; Trei, G.; Van den Weghe, H.; Van den Weghe, S. (2002b): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: 65 - 147

Grashorn, M. A. (2004): Faustzahlen zur Eiqualität. In: Damme, K.; Möbius, C. (Hrsg.) (2004): *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 187 - 197

Gregory, N. G. Wilkins, L. J.; Eleperum, S.D.; Ballantyne, A. J. Overfield, N.D. (1990): Broken bones in domestic fowl: Effects of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *Brit. Poultry Sci.* 31: 59 - 69

Groot Koerkamp, P. W. G.; Keen, A.; Van Niekerk, TH. G. C. M.; Smit, S. (1995): The effect of manure and litter handling and indoor climatic conditions on ammonia emissions from a battery cage and on an aviary housing system for laying hens. *Netherland J. Agricult. Sci.* 43: 351 - 373

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. *Brit. Poultry Sci.* 40: 12 – 18

Häne, M. (1999): Legehennenhaltung in der Schweiz 1998 – Schlussbericht Zentrum für Tiergerechte Haltung Geflügel und Kaninchen, CH-3052 Zollikofen

Hagedoorn, A. L.; Sykes, G. (1953): *Poultry Breeding* (London, Crosby Lockwood and Son, Ltd.).

Hansen, I.; Braastad, B. O. (1994): Effect of rearing density on pecking behavior and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40: 263 – 272

Harner, J.P.; Wilson, J. H. (1985): Effect of body size and cage profile on the shear strength of bones of caged layers. *Brit. Poultry Sci.* 26: 543 - 548

Hartmann, W. (1989): From Mendel to multi-national in poultry breeding. *Worlds Poultry Sci. J.*, 45: 5 – 26

Hilbrich, P. (1978): *Krankheiten des Geflügels unter besonderer Berücksichtigung der Haltung und Fütterung.* 3. Aufl., Verlag Hermann Kuhn GmbH & Co. KG, Villingen-Schwenningen 1978

Hirt, H. (2001): Einfluss der Herdengröße auf Gesundheit und Wohlergehen von Legehennen. *KTBL-Schrift* 403. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: 137 – 144

Huber-Eicher, B.; Audigé, L. (1999): Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *Brit. Poultry Sci.* 40: 599 - 604

Hughes, B. O.; Carmichael, N. L.; Walker, A. W.; Grigor, P. N. (1997): Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54: 215 – 234

Kaspers, B. Schraner, I. and Lösch, U. (1990): Immunoglobulin IgA in the yolk of chicken eggs. *J. Anim. Physiol. Animal Nutr.* 63: 30 - 37

Keppler, C.; Lange, K.; Fölsch, D. W. (2003): Einfluss von Herkunft und Besatzdichte von Legehennen in verbesserten Aufzuchtssystemen, *KTBL- Schrift* 418. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: 19 – 29

Keppler, C. (2003): Das Auftreten von Federpicken kann vermieden werden. *DGS-Magaz.* 27: 19 - 24

Keeling, L. J. (2004): Nesting, perching and dustbathing In: *Welfare of the Laying Hen.* Perry, G. C. (Hrsg.), CABI Publishing, Poultry Science Symposium Series Volume 27: 203 – 210

Keshavarz, K. (1986): The effect of variation of Ca intake on production performance and egg shell quality. *Poultry Sci.* 65: 2120 - 2125

Kite, V. G. (1985): Does a hen require a nest? *Second European Symposium on Poultry Welfare. Report of Proceedings.* Wegner, R.-M. (Hrsg.), Institute of Poultry Research, Celle: 118 – 135

Kjaer, J. B. (1994): Nest size effects on incidence of floor eggs and on eggshell quality in commercial deep litter systems for laying hens. *Arch. Geflügelk.*, 58: 239 – 244

Klaczinski, K. (1992): Erkrankungen der eibildenden und –ableitenden Organe. In: Heider, G.; Monreal, G. (Hrsg.) (1992): *Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels.* Bd. II: Spezieller Teil 2. Fischer Verlag Jena und Stuttgart: 685 – 690

Klemm, R.; Lippmann, J.; Diener K.; Gayer, P. Reichart, W. (2005): Erhebliche Unterschiede im Arbeitszeitaufwand. *DGS-Magaz.* 1: 20 - 25

Klemperer, F. (1893): Über natürliche Immunität und ihre Verwerthung für die Immunisierungstherapie. *Arch. Exp. Pathol. Pharmacol.* 31: 365 – 382

Knowless, T. G.; Broom, D. M. (1990): Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems. *Veterinary Rec.* 126: 354 - 356

Koelkebeck, K. W.; Cain, J. R. (1984): Performance, behaviour, plasma corticosterone, and economic returns of laying hens in several management alternatives. *Poultry Sci.* 63: 2123 – 2131

Kolb, E. (1979): Der Kalziumstoffwechsel bei Legehennen und seine Beziehungen zur Eischalenqualität. *Mh. Vet.-Med.* 34: 305 – 310

Kolb, E. (1992): Störungen infolge eines Mangels bzw. eines Überschusses an Mineralstoffen. In: Heider, G.; Monreal G. (Hrsg.) (1992): *Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 1992

Kramer, T. T.; Cho, H. C. (1970): Transfer of immunoglobulins and antibodies in the hen's egg. *Immunology* 19: 157 – 167

Krax, H. (1974): *Geflügelproduktion*. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin: 174 – 176

Kreienbrock, L.; Schneider, B.; Schäl, J.; Glaser, S. (2003): EpiLeg – Orientierende epidemiologische Untersuchung zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme. In: Jacobs, A.-K.; Windhorst, H.-W.; (Hrsg.): *Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eiproduktion*. Institut für Strukturforchung und Planung in agrarischen Intensivgebieten. Weiße Reihe, Band 22, IPSA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

Kreienbrock, L.; Schäl, J.; Bayerbach, M.; Rohn, K.; Glaser, S.; Schneider, B. (2004): Orientierende epidemiologische Untersuchung zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme – Abschlussbericht.

Kühlmann, R.; Wiedemann, V.; Schmidt, P.; Wanke, R.; Linckhe, E.; Lösch, U. (1988): Chicken Egg Antibodies for prophylaxis and therapy of Infectious Intestinal Diseases. I. Immunization and Antibody Determination. *J. Vet. Med. B* 35: 610 - 616

Lange, K. (1996): Alternative Haltungssysteme: Hennen in Volieren Leistungsschwächer. DGS-Magaz. 40: 34 – 40

Lange, K. (2000): 1. Eignungsprüfung verschiedener Legehennenhybridherkünfte für die Bodenhaltung 1996/99 Hessische Landesanstalt für Tierzucht (Hrsg.), Homberg/Ohm

Larsson, A.; Balów, R.-M.; Lindahl, T.; Forsberg, P.-O. (1993): Chicken antibodies taking advantage of evolution – a review. Poultry Sci. : 1807 – 1812

Lerner, I. M. (1951): Principles of Commercial Poultry Breeding. Manual 1 (Berkeley, University of California College of Agriculture).

Leslie, G. A.; Clem, L. W. (1969): Phylogeny of immunoglobulin structure and function. III. Immunoglobulin of the chicken. J. Exp. Med. 130: 1337 - 1352

Leyendecker, M.; Hamann, H.; Hartung, J.; Glünder, G.; Nogosse, N.; Neumann, U.; Sürle, C.; Kamphues, J.; Distl, O. (2002): Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen. Züchtungsk. 74: 144 – 155

Leyendecker, M.; Hamann, H.; Hartung, J.; Kamphues, J.; Ring, C.; Glünder, G.; Ahlers, C.; Sander, I.; Neumann, U.; Distl, O. (2001): Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 3. Mitteilung: Knochenfestigkeit. Züchtungsk. 73: 387 - 398

Liebisch, A.; Liebisch, G. (2003): Biologie, Schäden und Bekämpfung beim Befall durch die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*). Lohmann - Info. 4: 29 – 35

Löliger, H.-Ch. (1992): Technopathien beim Geflügel In: Heider, G.; Monreal, G. (Hrsg.) (1992): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Bd. I Fischer Verlag Jena und Stuttgart: 292 - 309

Lösch, U. (1996): Wie kommen die Antikörper ins Hühnerei? Altex 13, Supplement 96: 15 - 17

Lösch, U.; Schraner, I.; Wanke, R.; Jürgens, L. (1986): The chicken egg, an antibody source. J. Vet. Med. Band 33: 609 – 619

Lohmann Tierzucht GMBH (2004): Legehennen Management Programm. Lohmann Brown-Classic. Lohmann Selected Leghorn-Classic. Broschüren der Lohmann Tierzucht, B 0504, Cuxhaven

LeBris, M. (2005): Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie zur Gesundheit und Leistung von Legehennen unterschiedlicher Linien (LSL, LB, LT) in Volierenhaltung. Dissertation. Ludwig-Maximilian Universität München

Mahmoud, K. Z.; Beck, M.M.; Sheideler, S. E.; Forman, M.F.; Anderson, K.P.; Kachman, S.D. (1996): Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. Poultry Sci. 75: 1555 - 1562

McBride, G.; Parker, I.P.; Foenander, F. (1969): The social organization and behavior of the feral domestic fowl. Anim. Behav. Monogr. 2: 125 – 181

Newman, S.; Leeson, S. (1998): Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. Poultry Sci. 77: 1492 - 1496

Nichelmann, N. (1992): Verhaltensstörungen beim Geflügel. In: Heider, G.; Monreal, G. (Hrsg.) (1992): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart

Nicol, C.J.; Gregory, N.G.; Knowles, T.G.; Parkman, I.D.; Wilkins, L.J. (1999): Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 65: 137 - 152

Noorgard-Nielsen, G.; Kjaer, J.; Simonsen, H. B. (1993): Field test of two alternative egg production systems the Hans Kier-System and the BOLEG II aviary. National Institut of Animal Science, Research Centre Foulum, Tjele, Denmark, Report No. 9

Odén, K.; Vestergaard, K.S.; Algers, B. (2000): Space use and agonistic behaviour in relation to sex composition in large flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 67: 307 – 320

Oester, H. (1994): Sitzstangenformen und ihr Einfluß auf die Entstehung von Fußballengeschwüren bei Legehennen. *Arch. Geflügelk.* 58: 231 – 238

Oester, H.; Fröhlich, E., Hirt, H (1997): Wirtschaftsgeflügel. In: Sambraus, H.H. und Steiger, A. *Das Buch vom Tierschutz.* Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart: 186 - 214

Oeytunde, O. O. F.; Thomson, R. G.; Carlson, H. C. (1978): Aerosol exposure of ammonia dust and *Escherichia coli* in broiler chickens. *Can. Vet. J.* 19: 187 – 195

Olsson, I. A. S.; Keeling, L. J. (2000): Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68: 243 - 256

Patterson, R.; Younger, J. S.; Weigele, W. O.; Dixon, F. J. (1962): The metabolism of serum proteins in the hen and chick and secretions of serum proteins by the ovary of the hen. *J. gen. Physiol.* 45: 501 - 513

Petermann, S. (2003): Legehennen in alternativen Haltungssystemen – Praktische Erfahrungen. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*,110: 220 – 224

Pingel, H.; Jeroch, H. (1980): Biologische Grundlagen der industriellen Geflügelproduktion. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 74 – 115

Polson, A. et al. (1980): Isolation of viral IgY antibodies from yolks of immunized hens. *Immunol. Commun.* 9: 475

Portmann, S.; Mandler, S.; Dzapo, V.; Preisinger, R.; Hiller, P. (2002): Welche Herkunft eignet sich am besten für die Bodenhaltung? *DGS-Magaz.* 18: 21 - 26

Rauch, H.-W. (1991): Neue Haltungsformen für Legehennen. *Landtechnik*, 46 (5): 232 – 234

Rauch, H.-W. (1995): Einfluss von zeitlich begrenzt verfügbarem Einstreubereich für Legehennen in Bodenhaltung auf Einstreuqualität und Rate verlegter Eier. Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL). 73.

Rauch, H.-W. (1995a): Unterschiedliche Erreichbarkeit von Nestern beeinflusst das Lege- und Ruheverhalten von Legehennen in Bodenhaltung. Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL). 72-73

Reed, H. J.; Nicol, C. J. (1992): Effects of nest linings, pecking strips and partitioning on nest use and behaviour in modified battery cages. Brit. Poultry Sci. 33: 719 – 727

Ricke, S. C.; Schaeffer, D.M.; Cook, M.E.; Kang, K.H. (1988): Differentiation of ruminal bacterial species by enzyme-linked immunosorbent assay using egg yolk antibodies from immunized chickens hens. Appl. Environ. Microbiol. 54: 596

Rietveld-Piepers, B. (1987): The development of egg-laying behaviour and nest-site selection in a strain of white laying hens. Dissertation. Available as a publication of the Centre for Poultry and Extension, Spelderholt 9, 7361 DA Beekbergen, The Netherlands

Rose, M. E.; Orlans, E.; Buttres, N. (1974): Immunoglobulin classes in the hen's egg: their segregation in the yolk and white. Eur. J. Immunol. 4: 521 - 523

Rose, M. E.; Orlans, E. (1981): Immunoglobulins in the egg, embryo and young chick. Dev. Comp. Immunol. 5: 15 – 20, 371 – 375

Schade, R.; Pfister, C.; Halatsch, R.; Henklein, P. (1991): Polyclonal IgY antibodies from chicken egg yolk – an alternative to the production of mammalian IgG type antibodies in rabbits. Alternative to Laboratory Anim. 19: 403 - 419

Scholtyssek, S. (1968): Handbuch der Geflügelproduktion. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 30 - 41

Scholtyssek, S. (1994): Charakteristische Merkmale des Eies und ihre Prüfverfahren. In: Ternes, W.; Acker, L.; Scholtyssek, S. (Hrsg.), Ei und Eiprodukte: 82 – 89

Scientific Veterinary Committee (1996): Report on welfare of laying hens. Commission of the European Communities, Directorate – General for Agriculture, Brussels, Luxembourg.

Scott, G. B.; Hughes, B. O.; Lambe, N. R., Waddington, D. (1999): Ability of laying hens to jump between perches: individual variation and the effects of perch separation and motivation on behaviour. *Brit. Poultry Sci.* 40: 177 – 184

SGS (1987 – 1993): Vergleichsversuche neuer Haltungssysteme für Legehennen. Schlussberichte No. 1 – No. 12, Amgarten, M.; Meierhans, D. (eds.), Schweizerische Geflügelzuchtschule, Zollikofen

Sherwin, C. M.; Nicol, C. J. (1993): A descriptive account of nest prelaying-behaviour of hens housed individually in modified cages with nests. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38: 49 – 60

Siegwart, N. (1991): Ursache und Pathogenese von Fußballengeschwüren bei Legehennen. Dissertation. Universität Bern.

Simonsen, H. B.; Vertergaard, K. (1978): Battery cages as a cause of environmental and behavioural dependent diseases. *Nord. Vet.-Med.* 30: 241 - 252

Simonson, H. B.; Vestergaard, K.; Willeberg, P. (1980): Effect on floor type and density on the integument of egg layers. *Brit. Poultry Sci.* 59: 2202 – 2206

Solomon, J. B. (1971): Foetal and neonatal Immunology. *Frontiers of Biology* 20. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, London

Staak, C.; Knierim, U. (2003): Studie zur Tiergerechtheit von Haltungssystemen für Legehennen. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.; www.bund.net/lab/reddot2/pdf/tiergerechtheit.pdf : 1 - 26

Staak, C.; Schwarzkopf, C. (1995): Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e. V. – Gewinnung von Antikörpern aus dem Hühnerei. www.tierschutz-tvt.de/merkblatt9.pdf : 2- 5

Tauson, R. (2002): Furnished cages and aviaries: production and health. *World's Poultry Sci. J.* 58: 49 – 63

Tauson, R. (2005): Management and housing systems for layers – effects on welfare and production. *World's Poultry Sci. J.* 61: 477 - 487

Tauson, R.; Abrahamsson, P. (1994): Foot- and skeletal disorders in laying hens. Effects of perch design, hybrid, housing system and stocking density. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Anim. Sci.* 44: 110 – 119.

Van Den Weghe, H.; Janzen, A.; Najati, M. Van Den Weghe, S.; Hiller, P. (2000): Modellvorhaben „Landwirtschaftliches Bauen“ 1997 – 1999 „Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung“ Abschlußbericht Onken. Forschungs- und Studienzentrums für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, 101p

Van Emous, R. (2003): From cages to alternative systems requires different skills. *World Poultry Vol. 19 No. 6:* 24 – 27

Van Horne, P. L. M. (1996): Production and economic results of commercial flocks with white layers in aviary systems and battery cages. *Brit. Poultry Sci.* 37: 255 – 261

Van Horne, P. L. M.; Van Niekerk, T. G. C. M.; Bosch, J. G. M. J. (1997): Production, animal health and economic results of commercial layer flocks in aviary systems In: *Proceedings of 9th International Congress in Animal Hygiene, Helsinki, Finland*, pp. 561 - 564

Vestergaard, K. (1989): Environmental influences on the development of behaviour and their relation to welfare. *3rd Europ. Symp. Poultry Welfare, Tours:* 109 – 122

Wahlström, A.; Tauson, R.; Elwinger, K. (1998): Effects on plumage condition, health and mortality of dietary oats/wheat ratios to three hybrids of laying hens in different housing systems. *Acta Agricult. Scand.* 48: 250 - 259

Warr, G.W.; Magor, K. E., Higgins, D.A. (1995): IgY: clues to origins of modern antibodies. *Immunol. Today* 16: 392 - 398

Warren, D.C. (1927): Hybrid vigour in poultry. *Poultry Sci.*, 7: 1 – 7

Warren, D.C. (1930): Inheritance of vigour in domestic fowl. 4th World's Poultry congress, London, pp. 146 -151

Warren, D.C. (1958): A half century of advances in the genetics and breeding improvement of poultry. Poultry Sci., 37: 218 – 221

Weber, R. M.; Nogossek, M.; Sander I.; Wandt, B.; Neumann, U. Glünder, G. (2003): Untersuchungen zum Gesundheitsstatus von Legehennen in ausgestalteten Käfigen im Vergleich zu Tieren in konventioneller Käfig- und Bodenhaltung. Vet. Med. Austria / Wien. Tierärztl. Mschr. 90: 257 - 266

Weitzenbürger, D.; Vits, A.; Leyendecker, M.; Hamann, H.; Distl, O. (2003):Einflüsse verschiedener Varianten von ausgestalteten Käfigen auf den Zustand von Gefieder und Haut, die Fußballengesundheit sowie die Krallenlänge. In: Jacobs, A.-K.; Windhorst, H.-W.; (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eiproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten. Weiße Reihe, Band 22, IPSA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

Wilson, S.; Duff, S. R. I.; Whitehead, C. C. (1992): Effects of age, sex and housing on the trabecular bone of laying strain domestic fowl. Research in Veterinary Sci. 53: 52 – 58

Witt, A. (1999): Infektionsdruck durch Darmparasiten und ihre Bedeutung im Abgangsgeschehen in alternativen Haltungssystemen für Legehennen. Dissertation, Universität Rostock.

Whitehead, C. C. (2004): Skeletal disorders in laying hens: the problem of osteoporosis and bone fractures. In: Welfare of the laying hen. Perry, G. C. (Hrsg.), CABI Publishing, Poultry Sci. Symposium Ser. Vol. 27: 259 - 278

Wood-Gush, D. G. M.; Duncan, I. J. H. (1976): Some behavioural observations on domestic fowl in the wild. Appl. Anim. Ethol. 2: 255 - 260

ZDG, Offizielles Organ des Zentralverbandes der deutschen Geflügelwirtschaft E.V. (2002): Hennenhaltungsverordnung wird zum Bumerang für den Verbraucherschutz. Brancheninformation aus Politik Markt und Wirtschaft. DGS Intern, Woche 11.2002

Zeltner, E.; Klein, T.; Huber-Eicher, B. (2000): Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks? Anim. Behav., 60: 211 – 216

Danksagung

Als erstes möchte ich mich ganz besonders bei meinen Eltern und meinem Onkel Ludwig bedanken, die es mir durch ihre Unterstützung überhaupt erst möglich gemacht haben, eine Doktorarbeit zu verfassen.

Selbstverständlich gilt Herrn Prof. M. Erhard mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas, aber ganz im Speziellen für die jederzeit gewährte, sehr freundliche und herzliche Unterstützung und Beratung während meiner Arbeit und für die Durchführung der Endkorrektur.

Ich danke außerdem besonders dem Eigentümer des Geflügelbetriebs, dass er so großzügig war und mir die Durchführung meiner Untersuchungen in seinem Betrieb gestattet hat, und selbstverständlich gilt mein Dank auch den Mitarbeitern des Betriebs und hier ganz besonders Renate und Hans für ihre freundliche Unterstützung.

Ebenso möchte ich mich herzlich bei meiner Betreuerin Dr. M. LeBris und meinem Betreuer Dr. S. Platz bedanken, die mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen und mich in jeder Hinsicht unterstützt haben.

Ich möchte zudem allen anderen Mitarbeitern des Institutes für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München danken und hier vor allem Frau Dr. D. Döring, Dr. F. Ahrens und Frau S. Grad, dass sie jederzeit bereit waren, auf meine Fragen zu antworten und mich zu unterstützen. Im Besonderen gilt jedoch auch mein Dank den Medizinisch-Technischen-Assistentinnen und hier ganz speziell Katrin Schuster für ihre Hilfe im Labor.

Außerdem gilt mein spezieller Dank den hilfsbereiten Doktoranden Shana Bergmann, Bernd Fitz und Alexandra Schümann und der Praktikantin Christiene Stadler für ihre großzügige Unterstützung.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Korbelt und seinen Mitarbeitern aus der Klinik für Vogelkrankheiten der LMU München für die fachliche Beratung, die Auswertung der eingesandten Proben und die Durchführung von Sektionen, während der Legeperiode, wobei ich mich ganz speziell bei Frau Dr. Jodas, Frau Dr. Johanknecht, Frau Dr. Rehball, Frau Dr.

Kahl, Herrn Dr. Grund und Frau Hohenleitner für die jederzeit gewährte Unterstützung bedanken möchte.

Mein spezieller Dank gilt Herrn Wiele von der Humboldt-Universität zu Berlin, der mir ganz unbürokratisch bei der Beschaffung von Literatur behilflich war.

Ein herzliches Dankeschön geht an Herrn Dr. Schwarzer und seine Mitarbeiter, weil er und seine Mitarbeiter jederzeit bereit waren, auf meine Fragen zu antworten und mich auch sonst in jeder Beziehung unterstützt haben.

Außerdem möchte ich mich bei LSL Rhein-Main, Zweigstelle Gut Heinrichsruh für die Bereitstellung von Informationen bedanken.

Letztendlich gilt mein herzlichster Dank meinem Mann, der mich liebevoll persönlich unterstützt hat und meinen Freunden, die mich verständnisvoll in der Zeit der Anfertigung dieser Arbeit begleitet und abgelenkt haben. Wobei ich mich hier ganz speziell bei meinen guten Freunden Jutta und Dr. Werner Oberholzner für die Unterstützung bei den Rechtschreibkorrekturarbeiten und bei Laurie Johnson und Ulrike Spindler-Haftlmeier für die Hilfe bei der Übersetzung ins Englische bedanken möchte.

Lebenslauf

Name: Elisabeth Lickteig, Tierärztin
Ehemann: Nico Ochsenkühn, Betriebswirt und Vermögensberater bei der Sparkasse Freising
Eheschließung: 01. Juli 2005 in Miesbach
Anschrift: Wallenburger Straße 28, 83714 Miesbach
Geburtsdatum: 12. September 1975
Geburtsort: Tegernsee
Vater: Benno Alfons Friedrich Lickteig, Dipl. Sozialpädagoge FH. a.D.
Mutter: Rosa Maria Lickteig geb. Schulmeyr, Dipl. Sozialpädagogin FH. a.D.

Schulbildung:

- Grundschule: 1982 – 1986
- Gymnasium: 1986 – 1995
- Schulabschluss: Abitur am 30. Juni 1995

Ausbildung zur Masseurin und med. Bademeisterin:

- 1995 - Oktober 1997 Private Massageschule-Inntal e.V., Rosenheim
- Abschluss: Staatsexamen am 22. Oktober 1997
- Erlaubnis zur Führung der Berufsbezeichnung als Masseurin und med. Bademeisterin: 15. Dezember 1999

Hochschulausbildung:

- Wintersemester 1997/1998 – Wintersemester 2002/2003
- Abschluss: 3. Teil der tierärztlichen Prüfung am 30. Juli 2003
- Erteilung der Approbation: 27. August 2003
- Anfertigung der vorliegenden Dissertation: seit Dezember 2003

Berufliche Tätigkeiten:

- Hospitantin in der Klinik für Vögel der LMU:
seit 31. März 2004
- Hospitantin in der Gemeinschaftspraxis Dr. Schiele Dr. Hartmann in Rosenheim:
seit 06. Juni 2005
- amtliche Tierärztin für das Landratsamt Miesbach:
seit 01. Juli 2005