

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

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

**Vergleichende Untersuchungen der Legelinien  
Lohmann Selected Leghorn-Classic  
und Lohmann Brown-Classic  
hinsichtlich der Nutzung von maximal verfügbaren  
Ressourcen (1:1) in einem ausgestalteten Käfigsystem**

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

von  
Hye-Won Lee  
aus Seoul (Südkorea)

München 2012

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

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

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

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Rinder

Tag der Promotion: 21.Juli 2012

Meinen Eltern und meiner Großmutter  
in  
Liebe und Dankbarkeit  
(사랑하는 부모님께 이 논문을 바칩니다)

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung</b> .....	1
<b>2. Literaturübersicht</b> .....	2
2.1. Rechtliche Anforderungen an die Legehennenhaltung .....	2
2.2. Eierproduktion und Legehennenhaltung in der EU und in Deutschland.....	4
2.3. Legelinie Lohmann Selected Leghorn Classic und Lohmann Brown Classic .....	6
2.4. Leistungs- und Qualitätsparameter der Legehennen .....	6
2.4.1. Legeleistung.....	6
2.4.2. Eischalenqualität.....	7
2.4.3. Eigewicht .....	8
2.4.4. Schmutzeieranteil und verlegte Eier.....	8
2.4.5. Knick-, Bruch- und Windeier .....	9
2.5. Physiologische Parameter .....	10
2.5.1. Blutparameter .....	10
2.5.1.1. Hämoglobin und Hämatokrit.....	10
2.5.1.2. Calcium und Phosphor.....	10
2.5.1.3. Immunoglobulin Y.....	11
2.5.2. Knochenbruchfestigkeit.....	12
2.6. Gefiederzustand.....	13
2.7. Erkrankungen und Mortalität .....	14
2.8. Verhalten von Hühnern.....	16
2.8.1. Sozialverhalten .....	16
2.8.2. Futteraufnahmeverhalten .....	17
2.8.3. Fortbewegungsverhalten.....	18
2.8.4. Ruhe- und Komfortverhalten.....	18
2.8.4.1. Staubbadeverhalten.....	18
2.8.5. Nestverhalten .....	20
2.9. Verhaltensstörungen der Legehennen.....	21
2.9.1. Federpicken und Kannibalismus .....	21
2.9.2. Eierfressen .....	22
2.10. Beleuchtung in der Intensivhaltung.....	22

<b>3. Tiere, Material und Methoden</b> .....	24
3.1. Tiere .....	24
3.2. Aufstallung und Management .....	25
3.2.1. Haltungssystem .....	25
3.2.2. Futter .....	28
3.2.3. Licht .....	30
3.2.4. Einstreuintervalle auf den Staubbadematten .....	30
3.3. Produktmerkmale .....	31
3.3.1. Legeleistung .....	31
3.3.2. Eigewicht .....	31
3.3.3. Bruchfestigkeit der Eischalen .....	32
3.3.4. Dicke der Eierschalen .....	33
3.4. Physiologische Parameter .....	33
3.4.1. Entnahme und Aufbereitung der Proben .....	33
3.4.2. Hämoglobin und Hämatokrit .....	34
3.4.3. Calcium und Phosphor .....	34
3.4.4. IgY-Untersuchung mittels ELISA .....	35
3.5. Erkrankungen und Behandlungen .....	36
3.6. Mortalität .....	38
3.7. Kotuntersuchung auf Parasiten und Salmonellen .....	39
3.8. Bonitur .....	39
3.9. Post-Mortem Untersuchungen .....	41
3.9.1. Pathologische Untersuchung .....	42
3.9.2. Untersuchungen der Knochen .....	42
3.9.2.1. Knochenmaße .....	42
3.9.2.2. Knochenbruchfestigkeit .....	43
3.10. Verhaltensbeobachtungen .....	44
3.10.1. Stündliche Beobachtungen in der Hellphase .....	45
3.10.2. 30-Minuten-Intervall-Beobachtung in der Dunkelphase .....	46
3.10.3. 20-Minuten-Intervall-Beobachtung in der Hellphase .....	46
3.10.4. Kontinuierliche Beobachtung des Staubbadeverhaltens .....	46
3.10.5. Ethogramm über die Beurteilung des Verhaltens .....	47
3.11. Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse .....	49
<b>4. Ergebnisse</b> .....	50

4.1. Beleuchtung .....	50
4.2. Leistungsparameter .....	50
4.2.1. Legeleistung.....	50
4.2.2. Anteil verlegter Eier.....	53
4.3. Futterverbrauch aus dem Futtertrog .....	54
4.4. Produktmerkmale .....	58
4.4.1. Eigewicht .....	58
4.4.2. Anteil der Bruch-, Knick- und Schmutzeier .....	60
4.4.3. Windeier.....	61
4.4.4. Dicke der Eierschalen .....	62
4.4.5. Bruchfestigkeit der Eierschalen.....	63
4.5. Physiologische Parameter .....	65
4.5.1. Hämatokrit .....	65
4.5.2. Hämoglobin .....	66
4.5.3. Calcium.....	68
4.5.4. Phosphor .....	70
4.5.5. Calcium-Phosphor Verhältnis .....	71
4.5.6. IgY-Bestimmung im Eidotter.....	72
4.5.7. IgY-Bestimmung im Serum .....	74
4.6. Bonitur.....	75
4.6.1. Gefiederzustand .....	75
4.6.2. Verletzungen .....	81
4.6.2.1. Verletzungen der Haut.....	81
4.6.2.2. Verletzung am Kamm .....	81
4.6.2.3. Hyperkeratose der Sohlen- und Zehenballen.....	82
4.6.2.4. Epithelläsionen der Sohlen- und Zehenballen.....	83
4.6.3. Milbenbefall.....	86
4.6.4. Brustbein.....	86
4.6.5. Körpergewicht .....	87
4.6.6. Krallenlänge.....	88
4.7. Post Mortem-Untersuchungen.....	89
4.7.1. Lebergewicht .....	89
4.7.2. Leberfettgehalt .....	89
4.7.3. Milzgewicht .....	90

4.7.4. Knochenvermessungen .....	91
4.7.5. Knochenbruchfestigkeit.....	93
4.8. Verhalten.....	95
4.8.1. Staubbadeverhalten.....	95
4.8.1.1. Staubbadeaktionen innerhalb einer Stunde.....	95
4.8.1.2. Staubbadedauer .....	97
4.8.1.3. Unterbrechungen während des Staubbadens.....	103
4.8.1.4. Störungsbedingtes Beenden des Staubbadens.....	107
4.8.1.5. Axiales Körperschütteln zum Abschluss des Staubbadens.....	109
4.8.2. Aufenthalt in der Hellphase .....	109
4.8.3. Aufenthalt in der Dunkelphase .....	112
4.8.4. Nahrungsaufnahmeverhalten in der Hellphase.....	115
4.8.5. Komfortverhalten.....	117
4.8.5.1. Gefiederpflege während der Hellphase.....	117
4.8.5.2. Gefiederpflege in der Dunkelphase .....	118
4.8.6. Synchronisation des Verhaltens .....	120
4.9. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse .....	121
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>125</b>
<b>6. Zusammenfassung.....</b>	<b>146</b>
<b>7. Summary .....</b>	<b>150</b>
<b>8. Eidesstattliche Versicherung/Declaration on oath .....</b>	<b>154</b>
<b>9. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>155</b>
<b>10. Anhang .....</b>	<b>174</b>
<b>11. Danksagung.....</b>	<b>2222</b>

# Abkürzungen

Abb.	Abbildung
bzw.	Beziehungsweise
d	Tag
d. h.	das heißt
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
Ges.	Gesamt
ggf.	Gegebenenfalls
IGN	Internationale Gesellschaft Nutztierhaltung
IgY	Immunglobulin der Klasse Y
Impf.	Impfung
kg	Kilogramm
LB	Lohmann Brown
LSL	Lohmann Selected Leghorn Classic
mind.	Mindestens
m.	Mit
n	Anzahl
N	Newton
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Phosphor
PBS	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung
SB-Matte	Staubbadematte
sog.	Sogenannte
Tab.	Tabelle
TMB	Tetramethylbenzidin
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
u. a.	und anderem
v. a.	vor allem
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

# 1. Einleitung

Nach der EU-Richtlinie vom 19. Juli 1999 „Richtlinie 1999/74/EG des Rates zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen“ ist die Haltung von Legehennen in konventionellen Käfigen ab 1. Januar 2012 EU-weit verboten. Zukünftig sind sogenannte ausgestaltete Käfige zugelassen, die den Legehennen ein größeres Flächenangebot, Legenester, Sitzstangen und Eintreu zum Picken und Scharren zur Verfügung stellen. Mit der „Zweiten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung“ vom 01. August 2006 hat die deutsche Bundesregierung strengere Vorschriften für die Legehennenhaltung festgelegt. Demnach sind konventionelle Käfige seit dem 01. Januar 2010 und ausgestaltete Käfige im Sinne der EU-Richtlinie ab 01. Januar 2012 verboten. Stattdessen müssen die Legehennenhalter zukünftig von der Käfighaltung auf alternative Haltungsverfahren, wie Boden-, Freiland- und Kleingruppenhaltung umstellen. Trotz der verbesserten Konditionen wird diskutiert, dass tiergerechtes Verhalten und die Bedarfsdeckung der Legehennen nach § 2 des Deutschen Tierschutzgesetzes in ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltung noch stark eingeschränkt sind. Das Verhalten der Legehennen in strikten Käfigsystemen muss empirisch ausführlicher bestimmt werden, denn die Legehennenhaltung wird auch zukünftig auf nur geringe Raumvolumina zurückgreifen können.

Ziel der Arbeit ist es, anhand zwei unterschiedlichen Legehennenlinien (Lohmann Selected Leghorn Classic und Lohmann Brown Classic) herauszufinden, in wie weit die Käfighaltung unter verschiedenen determinierten und definierten Bedingungen auf Leistung und Verhaltensweisen Einfluss nimmt, insbesondere unter den Bedingungen eines Tier-/Ressourcenangebots im Verhältnis 1:1 und unterschiedlichen Einstreuintervallen der angebotenen Staubbadematten. Dies bezüglich werden verschiedene Parameter aus den Bereichen Leistung, Gesundheit und Verhalten untersucht. Das Verhalten und die Raumnutzung der Tiere wurden in einem speziell angefertigten Käfigsystem mit Hilfe von Videoaufzeichnungen untersucht und bewertet.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Rechtliche Anforderungen an die Legehennenhaltung**

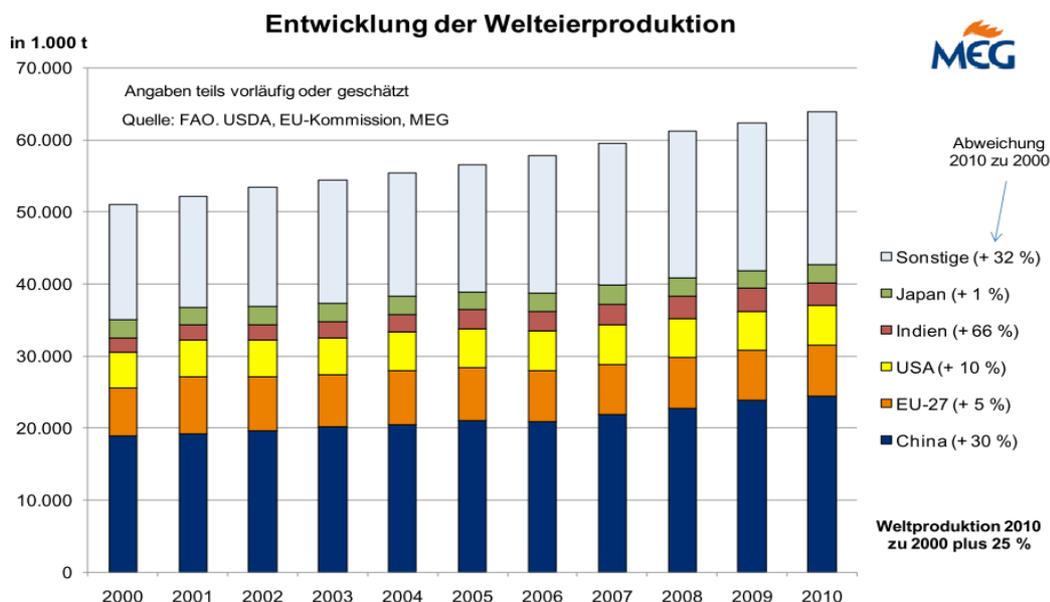
Im Jahre 1999 erklärte das Bundesverfassungsgericht die Hennenhaltungs-VO von 1988 für nichtig. Die Europäische Gemeinschaft präsentierte in der Folge neue Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen (EU-Richtlinie 1999/74/EG) sowie die Bio-Tierhaltungs-VO (VO 1804/1999/EG) (BERGFELD et al., 2004). Mit der zweiten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 26. August 2006 ist – im Zusammenhang mit dem § 2 des Deutschen Tierschutzgesetzes – für das Halten von Legehennen in Deutschland vorgeschrieben, dass „alle Legehennen artgemäß fressen, trinken, ruhen, staubbaden sowie ein Nest aufsuchen können“ (TierSchNutzV, 2006). In Deutschland sind die Übergangsvorschriften für konventionelle Käfige bereits am 1. Januar 2010 abgelaufen und ausgestaltete Käfige im Sinne der EU-Richtlinie sind ab 01. Januar 2012 in der Gesamtheit verboten. Es sind dann lediglich Freiland-, Boden- und Kleingruppenhaltung zugelassen. Am 12. Oktober 2010 hat das Bundesverfassungsgericht die Regelungen zur Kleingruppenhaltung sowie die dazugehörigen Übergangsregelungen, aus formalen Gründen für verfassungswidrig erklärt; diese bleiben bis zum 31. März 2012 anwendbar (PRESSEMITTEILUNG, 2010). Die herkömmliche Käfighaltung (Syn. Konventionelle Käfighaltung, Batteriekäfighaltung) war EU-weit noch bis zum 01. 01. 2012 gestattet. Anschließend werden nur noch ausgestaltete Käfige erlaubt, die mit Nest, Sitzstangen, Einstreu und Krallenabrieb ausgerüstet sind (EU-Richtlinie 1999/74/EG. 1999). Die Unterschiede in den Mindestanforderungen der EU und Deutschland werden in der Tabelle 1 miteinander verglichen. Zusätzlich wurden die Maße des Laborkäfigs (HÜK 125/80) der vorliegenden Studie der ehemaligen Firma EBECO (seit 01.09.2011 BIOSCAPE GmbH, bei einem Besatz von zwei Hennen/System) mit in die Tabelle 1 aufgenommen.

**Tabelle 1: Rechtliche Vorschriften für die Legehennenhaltung in ausgestalteten Käfigen in der EU und in der Kleingruppe in Deutschland im Vergleich (Quelle: EU-Richtlinie 1999/74/EG, TierSchNutztVO)**

	<b>EU-Richtlinie 1999/74/EG ausgestalteter Käfig</b>	<b>Tierschutz-NutztierhaltungsVO Kleingruppenhaltung</b>	<b>Ausgestaltetes Käfigsystem (HÜK 125/80) der vorliegenden Studie</b>
<b>Fläche/Henne</b>	mind. 750 cm <sup>2</sup> (davon 600 cm <sup>2</sup> nutzbare Fläche)	Mind. 800 cm <sup>2</sup> , 900 cm <sup>2</sup> bei Gewicht > 2 kg	4.160 cm <sup>2</sup>
<b>Mindestfläche</b>	2.000 cm <sup>2</sup>	25.000 cm <sup>2</sup>	8.320 cm <sup>2</sup>
<b>Mindesthöhe</b>	20 cm außer der nutzbaren Fläche	60 cm an der Seite mit Futtertrog, sonst 50 cm	80 cm
<b>Einstreufäche</b>	keine konkrete Angaben	bei < 10 Hennen 900 cm <sup>2</sup> , bei < 30 Hennen Erweiterung um 90 cm <sup>2</sup> /Henne	925 cm <sup>2</sup> (Staubbadematte/Henne)
<b>Gruppenest</b>	keine konkrete Angaben	bei < 10 Hennen 900 cm <sup>2</sup> , bei < 30 Hennen Erweiterung um 90 cm <sup>2</sup> /Henne	1.053 cm <sup>2</sup> /Henne
<b>Sitzstange</b>	mind. 15 cm/Henne	mind. zwei Stangen in unterschiedlicher Höhe, min. 15 cm/Henne	55 cm/Henne
<b>Futtertrog</b>	Längsfuttertrog mind. 12 cm/Henne	mind. 12 cm/Henne, bei Gewicht > 2 kg 14,5 cm/Henne	Längsfuttertrog 31 cm /Henne
<b>Tränke</b>	mind. zwei Nippeltränken oder Trinknäpfe in Reichweite/Henne	Rinnentränken mind. 2,5 cm/Henne, Rundtränken mind. 1 cm/Henne, max. 10 Hennen/Nippel oder Napf	1 Liter Tränkeeinrichtung/Henne
<b>Krallenabrieb</b>	Auszustatten	Auszustatten	Auszustatten
<b>Lichtintensität</b>	nicht angegeben	mind. 8 Stunden durchgehend, < 0,5 lx in der Dunkelphase	1,76 lx am 26.10.2009 7,98 lx am 04.05.2010 14 Stunden durchgehend

## 2.2. Eierproduktion und Legehennenhaltung in der EU und in Deutschland

Die Eierproduktion hat sich innerhalb der vergangenen 50 Jahre zu einem spezialisierten Sektor der allgemeinen Landwirtschaft entwickelt. Diese Entwicklung wurde grundsätzlich begünstigt durch Flächenunabhängigkeit, große Fortschritte in der Haltungstechnik, Ernährung und Züchtung des Nutzgeflügels (FLOCK et al. 2007). Nach MEG-(Marktinfo Eier&Geflügel)-Berechnungen zeigt die Eierproduktion weltweit im Jahre 2010 eine Zunahme um 2,5 % auf 64,0 Mio. Tonnen (BECK, 2011a). In den Jahren 2000 bis 2010 hat die Eierproduktion sogar rund 25%ige Zunahmen erreicht (BECK, 2011b), (siehe Abb. 1). Ca. 40 % des EU-Legehennen-Gesamtbestandes, wird aktuell noch in nicht ausgestalteten Batteriekäfigen gehalten, obwohl die Mitgliedsstaaten zwölf Jahre Zeit hatten, die gültigen EU-Empfehlungen für zukünftige Haltungssysteme umzusetzen (AgE, 2011). Länder wie Schweden (1999), Luxemburg (2007), Österreich (2009) und Deutschland (2010) haben die Vorschriften vollständig umgesetzt (Europäische Union, 2011). AgE (2012) berichtet, dass 14 Mitgliedstaaten noch herkömmliche Käfige nicht umgestellt haben. Es werden 46,7 Mio. Tiere (14 % aller Hennen in der EU) noch in konventionellen Käfigen gehalten. In Deutschland lag der Anteil der Legehennen in Käfighaltung im Jahre 2000 bei 86,5 %, bei 6,7 % in Bodenhaltung und bei 6,7 % in Freilandhaltung. Durch die starken Strukturwandlungen waren im Jahr 2011 lediglich noch 14,0 % aller deutschen Legehennen in ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltung, 64,2 % in Bodenhaltung, 14,4 % in Freilandhaltung und 7,4 % in ökologischer Erzeugung untergebracht (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012), (siehe Tab. 1). In der EU ist der Selbstversorgungsgrad seit vielen Jahren relativ konstant. Die Niederlande haben den höchsten Selbstversorgungsgrad mit ca. 220 %. Die Länder wie Dänemark, Spanien und Ungarn verbrauchen die meisten Eier in der EU und in Finnland und Portugal wurde der geringste Pro-Kopf-Verbrauch nachgewiesen (RIMBACH et al., 2010). In Deutschland wurden 216 Eier/Kopf im Jahr 2010 verbraucht, was ca. 17,469 Milliarden Eiern entspricht. Der Selbstversorgungsgrad in Deutschland erreichte den neuen Tiefstand im Jahr 2010 mit einem Wert von 58,3 % (PRESSEMITTEILUNG, 2011). Im Oktober 2011 lag die Anzahl der Legehennen in Deutschland bei 33,4 Mio. Dies entspricht 15,2 % mehr als 12 Monate zuvor (HEIDEMANN, 2012).



**Abbildung 1: Übersicht über die Entwicklung der weltweiten Eierproduktion in den Jahren 2000-2010 (Quelle: Beck (2011b), Ökosoziales Forum, [www.oekosozial.at](http://www.oekosozial.at))**

**Tabelle 2: Hennenhaltungsplätze und Legehennenhaltung in Deutschland in Abhängigkeit der Haltungsformen (Quelle: Statistisches Bundesamt (2012), [www.destatis.de](http://www.destatis.de))**

Jahr	Hennenhaltungsplätze insgesamt <sup>1,2</sup>	davon für Legehennen in							
		Käfighaltung <sup>3</sup>		Bodenhaltung		Freilandhaltung		Ökologische Erzeugung <sup>4</sup>	
		1 000	%	1 000	%	1 000	%	1 000	%
2000	41 148,1	35 601,7	86,5	2 771,6	6,7	2 774,8	6,7	.	.
2001	41 087,6	35 105,6	85,4	2 796,6	6,8	3 185,3	7,8	.	.
2002	40 250,0	33 785,7	83,9	2 973,0	7,4	3 491,3	8,7	.	.
2003	37 998,3	30 696,1	80,8	3 585,2	9,4	3 716,9	9,8	.	.
2004	38 566,9	29 865,1	77,4	4 499,3	11,7	4 202,5	10,9	.	.
2005	39 408,2	28 827,6	73,2	5 564,5	14,1	5 016,1	12,7	.	.
2006	39 619,9	27 914,0	70,5	6 008,1	15,2	5 697,8	14,4	.	.
2007	39 994,5	27 036,9	67,6	6 800,6	17,0	4 375,6	10,9	1 781,3	4,5
2008	39 929,9	24 777,3	62,1	8 659,4	21,7	4 451,6	11,1	2 041,8	5,1
2009	37 344,3	14 069,4	37,6	16 629,5	44,5	4 297,5	11,5	2 348,0	6,3
2010 <sup>3</sup>	36 704,1	6 681,9	18,2	23 032,5	62,8	4 729,3	12,9	2 260,4	6,2
2011	39 997,4	5 592,4	14,0	25 677,1	64,2	5 775,5	14,4	2 952,4	7,4

<sup>1</sup> Bei voller Ausnutzung der für die Hennenhaltung verfügbaren Stallplätze.

<sup>2</sup> In Betrieben von Unternehmen mit 3 000 und mehr Haltungsplätzen.

<sup>3</sup> Ab 2010 zulässig unter Käfighaltung: Kleingruppenhaltung und ausgestaltete Käfige.

<sup>4</sup> Erstmals im Jahr 2007 erfasst; die Betriebe ordneten sich bis 2006 in der Regel der Haltungsform Freilandhaltung zu.

### 2.3. Legelinie Lohmann Selected Leghorn Classic und Lohmann Brown Classic

Die Hennen der LSL-Linie und LB-Linie sind aufgrund ihres ruhigen Temperamentes an alternative Haltungsformen gut angepasst (LOHMANN TIERZUCHT GMBH, 2011). Leistungsdaten der Hennen der Legelinien Lohmann Selected Leghorn Classic (LSL) und Lohmann Brown Classic (LB) sind in der Tabelle 3 gekennzeichnet.

**Tabelle 3: Leistungsdaten der Hennen der Legelinien LSL und LB in der Übersicht (Quelle: Lohmann Tierzucht, 2011)**

	<b>LSL</b>	<b>LB</b>
Alter bei 50 % Produktion	155 - 160 d	150 - 160 d
Produktionsspitze	94 - 96 %	93-95 %
Eier in 12 Legemonaten	313 - 318	307 - 312
Durchschnittliche Eigewicht	62,0 - 62,5 g	63,0 - 64,0 g
Schalenbruchfestigkeit	> 40 N	> 35 N
Futtermverbrauch	110 - 120 g/d	115 - 125 g/d
Körpergewicht in der 20 LW	1,3 - 1,4 kg	1,6 - 1,7 kg
Körpergewicht bei Produktionsende	1,7 - 1,9 kg	1,9 - 2,1 kg
Vitalität	90 - 92 %	90 - 92 %

### 2.4. Leistungs- und Qualitätsparameter der Legehennen

#### 2.4.1. Legeleistung

Die Legeleistung wird als täglich registrierte Eieranzahl in Prozent, bezogen auf die Tierzahl, angegeben. Der Legebeginn ist ab einer Gruppenlegeleistung von 10 % erreicht. Die Legereife beschreibt dagegen den Zeitpunkt, zu dem eine 50%ige Legeleistung an drei aufeinander folgenden Tagen erreicht wird. Laut dem Statistischen Bundesamt (2011) beträgt die durchschnittliche Legeleistung von Hybriden in Deutschland derzeit 294,4 Eier/Henne/Jahr ohne Unterscheidung von Braun- und Weißlegern. Praxisergebnisse von LSL Lite in Kanada bestätigen, dass die besten Herden heute bereits mehr als 335 Eier in 365 Tagen produzieren (ICKEN, 2011). Der Legebeginn wird dabei bis zur 22. Lebenswoche hinausgezögert, um den jungen Tieren, die in der Legeperiode durchgehend Eier legen sollten, nicht zuviel

abzuverlangen (BIERSCHENK, 1995).

## 2.4.2. Eischalenqualität

Das Hühnerei ist ein Nahrungsmittel tierischen Ursprungs, das in einer eigenen Schale erzeugt wird. Der Schalenanteil liegt beim gesunden Hühnerei bei 10 % des Gesamteies (GRASHORN, 2008). Nach KRAMPITZ (1983) besteht die Hühnerei-Schale aus der Schalenhaut (*Membrana testacea*), einer biokristallitischen Schicht und der Deckschicht (*Cuticula*). Für eine ordnungsgemäße Schalenstabilität ist die alimentäre Calciumversorgung ein entscheidender Faktor. Eine Herde mit 95%iger Legeleistung und einer Futteraufnahme von 110 g/Henne/Tag, bei einer durchschnittlichen Ausnutzung des Futterkalks von 50 %, benötigt dabei im arithmetischen Mittel ca. 4,14 % Calcium im Futter (KEULEN, 2011). Nach SIEGMANN et al. (2005) hatte die Schalenstabilität in den Jahren 2001/02 einen Wert von 4,0 kp/cm. NICHELMANN (1992) beschreibt, dass Faktoren wie z. B. hormoneller Status, das Vorliegen von klinisch-latenten Infektionskrankheiten, Calciummangel, hohe Umgebungstemperaturen und Alter der Legehennen die Bruchfestigkeit der Eier grundsätzlich beeinflussen können. AMER et al. (1998) haben nachgewiesen, dass die Schalenqualität durch erhöhte Umgebungstemperaturen zum Teil erheblich beeinträchtigt werden kann. Die Untersuchungen auf Bruchfestigkeit der verschiedenen Autoren – gegliedert und nomenklaturisiert nach unterschiedlichen Haltungssystemen – weisen keine einheitlichen Ergebnisse auf (siehe Tab. 4).

**Tabelle 4: Die Schalendicke und Bruchfestigkeit von Hühnereiern aus verschiedenen Haltungssystemen in der Literatur (Quelle: siehe Autor)**

Autoren	Haltung	Schalendicke	Bruchfestigkeit
LEYENDECKER et al. (2002)	Volierenhaltung	325,2 µm	37,9 N
BAUMGART (2005)		400 µm	30,51-32,37 N
BAZER (2005)	strukturierte Auslaufhaltung	380 µm	32,2 N
VITS (2005)	Kleingruppenhaltung	326,3 µm	40,2 N
VITS (2005)	ausgestalteter Käfig	319,9 µm	39,2 N

### **2.4.3. Eigewicht**

Das Eigewicht liegt allgemein zwischen 40 und 90 g pro Henne (GRASHORN, 2004). Bei LSL liegt das durchschnittliche Eigewicht in zwölf Legemonaten bei 62-63 g und bei LB zwischen 63,5 und 64,5 g (LOHMANN TIERZUCHT, 2011). Die Zusammensetzung des gesunden Eies ändert sich mit dem Alter der Hennen. So nehmen die Eigewichte und der Dotteranteil zu, während der Schalenanteil proportional abnimmt (GRASHORN, 2008). Das Eigewicht hat in einem bestimmten Alter eine hohe Heritabilität und lässt sich in der Regel leicht an ein definiertes Optimum anpassen. Im Handel finden sich überwiegend die Gewichtsklassen M (53-63 g) und L (63-73 g). Die Legehennenhalter wünschen sich einen grundsätzlich flachen Verlauf der Eigewichtskurve, um möglichst viele Eier mit guter Schale in den Gewichtsklassen M und L erzeugen zu können. Um den Verlauf der Eigewichtskurve exakt zu erfassen und statistisch auszuwerten, werden während der gesamten Legeperiode regelmäßig Eier gewogen (FLOCK et al., 2007). Eine 18 Wochen alte – mit dem Legen beginnende Junghenne – müsste gleichzeitig im Körpergewicht zunehmen, um die erblich veranlagte Eierspitzenleistung von weit über 90 % zustande bringen zu können. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass die Tiere dieser enormen Belastung häufig nicht standhalten können und zudem über einen längeren Zeitraum kleine Eier legen (BIERSCHENK, 1995). Der Futterverbrauch, die Futterqualität und das gesamte Management (Lichtprogramm und Stallklima) haben neben der Herkunft und dem Alter einen wesentlichen Einfluss auf das Eigewicht (PETERSEN, 1986; SUDHOP, 1999).

### **2.4.4. Schmutzeieranteil und verlegte Eier**

Der Schmutzeieranteil und der Anteil schalengeschädigter Eier sind jedoch von der Haltungform und vom entsprechenden Management abhängig (BRADE et al., 2008). Verschmutzte Nester und feuchte oder zu gering angebotene Einstreu werden als haltungsbedingte Ursachen angenommen. Nach LÜKE et al. (2004) beträgt der Anteil der Schmutzeier 3,2 % in Bodenhaltung mit mehreren Ebenen (Volierenhaltung); er liegt dagegen bei 2,1 % in Kleingruppenhaltung. Braunleger im Alter von 42 Wochen erzeugen einen Schmutzeieranteil von 13,5 %, Weißleger im Alter von ebenfalls 42 Wochen dagegen 0 %. Der Schmutzeieranteil von Braun- und Weißlegern im Alter von

68 Wochen beträgt 16,5 % bzw. 0 % (DAMME et al., 2010). Eier, die außerhalb des Nestes gelegt wurden, werden als verlegte Eier bezeichnet. Dies fordert nicht nur erhöhten Arbeitsaufwand, sondern führt zu wirtschaftlichen Verlusten durch Eiverschmutzung und Eierfressen durch die Hennen. Der Anteil der verlegten Eier ist zu Legebeginn meist höher. Die Unerfahrenheit der Junghennen wird als Ursache vermutet und reduziert sich mit zunehmender Legetätigkeit (APPLEBY, 1984). Die Anzahl verlegter Eier kann reduziert werden durch die frühzeitige Einstellung der Legehennen vor Eintritt der Legereife. Die Hennen können somit die Nester erkunden (KRUSCHWITZ, 2008). Bei der Untersuchung von LE BRIS (2005) ergab sich ein Anteil von durchschnittlich 4,99 % verlegten Eiern in einer Volierenhaltung mit unterschiedlichen Legehennenhybriden, bei BAZER (2005) fanden sich 2,63 % verlegte Eier in einer strukturierten Auslaufhaltung und bei BAUMGART (2005) lag der größte Anteil mit 1,12 % verlegten Eiern in Volierenhaltung mit der höchsten Besatzdichte. Nach ABRAHAMSSON et al. (1998) liegt der Anteil verlegter Eier zwischen 0,7 und 18,4 % in Volierenhaltung. Im ausgestalteten Käfig lag der Anteil der verlegten Eier bei weniger als 15 Hennen/Käfig bei 7,24 %, bei 15 bis 30 Hennen/Käfig bei 5,20 % und bei mehr als 30 Hennen/Käfig bei 4,57 % (LAYWEL, 2006). DAMME et al. (2010) ermittelten zwischen verschiedenen Legehybriden in Bodenhaltung Unterschiede im Anteil von verlegten Eiern mit 1,6 % bei Braunlegern und 1,4 % bei Weißlegern.

#### **2.4.5. Knick-, Bruch- und Windeier**

Knick- und Brucheier entstehen primär durch schlechte Schalenstabilität in der Folge von Stoffwechsel-Homöostase-Störungen. Auch das Haltungssystem hat Einfluss auf das Auftreten von geschädigten Eiern (BRADE et al., 2008). In der LayWel Studie (2006) betrug der Brucheieranteil im konventionellen Käfig 2,60 %, im ausgestalteten Käfig 1,96 %. LE BRIS (2005) fand einen Knick- und Brucheieranteil von 0,22 %. Braunleger zeigen mit 0,3 % grundsätzlich höhere Werte als Weißleger mit nur 0,12 %. BAZER (2005) bestimmte in strukturierter Auslaufhaltung 2005 einen Brucheieranteil von 0,96 % und einen Knickeieranteil von 2,17 %. FITZ (2007) ermittelte einen Knick- und Brucheieranteil in Höhe von 0,2-0,3 %. DAMME et al. ermittelten 2010 bei Braunlegern in Bodenhaltung einen Knickeieranteil von 0,5 %, bei Weißlegern in Bodenhaltung von 0,4 %. Windeier sind weichschalig oder gänzlich ohne Kalkschale

ausgebildet. Eine Funktionsstörung der Kalkdrüsen im Legedarm oder eine fehlerhafte Fütterung kann dies verursachen. Diese Störung ist oft zu Legebeginn zu beobachten (PEITZ und PEITZ, 1987).

## **2.5. Physiologische Parameter**

### **2.5.1. Blutparameter**

#### **2.5.1.1. Hämoglobin und Hämatokrit**

Hämoglobin bildet mit 92 % des Proteins den Hauptproteinanteil in den Erythrozyten und besteht aus einer Hämgruppe und einem Globulin (GYLSTORFF, 1983). Das Blutvolumen nimmt mit dem Wachstum der Vögel in Relation zur Körpermasse ab. In der ersten Woche beträgt es etwa 12 % derselben. Bei ausgewachsenen Tieren wurden Werte von 6,5-8 % ermittelt (SCHOLTYSSSEK, 1978). Bei einer 1,7-2 kg schweren Henne sind das ca. 130 ml. Nach GASSMANN et al. (2010) betragen der Hämatokritwert 0,32 l/l (SI-Einheit 32 %) und die Hämoglobinkonzentration 112 g/l (SI-Einheit 6,95 mmol/l), nach SIEGMANN (1992) 45 % und 10 g/dl (SI-Einheit 6,21 mmol/l). Extreme Stresssituationen führen zu einer signifikant messbaren Erniedrigung des Hämatokritwertes des Vogels durch Vermehrung des Serumnatriums und Steigerung des Plasmavolumens (GYLSTORFF und GRIMM., 1998). Bei Hypoxie wird der Hämatokrit bei Hühnern ansteigen (STURKIE, 1986).

#### **2.5.1.2. Calcium und Phosphor**

Die Hauptaufgaben des Erdalkalimetalles Calcium sind beim wachsenden Geflügel der Aufbau des Skelettes und beim legenden Tier die Eischalenbildung (SVENSSON und KIVIMÄE, 1983). Nach HURWITZ und BAR (1965) verhält sich die enterale Absorption von Calciumionen nicht konstant, sondern wird im Legehennenzyklus bedarfs-orientiert endokrin feedback-reguliert. Die Phosphor-Versorgung beeinflusst die Vitalität (Skelettmineralisierung, Körpergewichtsentwicklung und Mortalitätsrate), Leistung (Futteraufnahme, Legeleistung, Eigewicht und Futtermittelverwertung) und Eischalenqualität. Von der Gesamt-Phosphor-Menge des Körpers befinden sich ca. 75-80 % im Skelett (SCHULTE, 1982). Das zirkulierende Blut enthält 35-45 mg P/100 ml. Bei Hühnern liegt der Anteil von säurelöslichem Phosphor zwischen 9,2 und

11,9 % (GYLSTORFF, 1983). Während der Legeperiode können Werte von bis zu 40 mg/h erreicht werden (SVENSSON und KIVIMÄE, 1983). Für die Legehennen wird ein Calciumgehalt des Futters von mind. 3,5 % der Futtertrockenmasse pro Tag empfohlen (TAYLOR, 1970). Mehr als 3,5 % zeigen keine weiter gesteigerte positive Wirkung auf die Leistung der Legehennen (KRAMPITZ et al., 1983). Nach SCOTT et al. (1971) wird die Eiproduktion bei Calciumgabe zwischen 4-6 % sogar signifikant negativ beeinflusst, da dann die Legeleistung fällt. Bei der aktiven Schalenbildung im Uterus, wird das Calcium in einer Rate von ca. 100-150 mg/h aus dem Blut entzogen (TAYLOR et al., 1960). Das ideale Ca:P-Verhältnis für die Legehennen beträgt 1,5-2,0:1. Bei hohen Vitamin-D3-Gaben können Ca und P alimentär reduziert werden (GYLSTORFF et al., 1998). Nach HÄRTEL (1989) können extreme Ca/P-Verhältnisse einen negativen Einfluss haben. Bei hohen Calcium- und geringen Phosphormengen wurde nicht nur ein Rückgang der Leistung sondern auch eine Verschlechterung der Schalenqualität beobachtet.

### **2.5.1.3. Immunoglobulin Y**

Die Immunoglobuline der Vögel sind IgY, IgM und IgA. Bei diesen drei Gamma-Globulin-Molekülen treten deutliche Ähnlichkeiten zu den Säugetier-Immunoglobulinen auf. Mehrere Jahrzehnte bereits wird das IgG des Geflügels in der Nomenklatur als IgY aufgeführt. IgY ist mit einer hohen Serumkonzentration das Hauptimmunoglobulin des Huhnes und kommt im Eidotter in großen Mengen vor. „Yolk“ steht im angelsächsischen Sprachraum für Eidotter. Ig-„Y“ beschreibt also das im „Yolk“ vorkommende Immunoglobulin des Vogels (LESLIE und CLEM, 1969; ENDERS, 1990; NEUMANN und KALETA, 1992; SCHADE et al., 1996). IgY repräsentiert die maternale Immunoglobulin-Klasse und wird konsequent im Anschluss an die primäre humorale Immunantwort synthetisiert (ENDERS, 1990). Die Immunoglobuline im Serum benötigen ca. sechs Tage bis sie im Eidotter aufzufinden sind. Im Eiklar kann IgY bei keiner Vogelspezies nachgewiesen werden (ROSE et al., 1974). In der Literatur werden verschiedene Mengen an IgY angegeben, nämlich bei ROSE et al. (1974) 25 mg/ml, REES und NORDSKOG (1981) 6,6-13,5 mg/ml, ROSE und ORLANS (1981) 20-25 mg/ml, LÖSCH et al. (1986) 3-25 mg/ml, SCHADE et al. (1991) 10-20 mg/ml im Dotter und im Serum. ERHARD et al. (1992) entwickelten eine hochspezifische Methode als Sandwich-ELISA, die mittels monoklonaler

Antikörper, die Bestimmung der Hühner-Immunglobuline im Serum, in Körperflüssigkeiten und Eidotter ermöglicht. Einige deutliche Unterschiede zwischen dem IgG der Säugetiere und IgY der Vögel wurden nachgewiesen. Die Antikörpermenge der Hühner, die 5-7 Eier pro Woche legen, liegt bei 50-100 mg IgY/Ei. Der Anteil der spezifischen Antikörpermenge beim Geflügel bei 2-10 % (SCHADE et al., 1991).

### **2.5.2. Knochenbruchfestigkeit**

Störungen des Knochenstoffwechsels und die daraus resultierende hohe Frequenz von Knochenbrüchen stellen bei der Intensivhaltung aus der Sicht von Tier- und Verbraucherschutz ein häufig diskutiertes Problem dar (STREUBEL et al., 2005). In der Intensivhaltung ist die Bewegung der Tiere deutlich eingeschränkt. Dies führt zu Bindegewebs- und Muskelschwäche und allgemeiner Schädigung des Knochenstoffwechsels (ERHARD, 2010). Legehennen in Käfighaltung weisen eine geringere durchschnittliche Bruchfestigkeit der Knochen und somit auch einen höheren Anteil an frischen Knochenbrüchen nach Produktionsende auf (ELLENDORFF, 1997). Nach FLOCK et al. (2008) bevorzugen Hennen höhere Ebenen und fliegen gerne auf. Ungeschickte Landungen führen dann zu zum Teil schweren, lebensbedrohlichen Verletzungen der Brustbeinregion. Herden, die früh die 50%ige Legeleistung erreichten, zeigten neben Problemen mit der Eischalenqualität auch häufigere Brustbeinveränderungen (STAACK et al., 2008). Nach LYENDECKER et al. (2005) haben die Haltungssysteme einen signifikanten Einfluss auf die Knochenbruchfestigkeit. Hennen aus Auslaufhaltung wiesen deutlich höhere Knochenbruchfestigkeitswerte als die Hennen aus ausgestalteten Käfigen auf, und zwar eine um 90 % höhere Knochenbruchfestigkeit des *Humerus* (Oberarm) und eine um 44 % höhere Knochenbruchfestigkeit der *Tibia* (Unterschenkel). SCHOLZ et al. (2008) haben nachgewiesen, dass die Knochenbruchfestigkeit der Hennen aus Kleingruppenhaltung größer ist als die von Hennen aus ausgestalteten Käfigen. Allerdings ermittelten sie unterschiedliche Werte für *Humerus* (um 9 % höher) und *Tibia* (um 5 % höher). Die Knochenbruchfestigkeit kann durch eine vermehrte Beanspruchung durch höhere Bewegungsraten signifikant erhöht werden (LANYON et al., 1986; LEYENDECKER et al., 2002, 2005). Nach SCHOLZ (2007) lag der Mittelwert der Knochenbruchfestigkeit von *Humerus* bei LSL-Hennen bei 159,1 N

und bei LB-Hennen bei 226,7 N; der Wert von *Tibia* lag bei LSL-Hennen bei 136,5 N und bei LB-Hennen bei 135,2 N. Die beiden Legelinien wurden im ausgestalteten Käfigen gehalten.

**Tabelle 5: Die Knochenbruchfestigkeit von *Humerus* (Oberarm) und *Tibia* (Unterschenkel) aus verschiedenen Haltungssystemen in der Literatur (Quelle: siehe Autoren; K.K.=konventioneller Käfig, A.K.=ausgestalteter Käfig, KH.=Kleingruppenhaltung, AH.=Auslaufhaltung)**

<b>Autoren</b>	<b>Knochen</b>	<b>K.K.</b>	<b>A.K.</b>	<b>KH.</b>	<b>AH.</b>
LEYENDECKER et al. (2005)	<i>Humerus</i>	104,5 N	129,6 N	-	247,0 N
	<i>Tibia</i>	116,7 N	121,6 N	-	175,4 N
SCHOLZ et al. (2008)	<i>Humerus</i>	-	170,9 N	185,7 N	287,6 N
	<i>Tibia</i>	-	115,8 N	121,9 N	156,5 N

## 2.6. Gefiederzustand

Der Gefiederzustand ist ein wichtiger Beurteilungs-Parameter während der Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit und zum Gesundheitszustand. Das Gefieder dient der Wärmeisolation und schützt den Vogel vor Feuchtigkeit. Handlungsformen und Besatzdichte beeinflussen den Gefiederzustand nicht unerheblich. Das Gefieder erlaubt es, objektive Schlüsse zu ziehen, inwieweit unterschiedliche Haltungssysteme Auswirkungen auf das Gefieder haben (LÜHMANN, 1983). Gefiederschäden werden durch Ursachen, wie Mangelernährung, Federpicken von Artgenossen und Ektoparasitenbefall verursacht (LÖLIGER, 1992). Durch die Gefiederschäden wird die Funktion der Wärmeisolation außer Kraft gesetzt, und der Futtermittelverbrauch wird gesteigert (LÜHMANN, 1983; DAMME, 1984). Nach CLARK et al. (1975) nehmen 1,8 kg schwere Hennen mit guter Befiederung 118 g Futter pro Tag und Hennen mit schlechter Befiederung 159 g Futter pro Tag auf. Bei einer Temperatur von 18 °C, einer Luftfeuchtigkeit von 60 % und 16 Stunden Licht haben gut befiederte Hennen in Käfighaltung 115 g Futter/Tag aufgenommen, schlecht befiederte Hennen dagegen 159 g/Tag. Nach der Mauser lag der Futtermittelverbrauch bei beiden Gruppen zwischen

108 und 110 g (TAUSON und SVENSSON, 1980). Bei Leghorn-Hennen im Alter von 15 Wochen sind die Federn in den meisten Bereichen vollständig ausgebildet, insbesondere auf dem Rücken, in den Regionen der Oberarme und der Flügeloberseiten. Normalerweise mausern die Hühner im Spätsommer und Herbst, durch die hohe Legeleistung aber wird die Mauser üblicherweise erheblich verschoben. Daher darf der Federwechsel zur Beurteilung der Leistung herangezogen werden. Hennen, die früh mausern, können keine hohe Legeleistung erreichen (LÜHMANN, 1983).

## **2.7. Erkrankungen und Mortalität**

Der Gesundheitsstatus und die Verlustrate sind wichtige wirtschaftliche Kriterien in der internationalen Legehennenhaltung. Häufig auftretende und in Zusammenhang mit der Legeleistung stehende Krankheiten bei Legehybriden sind Eileiterentzündungen, Fettlebersyndrom, Verformungen des Brustbeines und Knochenbrüche (OESTER et al., 1997). Das Fettlebersyndrom der Hennen steht in enger Beziehung zur übermäßigen Futteraufnahme, zur Legeleistung und dem damit verbundenen Hormonspiegel (HARTFIEL, 1983). Das Fettlebersyndrom kommt in der Käfighaltung besonders häufig vor und ist damit ein wichtiger Parameter für den Gesundheitszustand (SIEGMANN und NEUMANN, 2005). Die Hennen nehmen energiereiches Futter uneingeschränkt auf, die Bewegungsmöglichkeit ist begrenzt und das aufgenommene Fett wird in der Leber übermäßig eingelagert. Betroffene Hennen zeigen einen Rückgang der Legeleistung, überdurchschnittliche Körpermasse und ihre Kopfanhänge werden blass (SCHOBRIES, 1987). Bei hochgradiger Verfettung kommt die Gefahr einer Leberruptur hinzu an der die Hennen plötzlich verenden können (GYLSTORFF und GRIMM, 1998). Labordiagnostische Untersuchungen führen zu keinem befriedigenden Resultat. Eine endgültige Diagnosestellung ist erst durch die Sektion möglich (MÄNNER, 1980). Die Mortalitätsrate sowie der Arzneimittelverbrauch sind in Boden- und Freilandhaltungen höher als in Käfighaltungssystemen, da die Tiere mit Endo- und Ektoparasiten belastet sind, Kannibalismus vermehrt auftritt und sich Krankheiten durch den Kontakt zu Artgenossen (u. a. Wildgeflügel) schnell ausbreiten können (siehe Tab. 4). Eine Studie in der Schweiz von 128 Herden aus 96 Praxisbetrieben zeigte, dass auch in den Nicht-Käfighaltungen wesentlich niedrigere Mortalitätsraten erreicht werden können, wenn

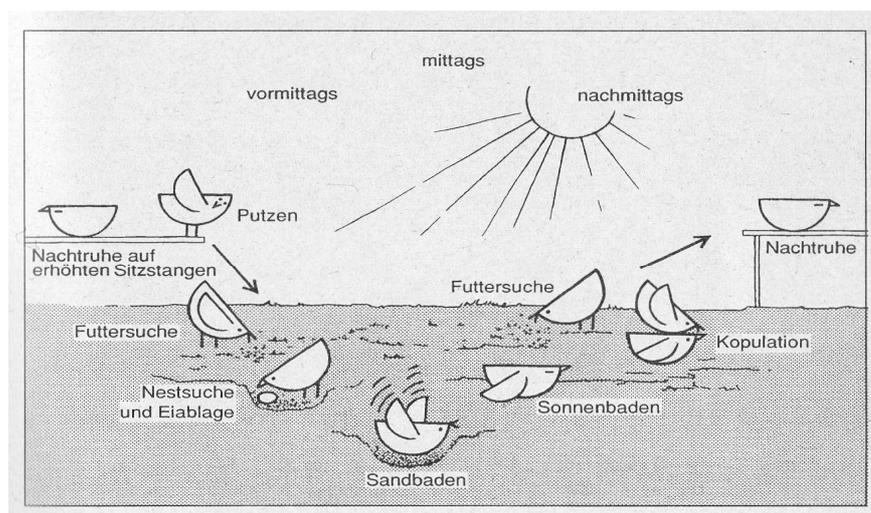
langfristige Erfahrung mit dieser besteht (HÄNE, 1999). Die Mortalitätsraten von verschiedenen Autoren und Haltungssystemen sind in Tabelle 6 vergleichend aufgeführt. Laut PETERMANN (2003) ist die Verlustrate in der Bodenhaltung etwa zweifach höher als in der Käfighaltung. Hauptgründe für die hohen Mortalitätsraten in der Bodenhaltung sind bakterielle (z.B. Coliseptikämie, Pasteurellose oder Rotlauf) und parasitäre (z. B. Spul-, Haar- und Rachenwürmer) Infektionen. Die rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) richtet in Geflügelbeständen gravierende ökonomische Schäden an. Insbesondere sind Intensivhaltungen von dem Milbenbefall betroffen und die Legeleistung kann in der Folge bis zu 10 % abfallen. Beim starken Milbenbefall sind die betroffenen Tiere unruhig, blass und anfällig für infektiöse Krankheiten (SCHNIEDER, 2006). Die Milben sind nachtaktiv und verstecken sich in Ritzen und Spalten von Wänden, Sitzstangen und Nest. Nur bei einem starken Befall sind die Milben am Tierkörper zu finden. Die Schlafplätze werden von den Tieren nur zögernd aufgesucht (SCHOBRIES, 1987). Die Bekämpfung der roten Vogelmilbe wird im Allgemein unbefriedigend angesehen, da es innerhalb von vier bis acht Wochen zu einer Reinfestation kommt (BEUGNET et al., 1997). Zur Bekämpfung können chemische und biophysikalische Mittel angewendet werden. Ein chemisches Mittel gegen die rote Vogelmilbe ist z. B. Phoxim 50 % E.C. (ByeMite<sup>®</sup>, BAYER Health Care AG), was eine Wartezeit von null Tagen für Hühnereier garantiert. Dieses Mittel ist in Deutschland nicht zugelassen und die Einfuhr muss angezeigt werden. Als biophysikalische Methode zur Bekämpfung ist die Ausbringung von Silikatstaub, wie amorpher Kieselgur (SiO<sub>2</sub>) im belegten Stall zu nennen (MEYER-KUEHLING, 2007).

**Tabelle 6: Vergleichende Angaben der Mortalität in der Literatur und in unterschiedlichen Haltungssystemen (Quelle: siehe Autoren)**

Autoren	Haltung	Mortalitätsrate
TAUSON (1984)	ausgestalteter Käfig	6,9 %
PETERMANN (2003)	konventioneller Käfig	5 - 8 %
PETERMANN (2003)	Bodenhaltung	12 - 18 %
WEBER et al. (2003)	konventioneller Käfig	11 %
WEBER et al. (2003)	ausgestalteter Käfig	8,7 %
WEBER et al. (2003)	Bodenhaltung	11,7 %
WEIGL (2007)	Kleingruppenhaltung	4,8 %

## 2.8. Verhalten von Hühnern

Das Verhalten der Tiere ist ein wesentlicher Aspekt bei der Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungsverfahren (SCHRADER, 2008). Nach GRAUVOGL et al. (1997) ist das Verhalten des Haushuhnes im Laufe der Domestikation seiner Wildformen abgeschwächt, gelegentlich sogar beinahe vollständig ausgefallen oder auch verstärkt. Durch künstliche Selektion für die Intensivhaltungen brüten manche Hennen z.B. überhaupt nicht mehr. Das Fluchtverhalten und verschiedene Verteidigungshandlungen sind beim Hausgeflügel gemindert (HERRE und RÖHRS, 1983). Das Verhalten des Haushuhnes weist keine wesentliche Veränderung oder neue Verhaltensweisen im direkten Vergleich zu den Wildformen auf (VESTERGAARD, 1981; HERRE und RÖHRS, 1983). Eine Übersicht auf das Verhalten der Hühner ermöglicht die Abbildung 2.



**Abbildung 2: Zeitliche Verteilung der Aktivitäten eines Huhnes über einen Tag (aus FÖLSCH et al., 1992)**

### 2.8.1. Sozialverhalten

Das Sozialverhalten des Haushuhnes ist dem seines Vorfahren, dem Bankivahuhn, sehr ähnlich. Beide streben das Zusammenleben in kleinen Gruppen an und formen innerhalb jeder Gruppe eine strikte Rangordnung (VESTERGAARD, 1981). In der Regel spielt sich in einer Kükenherde nach GRAUVOGL et al. (1997) im Alter von zehn bis 15 Wochen, nach ENGELMANN (1983) im Alter von zehn bis zwölf

Wochen bei Hennen und zwölf bis 16 Wochen bei Hähnen eine bestimmte Rangordnung ein, in der die soziale Stellung der Einzeltiere festgelegt wird. Die Rangordnung verhält sich in kleineren Gruppen mit weniger als zehn Hennen meist linear. Die ranghöheren Tiere verschaffen sich durch aggressives Hacken oder Drohen den Vortritt am Futtertrog oder an bevorzugten Aufenthaltsplätzen (BESSEI, 1999). Das Zusammenleben ist geprägt durch sogenannte positive und negative soziale Interaktionen. Positive Interaktionen beschreiben vorsichtiges Schnabel- oder Federpicken am Artgenossen mit dem Ziel, Futter oder Staub zu entfernen. Negative soziale Interaktionen sind definiert als kämpferische Auseinandersetzungen mit dem Artgenossen, um in der Folge Abstand voneinander zu nehmen. Dazu gehören Hacken und Gehacktwerden, Jagen und Gejagtwerden, Kämpfen, Federpicken, Treten, Aufsteigen und sich abducken (FÖLSCH et al., 1992). Visuelle Signale und Lautäußerungen spielen eine große Rolle in kommunikativen Interaktionen zwischen Hennen in einer Gruppe. Dazu gehören bestimmte Bewegungsmuster, Drohlaute, Schreien und Gackern (BUCHHOLTZ, 2005).

### **2.8.2. Futteraufnahmeverhalten**

Das gesamte Futteraufnahmeverhalten besteht aus einer Vielzahl von Handlungen, miteinander verbundener, sich wiederholender komplexer Sequenzen wie Picken, Scharren mit den Füßen, Schnabelscharren, Ziehen, Zerren und Schnabelschlagen an größeren Nahrungsobjekten und Abschlucken (VESTERGAARD, 1981; MARTIN, 2005). Dieses Verhalten nimmt mit 40 % den größten Teil des Tages in Anspruch (BESSEI, 1999). Nach FÖLSCH (1981) kommt das Futteraufnahmeverhalten mit der größten Häufigkeit von 35,3 % bis 47,5 % in allen Haltungssystemen vor. Dieses Verhalten wird durch Scharren oder Lockern des Bodens mit dem Schnabel bzw. durch seitliches Bewegen des Kopfes begleitet (GRAUVOGL et al., 1997). Nach OESTER (1985) fressen die Hennen im konventionellen Käfig länger. Dies erfolgt aufgrund eingeschränkter anderer Möglichkeiten, ohne dabei eine nennenswert größere Futtermenge aufzunehmen. Die Futteraufnahmeaktivitäten werden durch fressende Artgenossen, durch Licht, durch die Umgebungstemperatur oder durch die taktilen Eigenschaften der Futterpartikel beeinflusst (ENGELMANN, 1983; GRAUVOGL et al. 1997). Nach VESTERGAARD (1981) stimulieren sich die Futterpickenden Hühner gegenseitig. Die Hennen am Trog nehmen nicht immer Futter auf,

sondern führen Schnabelscharrbewegung durch, was als selektives Fressen verstanden wird. Dieses Verhalten führt zu Futtermittelnverlusten und wird fälschlicherweise als „Spielen mit dem Futter“ bezeichnet (MARTIN, 2005).

### **2.8.3. Fortbewegungsverhalten**

Das Fortbewegungsverhalten des Haushuhnes setzt sich aus einer Vielzahl von Handlungen, wie Gehen, Laufen, Springen, Hüpfen, Fliegen und Flattern zusammen (KRUIJT, 1964). Hühner zeigen einen deutlich zweigipfligen Tagesrhythmus in der Laufaktivität. Dieser Rhythmus ist lichtgesteuert und kann in allen Haltungssystemen festgestellt werden. Die Dauer der Laufaktivität ist unter den eingeschränkten Bedingungen der Käfighaltung gegenüber Auslauf- oder Bodenhaltung signifikant reduziert (BESSEI, 1999). In der Auslaufhaltung machen die Bewegungen 25,1 % aller Verhaltensmuster aus (FÖLSCH, 1981).

### **2.8.4. Ruhe- und Komfortverhalten**

Die Henne kann im Stehen ruhen, verharrt aufrecht auf der Stelle auf einem oder beiden Ständern oder sie ruht im Liegen und berührt dabei mit ihrer ventralen Seite die Ständer und den Boden (FÖLSCH, 1981). Zum Komfortverhalten sind alle Verhaltensabläufe, die der Reinigung und Pflege des Gefieders und anderer Körperteile dienen zu rechnen: Federputzen, Federschütteln, Kopfschütteln, Kopf- und Schnabelkratzen, Flügelschlagen, Flügelbeinstrecken und Staubbaden (VESTERGAARD, 1981; BESSEI, 1999; ACHILLES et al., 2002).

#### **2.8.4.1. Staubbadeverhalten**

Das Staubbaden (Synonym „Sandbaden“) dient der Pflege des Gefieders und der Entfernung von Parasiten (ENGELMANN, 1983). Eine Henne staubbadet in der Freiland- und Bodenhaltung etwa alle zwei Tage während des gesamten Jahres (FÖLSCH, 1981; VAN NIEKERK und REUVEKAMP, 2000). Im ausgestalteten Käfig können die Staubbadeaktionen das Normalmaß um ein bis zu Vierfaches übersteigen (VAN ROOIJEN, 1995). Eine zu hohe Staubbadehäufigkeit weist auf

Frustration hin. Eine niedrigere Staubbadefrequenz deutet dagegen auf Apathie hin (VAN ROOIJEN, 2005). Es kann oft beobachtet werden, dass mehrere Hennen gleichzeitig staubbaden (ABRAHAMSSON et al., 1996). Die Hennen sind zum Staubbaden hoch motiviert (LINDBERG und NICOL, 1997). Die Tiere zeigen deutliche Frustrations- und Stressreaktionen, wenn das Staubbadeverhalten – gezwungen – verhindert wird (VESTERGAARD et al., 1997; ZIMMERMAN et al., 2003). In der Käfighaltung auf Gitterboden zeigen die Hennen das Phänomen des „Pseudo-Staubbadens“: Obwohl kein adäquates Substrat für dieses Verhalten zur Verfügung steht, zeigen die Tiere dieses Verhalten (FÖLSCH, 1981). Das Staubbaden dauert ca. 20 Minuten bei ungestörtem Verlauf (FÖLSCH et al., 1992). Die Dauer des Staubbadeverhaltens der verschiedenen Autoren in den unterschiedlichen Haltungssystemen ist in der Tabelle 7 zu entnehmen. Die sieben Verhaltenselemente des Staubbadeverhaltens sind folgende (FÖLSCH et al., 1992):

1. Picken, Scharren und langsames Abliegen.
2. Abwechselndes Scharren mit den Füßen.
3. Schleudern von Bodensubstrat mit dem Bug beider Flügel in das aufgeplusterte Gefieder.
4. Kopf-Fuß-Streifen: Ein Fuß berührt bauchwärts geführten Kopf.
5. Auf die Seite legen, die Füße gestreckt gegen den Muldenrand.
6. Aufstehen und entfernen von der Mulde.
7. Axiales Körperschütteln. Das Tier steht und schüttelt mit aufgeplustertem Gefieder seinen Körper.

Nach VAN ROOIJEN (2005) ist das Staubbadeverhalten nach der Funktion in vier Phasen zu unterscheiden.

1. „The preparatory stage“ (die Vorbereitungsphase)
  - Dieser Phase entspricht bei FÖLSCH et al. (1992) das erste Verhaltenselement.
2. „The introductory stage“ (die Einführungsphase)
  - Dieser Phase entsprechen bei FÖLSCH et al. (1992) die Elemente 2, 3 und 4
3. „The consummatory stage“ (die Abschlussphase)
  - Dieser Phase entspricht bei FÖLSCH et al. (1992) das fünfte Element
4. „The after stage“ (die Nachphase)
  - Dieser Phase entsprechen bei FÖLSCH et al. (1992) die Elemente 6 und 7

**Tabelle 7: Vergleichende Angaben zur Dauer des Staubbadeverhaltens in der Literatur und in unterschiedlichen Haltungssystemen (Quelle: siehe Autoren)**

<b>Autor</b>	<b>Haltung</b>	<b>Dauer des Staubbadeverhaltens</b>
FÖLSCH et al. (1986)	Auslaufhaltung	12 Minuten
VAN LIERE et al. (1990)	Freilandhaltung	20-30 Minuten
FITZ (2007)	Volierenhaltung (Stroheinstreu)	6,77 Minuten
HERGT (2007)	Kleingruppenhaltung	4,77 Minuten
TELLE (2011)		3,96 Minuten
APPLEBY et al. (1993)	ausgestalteter Käfig	5-10 Minuten
LINDBERG et al. (1997)		
SEWERIN (2002)		8,39 Minuten

### **2.8.5. Nestverhalten**

Das Nestverhalten (Synonym „Legeverhalten“, „Eiablageverhalten“) wurde in seiner Originalität durch die Entwicklung der intensiven Haltungsformen beeinträchtigt und zum Teil gänzlich verhindert (KRUSCHWITZ, 2008). Nach OESTER et al. (1997) treten Verhaltensstörungen wie z. B. Verzögerung der Eiablage und Fluchtversuche aus den Käfigen auf, wenn das Nestverhalten verhindert ist. Das physiologisch ablaufende Legeverhalten kann in vier Phasen, nämlich Nestplatzsuche, Nestbetreten, Eiablage und Nestverlassen untergliedert werden (FÖLSCH, 1981). Vor der Eiablage wird die Henne unruhig, zeigt eine erhöhte Laufaktivität und besichtigt die Nester, während die Futteraufnahme deutlich wahrnehmbar zurückgeht. Es kommt vor, dass die Henne das Ei im Sitzen, Hocken oder Stehen legt. Nach der Eiablage verbleibt die Henne eine Weile auf dem Ei sitzend (BESSEI, 1999). Nach dem Verlassen des Nestes beginnt die Henne mit der Futter- oder Wasseraufnahme (FÖLSCH, 1981). Das Nest wird von ca. 90 % der Tiere genutzt und im direkten Vergleich zum einfachen Käfigdraht besser angenommen, wenn der Nestboden mit Materialien wie z. B. Astroturf ausgelegt ist (TAUSON, 1999). Nach ZIMMERMAN et al. (2000) beginnt das Legeverhalten ein bis zwei Stunden vor der Eiablage.

## **2.9. Verhaltensstörungen der Legehennen**

### **2.9.1. Federpicken und Kannibalismus**

Unter Federpicken wird das Bepicken, Herausziehen und Fressen der Federn einer anderen Henne verstanden. Es ist in der Regel nicht aggressiv motiviert, sondern höchst wahrscheinlich ein gestörtes Futtersuch- und Aufnahmeverhalten (STAACK et al., 2008). Das Federpicken wird in allen Haltungsformen und in allen Altersstufen der Hennen beobachtet (ACHILLES et al., 2002). Federpicken und Kannibalismus (insbesondere Kloakenkannibalismus) sind mit empfindlichen wirtschaftlichen Verluste und mangelndem Wohlbefinden bzw. akutem Leiden der Tiere verbunden (MARTIN, 2005). Nach FÖLSCH (1981) sind Verletzungen und kahle Stellen Indikatoren für mangelhaften Komfort und gestörtes Verhalten. In reizarmer Umgebung, besonders wenn Einstreu und Sandbad fehlen, kann es beim Fressverhalten zu einer Reizschwelligensenkung kommen, die sich in einem verstärkten Picken nach Gegenständen oder nach Federn, Zehen oder Schnäbeln von Artgenossen ohne Futteraufnahmeabsicht ausdrückt (GRAUVOGL et al., 1997). BESSEI (1999) nennt mehrere Ursachen für dieses Verhalten: genetische Veranlagung, Nährstoffmangel, Futterstruktur (Pelletfütterung fördert Federpicken und Kannibalismus), Licht (hohe Lichtintensität fördert Federpicken und Kannibalismus), Klima (hohe Temperatur, zu hohe oder zu geringe Luftfeuchte, hohe Schadstoffgehalte fördert Federpicken und Kannibalismus). Federpicken darf als das Ergebnis von nicht adäquaten Umweltbedingungen verstanden werden. In zahlreichen Studien konnte nachgewiesen werden, dass verschiedene Umweltfaktoren wie z. B. Licht, Besatzdichte, Gruppengröße, und Futterzusammensetzung dieses Verhalten maßgeblich beeinflussen können (BESSEI, 1997; ELLENDORFF, 1997). Blutige Stellen in der Folge eines Federpickens können zu Kannibalismus führen (KEPPLER, 2003). Kloakenvorfälle können Kannibalismus verursachen, denn die rötliche Kloake reizt andere Hennen zu picken (MARTIN, 2005). Hennen, die Eier verlegen, sind ebenfalls gefährdet für den Kloakenkannibalismus. Nach dem Ausstoßen des Eies ist die Kloakenschleimhaut noch nach außen gestülpt und deshalb exogen sichtbar. Andere Hennen können dadurch stimuliert werden und versuchen zu picken (KRUSCHWITZ, 2008). LB-Hennen sind allgemein anfälliger für Kloakenkannibalismus als LSL-Hennen (LUGMAIR et al., 2005). Gegen Federpicken

und Kannibalismus wird das Schnabelkupieren eingesetzt, was für das Tier Schmerzen, Einschränkungen bei der Futterraufnahme und Gefiederpflege verursachen kann. Schnabelkupieren ist nach dem Tierschutzgesetz (2006) nur mit der vorherigen Genehmigung bei den Hennen bis zum zehnten Lebenstag zugelassen. Beim Schnabelkürzen wird nur die Schnabelspitze oder ein Teil des Schnabels entfernt (KEPPLER et al., 2008). Dennoch treten Federpicken und Kannibalismus trotz Schnabelkupieren auf (KNIERIM et al., 2008). Weitere Maßnahmen gegen Federpicken und Kannibalismus bestehen im Montieren von Antipick-Geräten wie Brillen, Schnabelringen und Augenlinsen, was auch aus Tierschutzgründen zu kritisieren ist (OESTER et al., 1997).

### **2.9.2. Eierfressen**

Unerwünschte Verhaltensweisen wie Eierfressen sind wirtschaftlich ein bedeutsames Problem. Solche Verhaltensweisen verbreiten sich durch Nachahmung sehr schnell in der Herde (SIEGMANN und NEUMANN, 2005). Die Ursachen für dieses Verhalten sind noch nicht eindeutig geklärt. Der negative Einfluss von Kalkmangel und damit verbunden das Legen von dünnchaligen Eiern oder Eiern ohne Schale wird vermutet. Sowohl für das Vorkommen von Federpicken als auch für das Fressen von Eiern scheint das Alter der Henne eine bedeutsame Rolle zu spielen. Hennen werden mit zunehmendem Alter aggressiver gegen ihre Artgenossen wie gegen ihre Umwelt allgemein (PEITZ und PEITZ, 1987).

### **2.10. Beleuchtung in der Intensivhaltung**

Die Vögel können ein viel breiteres Spektrum an Farben sehen als Säugetiere. Sie können Licht mit einer Wellenlänge des UV-Bereichs detektieren, weil sie Photorezeptoren, die ein Lichtspektrum zwischen 340-800 nm haben, besitzen (KORBEL et al., 1998; DEEG et al., 2010). Die Lichtintensität beeinflusst das Verhalten und die Physiologie der Geflügel (MANSER, 1996). In den Intensivhaltungen (Käfig-, Kleingruppen- und Bodenhaltung) werden niedrige Lichtintensitäten dazu eingesetzt, um Federpicken und Kannibalismus zu verhindern. Dies konnte durch eine Untersuchung von KJAER und VESTERGAARD (1999) nachgewiesen werden: Als in dieser Studie die Lichtintensität von 30 lx auf 3 lx

verringert wurde, hat sich die Häufigkeit des Federpickens signifikant reduziert. Gemäß einer Empfehlung des EUROPARATS von 1995 muss „in allen Gebäuden ausreichend Licht vorhanden sein, damit sich die Tiere gegenseitig sehen und deutlich gesehen werden können, ihre Umwelt sehen und ein normales Aktivitätsniveau zeigen können. Daher ist eine Mindestbeleuchtung von 20 lx, auf Augenhöhe der Hühner, gemessen in drei Ebenen, die jeweils im rechten Winkel zueinander stehen, empfehlenswert“. BML (1999) behauptet dagegen, dass eine Lichtstärke von bis zu 10 lx ausreicht, um den Tieren ein gegenseitiges Erkennen sowie das Aufsuchen der Futter- und Wasserquelle zu ermöglichen.

### **3. Tiere, Material und Methoden**

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des Dissertationsprojektes „Vergleichende Untersuchungen der Legelinien Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown Classic (LB) hinsichtlich der Nutzung von maximal verfügbaren Ressourcen (1:1) in einem ausgestalteten Käfigsystem“ durchgeführt. Die vergleichenden Untersuchungen fanden über den Zeitraum von zwölf Monaten während einer Legeperiode statt. Dabei wurden 20 Legehennen (je zehn Tiere der Linie LB und LSL, je zwei Tiere einer Linie pro Abteil) in speziell angefertigte ausgestaltete Käfigsysteme eingestallt. Die Blutentnahmen und die Tötung der Versuchstiere wurden gemäß § 8a des Tierschutzgesetzes bei der Regierung von Oberbayern angezeigt (Geschäftszeichen: 55.2-1-54-2531.8-189-09).

#### **3.1. Tiere**

Für die Untersuchungen wurden die zwei Legehybriden Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown (LB) eingestallt. Die Junghennen wurden von der Kommanditgesellschaft Geflügelzuchtbetriebe Gudendorf-Ankum GmbH & Co Deutschland in Bodenhaltung mit A-Reutern in geschlossenen Ställen bei einer täglichen zehnstündigen Beleuchtungsdauer aufgezogen. Die Schnäbel der Tiere waren nicht kupiert. Die Durchführung der Impfungen ist in Tabelle 8 zusammengefasst. Der Schlupftermin der Hennen war der 05. Mai 2009. Die Hennen wurden am 31. August 2009 in der 17. Lebenswoche (LW) aus organisatorischen Gründen in den Haltungssystemen der Zweigstelle München-Oberwiesenfeld eingestallt. Am 09. September 2009 wurden zehn Hennen der LSL-Linie und zehn Hennen der LB-Linie in der 19. LW aus der Bodenhaltung am Oberwiesenfeld in den Versuchsraum am Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München umgestallt. Das Ausstellungsdatum war der 01. September 2010. Jede Henne wurde individuell mit zwei farbigen Ringen am Ständer gekennzeichnet.

**Tabelle 8: Übersicht über den Impfplan der Junghennen (IB = Infektiöse Bronchitis, Newcastle = Atypische Geflügelpest, Gumboro = Infektiöse Bursitis, ILT = Infektiöse Laryngotracheitis, AE = Aviäre Enzephalitis)**

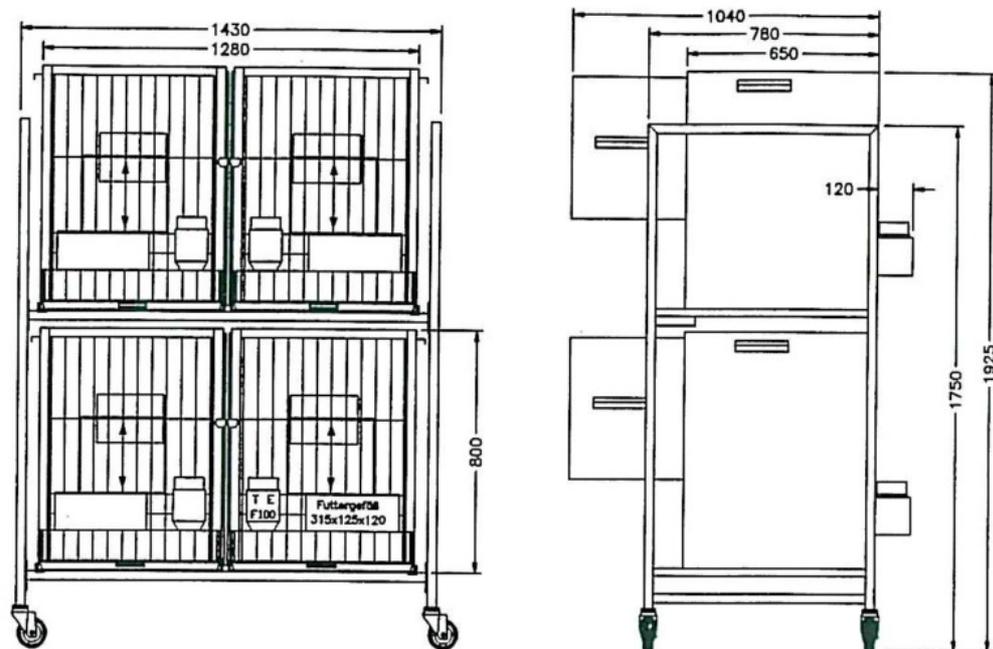
Alter	Impfung	Alter	Impfung
Schlupftag	Marek	7. LW	2. Impf. Salmonellose
1. Lebenstag	1. Impf. Salmonellose	8. LW	1. Impf. ILT
2. LW	1. Impf. IB	10. LW	3. Impf. Newcastle
3. LW	1. Impf. Newcastle	11. LW	1. Impf. AE
4. LW	1. Impf. Gumboro	13. LW	3. Impf. IB
5. LW	2. Impf. Newcastle	14. LW	4. Impf. Newcastle
6. LW	2. Impf. IB	15. LW	3. Impf. Salmonellose

## 3.2. Aufstallung und Management

### 3.2.1. Haltungssystem

Die Stallung befindet sich auf dem Stammgelände des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Tierärztlichen Fakultät der LMU in der Veterinärstraße in München. Die ausgestalteten Käfigsysteme, die von der ehemaligen Firma EBECO (seit 01.09.2011 Bioscape GmbH) hergestellt worden sind, tragen die Bezeichnung Hühnerkäfige HÜK 125/80 (Bioscape GmbH, Castrop-Rauxel, Deutschland). Der HÜK 125/80 besitzt eine Breite von 128 cm, eine Tiefe von 65 cm und eine Höhe von 80 cm. Die Grundfläche des HÜK 125/80 beträgt schließlich ca. 8.320 cm<sup>2</sup> (siehe Abb. 3). Die Systeme und alle Zubehörteile wurden aus Edelstahl rostfrei angefertigt. Eine einschiebbare Trennwand aus Drahtgitter ermöglicht den Käfig bei Bedarf in der Mitte zu teilen. Die eingeschobene Kotwanne unterhalb des Käfigs wurde, zur Erhöhung der Resorption von anfallenden Exkrementen, mit Einstreumaterial (Lignocel<sup>®</sup>, J.Rettenmaier & Söhne GmbH+Co. KG, Rosenberg, Deutschland) gefüllt. Um den Hennen einen guten Halt zu geben, wurde auf dem Boden der Kotwanne ein grobmaschiges Gitter verlegt. An der Rückseite eines jeden Käfigsystems ist ein separates Legenest angebracht, in dem die Legehennen die Eiablage durchführen können. Die Größe dieses Nestes beträgt 27 x 39 cm (1.053 cm<sup>2</sup>) und ist 39,5 cm hoch. Das Legenest besitzt eine Einlage mit einer

26 x 38 cm großen Kokosfasermatte (Kokosmatte Europa, Siepman GmbH, Herdecke, Deutschland) mit einem Loch in der Mitte. Durch das Loch gelangt das im Nest gelegte Ei auf einen Gitterrost. Die Länge der Sitzstange beträgt 55 cm und diese besteht aus Holz. Der Futtertrög hat die Maße von 31 x 2,5 x 13 cm (Breite x Tiefe x Höhe) mit einem Volumen von ca. 2,6 Liter. Als Tränkeeinrichtung stand eine 1 Liter Plastikflasche zur Verfügung (UNTIEDT, 1997). Insgesamt 20 dieser ausgestalteten Käfigabteile (HÜK 125/80), 20 Futtertröge, 20 Tränkeeinrichtungen und 20 Sitzstangen wurden am Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU München installiert. Zwei Hennen der gleichen Hybridlinie wurden jeweils in ein Abteil eingestallt. Die nutzbare Fläche pro Tier betrug  $4.160 \text{ cm}^2$ . Die Nummer der Henne und des Abteils kann der Tabelle 9 entnommen werden. Die eingesetzten, insgesamt 20 Staubbadematten waren Astroturfmatten (Astroturf® Poultry Pad, Grass Tech, Louvain-la-Neuve, Belgium) mit einer Länge von jeweils 37 cm und einer Breite von 25 cm ( $925 \text{ cm}^2$ ) und einer Noppenhöhe von 15 mm. Somit standen den beiden gemeinsam eingestellten Legehennen jeweils zwei Sitzstangen, zwei Nester, zwei Staubbadematten, zwei Futtertröge und zwei Tränkeeinrichtungen zur Verfügung.



**Abbildung 3: Systemskizze der Hühnerkäfige HÜK 125/80 (UNTIEDT, 1997)**



**Abbildung 4: Beispielhafter Aufbau und Ausstattung eines Abteils**

Im Untersuchungsstall wurden vier Käfigsysteme auf der linken Seite und sechs Käfige auf der rechten Seite aufgestellt (siehe Abb. 5). Der Abstand zwischen den gegenüberliegenden Systemen betrug 160 cm.



**Abbildung 5: Stallübersicht mit vier Käfigen auf der linken und sechs Käfigen auf der rechten Seite mit einem Abstand von 160 cm zur gegenüberliegenden Seite und insgesamt drei mittig angebrachten Stableuchten der Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta, Deutschland**

**Tabelle 9: Nummerierung der Hennen und der Abteile mit jeweiliger Belegung**

Hennennummer	Abteilnummer	Legelinie
1	1	LSL
2		
3	2	LB
4		
5	3	LB
6		
7	4	LSL
8		
9	5	LB
10		
11	6	LSL
12		
13	7	LSL
14		
15	8	LB
16		
17	9	LB
18		
19	10	LSL
20		

### 3.2.2. Futter

Die Hennen wurden zwischen September 2009 und Dezember 2009 mit dem Premium-Alleinfuttermittel Korngold® LAM 40 der Firma BayWa AG, Bockhorn, Deutschland, einem Unternehmen der RKW Süd, gefüttert. Die Sackware bestand aus einem grob strukturierten, mehlförmigen Alleinfuttermittel. Ab Januar 2010 wurde das Futter von LAM 40 (Methioningehalt 0,40 %) auf LAM 38 (Methioningehalt 0,38 %) umgestellt. Die Futterzusammensetzung und Zusatzstoffe sind in Tabelle 10 und 11 dargestellt.

**Tabelle 10: Futterzusammensetzung und Zusatzstoffe des Futtermittels LAM 40 je Kg (Quelle: RKW Süd)**

<b>Inhaltsstoff</b>	<b>Anteil in der Originalsubstanz/kg</b>
Rohprotein	17,50 %
Methionin	0,40 %
ME – Geflügel	11,4 MJ/kg
Natrium	0,15 %
Calcium	3,80 %
Phosphor	0,50 %
<b>Zusatzstoff</b>	<b>Menge/kg</b>
Vitamin A	12.000 I.E.
Vitamin D <sub>3</sub>	3.000 I.E.
Vitamin E	25,0 mg
Phytase	enthalten, keine Mengeangabe
NSP-spaltende Enzyme	enthalten, keine Mengeangabe

**Tabelle 11: Futterzusammensetzung und Zusatzstoffe des Futtermittels LAM 38 je Kg (Quelle: RKW Süd)**

<b>Inhaltsstoff</b>	<b>Anteil in der Originalsubstanz/kg</b>
Rohprotein	17 %
Methionin	0,38 %
ME – Geflügel	11,4 MJ/kg
Natrium	0,15 %
Calcium	4,10 %
Phosphor	0,50 %
<b>Zusatzstoff</b>	<b>Menge/kg</b>
Vitamin A	11.000 I.E.
Vitamin D <sub>3</sub>	3.000 I.E.
Vitamin E	20,0 mg
Phytase	enthalten, keine Mengenangabe
NSP-spaltende Enzyme	enthalten, keine Mengenangabe

### **3.2.3. Licht**

Es wurde eine Lichtanlage (Sonnenlichtsimulator) des Herstellers Big Dutchman International GmbH, Vechta, Deutschland verwendet und drei Lampen (Osram, Lumilux<sup>®</sup> Warmwhite mit Reflektor 80P/80P, 58 Watt) in gleichmäßigen Abständen von jeweils 80 cm zu den Abteilen, hängend installiert. Jede Leuchtstoffröhre dieser Lichtanlage hatte eine Länge von 1,15 m. Die Luxmessungen erfolgten nach dem „Sechs-Seiten-Prinzip“, nach oben, unten, rechts, links, vorne und hinten. Der Mittelwert der sechs Messergebnisse wurde mittels der Computer-Software Microsoft Excel<sup>®</sup> (Fa. Microsoft Corporation, Redmond WA. USA), arithmetisch berechnet. Die Messpunkte befanden sich über der Staubbadematte, im Nestbereich, in der Mitte des Futtertroges und in der Mitte des Abteiles. Für die Messungen wurde ein Beleuchtungsstärkemessgerät (LMT Pocket Lux 2, LMT Lichtmesstechnik GmbH, Berlin, Deutschland) verwendet. Die Messungen erfolgten jeweils in Kopfhöhe der Tiere. Die Luxmessungen wurden jeweils zweimal durchgeführt, am 26.10.2009 (15 % vom Sonnenlichtsimulator) und am 04.05.2010 (25 % vom Sonnenlichtsimulator). Es fand eine Erhöhung der Lichtstärke im November 2009 statt. Die tägliche Hellphase dauerte 14 Stunden an – jeweils von 4:00 Uhr bis 18:00 Uhr zwischen September 2009 und März 2010 (Winterzeit) und von 5:00 Uhr bis 19:00 Uhr zwischen April 2010 und August 2010 (Sommerzeit). Die Ergebnisse der Einzelmessungen sind dem Ergebnisteil der Tab. 16 zu entnehmen.

### **3.2.4. Einstreuintervalle auf den Staubbadematten**

Von September 2009 bis Februar 2010 wurde jeweils ein Mal am Tag um 11:00 Uhr eine Menge von 50 g Futter auf jede Staubbadematte eingestreut. Anschließend erfolgte eine sukzessive Erhöhung der Einstreufrequenz auf bis zu vier Mal am Tag. Danach wurde die Einstreuhäufigkeit pro Monat jeweils um ein Mal auf schließlich ein einziges Einstreuen pro Tag reduziert. Die Videoaufzeichnungen fanden aus technisch-organisatorischen Gründen ab Februar 2010 statt. Die Einstreuhäufigkeit wird in Tabelle 12 in der Übersicht angegeben.

**Tabelle 12: Überblick über die Einstreuhäufigkeit von Februar bis August 2010.**

<b>Zeitraum im Jahr 2010</b>	<b>Zahl der Einstreugabe/Tag und Uhrzeit</b>
01. 02 – 28. 02	1x, 11:00
01. 03 – 28. 03	2x, 11:00 und 13:00
29. 03 – 25. 04	3x, 11:00, 13:00 und 15:00
26. 04 – 30. 05	4x, 11:00, 13:00, 15:00 und 17:00
31. 05 – 27. 06	3x, 11:00, 13:00 und 15:00
28. 06 – 25. 07	2x, 11:00 und 13:00
26. 07 – 31. 08	1x, 11:00

### **3.3. Produktmerkmale**

#### **3.3.1. Legeleistung**

Die Legeleistung der beobachteten Tiere innerhalb der vorliegenden Dissertationsarbeit wurde ab dem Tag gewertet, ab welchem 50 % der Hennen jeweils ein Ei legten. Die Bewertung der Legeleistung dauerte von der 22. bis zur 68. Lebenswoche. Durch tägliches Absammeln der Eier von Hand wurde die Anzahl der gelegten Eier der insgesamt 20 Legehennen erfasst. Die Eier wurden gegen 10:30 Uhr eingesammelt und gezählt. Die Legeleistung konnte nach LSL- und LB-Hennen in Prozent aus der Eianzahl und der Anzahl der anwesenden Hennen berechnet werden. Der Anteil der verlegten Eier wurde beim täglichen Einsammeln der Eier ebenfalls erfasst.

#### **3.3.2. Eigewicht**

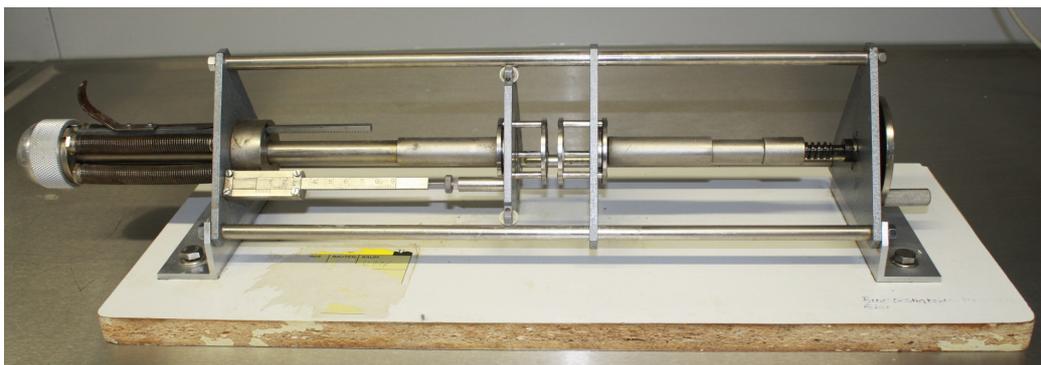
Alle täglich eingesammelten Eier, einschließlich der verlegten Eier, der verschmutzten Eier und der Knickeier (soweit der Inhalt nicht bereits ausgetreten war – siehe Abbildung 6), wurden auf einer Digitalwaage (Mettler PE6, Mettler-Toledo GmbH, Giessen, Deutschland) einzeln abgewogen. Es wurde das Ei-Durchschnittsgewicht jeder Hybridlinie (LSL und LB) erfasst.



**Abbildung 6: Darstellung der Klassifizierung bei der Eisortierung:**  
 A = Schmutzeier einer LB-Henne  
 B = Knickei mit intakter Innenhaut (*Cuticula*) ohne Inhaltsverlust

### 3.3.3. Bruchfestigkeit der Eischalen

Die Bruchfestigkeit der Eierschalen wurde jeweils am Tag der Blutentnahme bestimmt. Hierfür wurde der Messapparat nach RAUCH verwendet (siehe Abb. 7). Das zu bemessende Ei wurde dazu waagrecht zwischen zwei Druckplatten eingespannt. Die Druckkraft einer gespannten Schraubenfeder wurde während der Messung durch Spindeldrehung solange verstärkt bis die Eischale schließlich brach. Zum Zeitpunkt des Bruches konnte die aktuelle Kraft, die nötig war, um das Ei zu brechen, durch den ausgeübten Druck am Gerät an einer Ableleskala in Kilopond (kp) abgelesen werden. Die Ergebnisse wurden nachträglich in Newton (N) umgerechnet ( $1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$ ).



**Abbildung 7: Messapparat nach RAUCH**

### 3.3.4. Dicke der Eierschalen

Nach der Bruchfestigkeitsmessung erfolgte das Aufschlagen der zuvor untersuchten Eier. Die entleerten Eierschalen wurden mittels einer digitalen Schieblehre (Digital Caliper Art-Nr.: 20005, Nord-Tools GmbH, Raa-Besenbek, Deutschland) jeweils an der Bruchstelle vermessen.



**Abbildung 8:** Die Messung der Eierschalendicke mittels einer digitalen Schieblehre (Digital Caliper Art-Nr.: 20005, Nord-Tools GmbH, Raa-Besenbek, Deutschland)

## 3.4. Physiologische Parameter

### 3.4.1. Entnahme und Aufbereitung der Proben

Einmal monatlich erfolgte bei allen 20 Hennen eine Blutentnahme. Das Blut wurde dazu vorzugsweise aus der rechten Halsvene (*Vena jugularis externa dextra*) entnommen und bei Bedarf aus den rechten oder linken Flügelvenen (*Venae ulnares*). Dabei wurden ca. 3 ml frisch entnommenes Blut in 4,5 ml-Serum-Röhrchen (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) und 0,5 ml in mit Kalium-EDTA beschichteten 2 ml-S-Monovetten<sup>®</sup> KE (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) eingebracht. Direkt im Anschluss an die Blutentnahme erfolgte die Auswertung im hauseigenen Labor des Lehrstuhls. Die Blutentnahmen wurden gemäß des Paragraphen 8a des

Tierschutzgesetzes bei der Regierung von Oberbayern angezeigt (Geschäftszeichen: 55.2-1-54-2531.8-189-09).

### **3.4.2. Hämoglobin und Hämatokrit**

Der Hämoglobingehalt wurde mit Hilfe der Cyanhämoglobin-Methode bestimmt. Hämoglobin wird dabei durch Zusatz von Kaliumhexacyanoferrat und Kaliumcyanid in Cyanhämoglobin umgewandelt und der gebildete Farbstoff mit Hilfe eines Spektralphotometers gemessen. Hierfür wurden 10 µl gekühltes EDTA-Blut in 2,5 ml Reaktionslösung (Hämoglobin®, Böhringer, Mannheim) eingespült, geschüttelt (gevortext) und bei 20 bis 25 °C mindestens 3 Minuten inkubiert. Die Lösung wurde in Einmal-Makroküvetten aus PMMA überführt und bei einer Wellenlänge von 546 nm die Extinktion (E) in einem Spektralphotometer (Genesys 10S UV, Thermo Fisher Scientific Inc., Massachusetts, USA) gemessen. Die Ermittlung der Hämoglobinkonzentration (C) im Blut erfolgte mit folgender Formel:

$$C = E \times 22,8 \text{ [mmol/l]}$$

Der Hämatokritwert wurde mit der sogenannten Mikrohämatokritmethode bestimmt. Durch die einwirkende Kapillarkraft auf das Mikrohämatokritröhrchen wurde soviel Blut aus der mit Kalium-EDTA beschichteten Monovette in dieses Röhrchen gezogen, dass es mindestens zu 75 % gefüllt war. Das eine Ende des gefüllten Röhrchens wurde mit einem Spezialversiegelungskitt verschlossen und in einer Hämatokrit-Zentrifuge (Mikro 220R, Hettich Lab Technology, Tuttlingen, Deutschland) bei 6080 g (Relative Zentrifugalbeschleunigung (RZB)) für drei Minuten zentrifugiert. Die Auswertung erfolgte mittels einer Ableseschablone und die Messergebnisse wurden in Volumenprozent angegeben.

### **3.4.3. Calcium und Phosphor**

Die Bestimmung des Calcium- und Phosphorgehaltes fand über die Serumprobe statt. Die Messung wurde mit Hilfe der automatischen Analysegeräten (Kone Delta, Thermo Clinical Labsystems Oy, Vantaa, Finnland und AU400, Clinical Chemistry Analyzer, Olympus, Tokyo, Japan) und den dazugehörigen Analyse-Reagenzien durchgeführt. Für die Messung dienten 50 µl lyophilisiertes Rinderserum als Kalibrator. Als

Kontrollserum zur Qualitätskontrolle wurden 50 µl humanes Serum (Thermo Clinical Labsystems, Vantaa, Finnland) eingesetzt. Die Standardlösungen sowie 100 µl der zu untersuchenden Serumproben wurden in Reagenzgefäße pipettiert und in den Probenteller des Analysegerätes eingestellt. Der Calciumwert wurde über eine Komplexbildung des Calciums mit Hilfe des Reaktionskits Arsenazo III bei neutralem pH photometrisch bei einer Wellenlänge von 660 nm bestimmt. Die Phosphorbestimmung erfolgt parallel photometrisch bei 340 nm über eine Komplexbildung mit Ammoniummolybdat im sauren pH-Bereich.

#### **3.4.4. IgY-Untersuchung mittels ELISA**

Die Bestimmung der Immunglobulin Y (IgY)-Konzentration erfolgte sowohl im Eidotter als auch im Serum. Einmal monatlich wurden die Dotterproben aus den Eiern am Tag der Blutentnahme entnommen. Die Dotterproben wurden im Verhältnis 1:10 (0,4 ml Dotter pro Ei + 3,6 ml PBS) mit phosphatgepufferter Kochsalzlösung (PBS) verdünnt, geschüttelt (gevortext), verschlossen und im Anschluss bei -20 °C tief gefroren. Die Bestimmung der IgY-Konzentration im Eidotter erfolgte nach der von ERHARD et al. (1992) entwickelten Methode in Ausnutzung eines spezifischen Sandwich-ELISA. Die Konzentration wurde im ELISA-Reader (EAR 400 AT, Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim) bei 450 nm mit Hilfe der Farbtintensität der ELISA-Proben bestimmt. Zum direkten Vergleich wurde jeweils auch die IgY-Konzentration im Serum gemessen. Die mit ca. 3 ml gefüllten Serumröhrchen wurden nach der Blutentnahme bei 2000 g für zehn Minuten zentrifugiert, das gewonnene Serum im Anschluss dann in 1,5 ml Eppendorf-Cups pipettiert. Ein Cup enthält 10 µl verdünntes Serum mit 90 µl PBS (Phosphat-gepufferte Kochsalzlösung). Die Proben wurden bis zur Messung bei -20 °C tief gefroren. Die Bestimmung der IgY-Konzentration im Serum erfolgte wie deren Bestimmung im Eidotter mit einem spezifischen Sandwich-ELISA nach ERHARD et al. (1992).



**Abbildung 9: Probegewinnung des Eidotters**  
(Foto: Dr. S. Bergmann, München)

### 3.5. Erkrankungen und Behandlungen

Bei der LSL-Henne Nr. 11 fiel zu Beginn Untersuchungen auf, dass sie eine etwa erbsengroße Umfangsvermehrung am nasalen rechten Augenwinkel entwickelte. Diese Umfangsvermehrung vergrößerte sich allmählich und entwickelte eine höckerige Struktur. Das Augenlid stand vom Auge ab, die Augen Umgebung war federlos und feucht verklebt. Am 23.09.2009 wurden auf die Beobachtung folgend zwei Tupferproben vom Auge selbst und der trachealen Schleimhaut (Choanenspalte) entnommen und in die Klinik für Vögel der LMU zur bakteriologischen Untersuchung (v. a. Mycoplasmen) übersandt. Der Befund ergab eine geringe Infektionsdosis mit *Staphylococcus schleiferi* und mit Hilfe konventioneller PCR-Methodik konnten *Mycoplasma spp.* nachgewiesen werden. Für die Behandlung wurde fünf Tage lang 80 mg Oxytetracyclinhydrochlorid pro kg Körpergewicht/Tag verwendet. Nach der Behandlung war die Henne abgeheilt. Während des Versuches waren die Hennen außerdem regelmäßig von der roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) befallen. Aufgrund des Befalls erfolgte im Dezember 2009 (in der 34. LW) eine erste und im März 2010 (in der 46. LW) eine Folgebehandlung mit dem Wirkstoff „Phoxim“. Die Einfuhr des Präparates „ByeMite®“ (Firma Bayer Vital GmbH, Leverkusen, Deutschland) aus Frankreich wurde am 18.09.2008 bei der Regierung von Oberbayern gemäß § 73 Abs. 3 AMG angezeigt. Im Juli 2010 wurde flüssiges Gesteinsmehl als

Fossil Shield® instant (Firma Bein GmbH, Eiterfeld, Deutschland) an Wänden, Nestern und Käfigwänden angebracht (vergleiche Abb. 10), da erneut ein massiv ansteigender Milbenbefall festgestellt wurde.

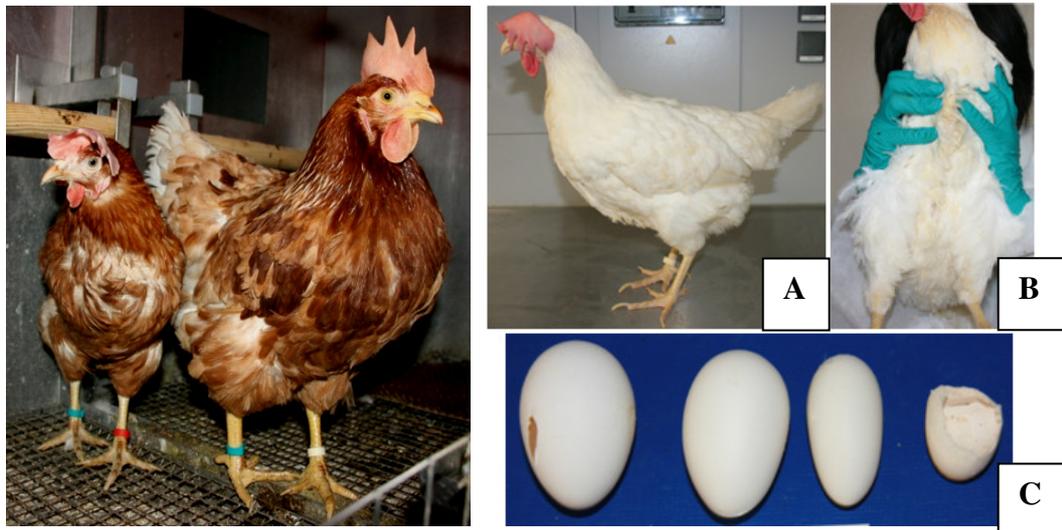
Eine LB-Henne (Nr. 4) litt in den Monaten Mai 2010 bis August 2010 unter chronischem Durchfall. Dieses Tier zeigte ab und zu Mattigkeit und legte mehrere Tage verschmutzte Eier (siehe Abb. 6), ein paar Mal außerdem blutverschmierte Eier. Das Bauch- und Brustgefieder des betroffenen Tieres war mit Kot verklebt und feucht. Es erfolgte keine zusätzliche Behandlung der Henne.

Eine LB-Henne (Nr. 6) legte ab Februar keine Eier mehr. Es waren Spuren von hellgrünen Flüssigkeiten auf dem Boden der Kotwanne zu sehen. Die Henne verwandelte sich äußerlich hahnenartig (siehe Abb. 11). Bei der Sektion konnte eine etwa Golfball große Umfangsvermehrung am Eierstock gefunden werden.

Eine LSL-Henne mauserte im Juli. Nach der Mauser zeigte die betroffene Henne einen optimalen Gefiederzustand. Das Tier legte allerdings unförmige und dünnschalige Eier (siehe Abb. 12).



**Abbildung 10: Stallungen nach der Behandlung mit flüssigem Gesteinsmehl Fossil Shield® instant**



**Abbildung 11: Verwandlung der Henne mit Eileitererkrankung**

**Abbildung 12: Nach der Mauser der Henne  
A = lateral sin.  
B = ventral  
C = Eier der Henne**

### 3.6. Mortalität

Am 19.01.2010 musste eine LSL-Henne (Nr. 8) aufgrund eines Kloakenschleimhautvorfalls und schlechtem Allgemeinbefinden euthanasiert werden. Zur Sektion wurde die Henne in die Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Zierfische der LMU in Oberschleißheim verbracht. Das verstorbene Tier wurde am

20.01.2010 durch eine LSL-Henne aus der Kleingruppenhaltung am Oberwiesenfeld ersetzt und die neue Henne als Nr. 8a bezeichnet. Aufgrund der geringen Tierzahl des Versuchs und der aus Tierschutzgründen gegebenen Unmöglichkeit die verbleibende Partnerhenne alleine im Versuch zu halten, erschien der Austausch der verstorbenen Henne notwendig. Die Ersatzhenne stammte von der gleichen genetischen Linie, aus der identischen Aufzucht.

### **3.7. Kotuntersuchung auf Parasiten und Salmonellen**

Am 11.11.2009 fand eine Entnahme von Sammelkotproben aus allen Abteilen zur Untersuchung auf Parasiten und Salmonellen statt. Die Sammelkotproben wurden zur Untersuchung in die Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Zierfische der LMU gebracht. Die Proben wurden vor Ort im Flotationsverfahren mit gesättigter Kochsalzlösung (37,5 g NaCl auf 100 ml Wasser) als Anreicherungsflüssigkeit auf Endoparasiten untersucht. Es wurden vereinzelt Kokzidien nachgewiesen, sonst keine weitere Parasiten und keine Salmonellen festgestellt.

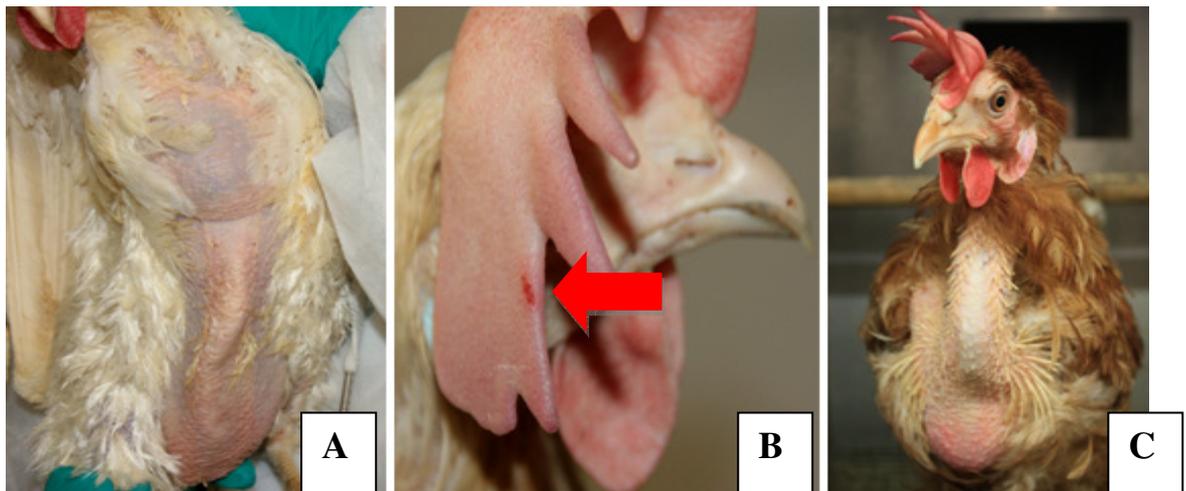
### **3.8. Bonitur**

Die Bonitierung wurde zur Beurteilung des Gefieders, der Brustbeindeformationen, der Krallenlänge und zum Erfassen von Verletzungen durchgeführt. Einmal monatlich wurden alle 20 Hennen bonitiert und das Körpergewicht mit Hilfe einer Digitalwaage (Mettler PE6, Mettler-Toledo GmbH, Giessen, Deutschland) erhoben. Die Bewertung wurde nach dem Benotungsschema modifiziert nach LayWel, einem europäischen Forschungsprogramm zur Haltung und Gesundheit von Legehennen (LAYWEL, 2006), durchgeführt. Die Tiere erhielten je nach Zustand Noten von 1 bis 4 als Beurteilungsgrade (siehe Tab. 13). Beispielsbilder sind in der Abbildung 13 zu sehen.

**Tabelle 13: Übersicht über das Boniturschema für Legehennen** (modifiziert nach LayWel, 2006)

Note	Gefiederzustand Hals, Rücken, Brust, Bauch, Flügel, Schwanz
1	gravierende Gefiederschäden, Kahlstelle > 5 cm <sup>2</sup> und >75 % federlos, Schwingen ≥ 16 beschädigt, Schwanz >13 Federn stark beschädigt
2	stark beschädigte Federn und / oder federlose Stellen, Kahlstelle ≥ 5 cm <sup>2</sup> (bis 75 % federlos), Schwingen: 11-15 Federn beschädigt, Schwanz: 9-12 Federn stark beschädigt
3	Haut nahezu komplett mit Federn bedeckt, Kahlstelle < 5 cm <sup>2</sup> , Schwingen / Schwanz: ca. 5-10 Federn beschädigt
4	nahezu vollständiges Gefieder, nur wenige Federn abgenutzt / deformiert, Schwingen / Schwanz: ≤ 5 Federn beschädigt
Note	Gefiederzustand Kopf
0	komplett befiedert
1	beschädigte Federn, federlose Stellen oder komplett federlos
Note	Zustand Brustbein
2	starke Abweichungen in Form und / oder Struktur, Knochenzubildungen palpierbar
3	geringgradige Abweichungen palpierbar
4	ohne besonderen Befund
Note	Bonitur Verletzungen der Haut und am Kamm
0	nicht vorhanden
1	verkrustet, abheilend
2	frische, blutige Wunde
Note	Sohlen- und Zehenballen Hyperkeratose
0	keine bzw. geringgradig
1	mittel- bis hochgradig
Note	Sohlen- und Zehenballen Epithelläsionen
1	hochgradige Läsion mit von dorsal sichtbarer Schwellung
2	Läsion ab 2 mm, evtl. verdickt aber Schwellung nicht von dorsal sichtbar
3	geringgradige, oberflächliche Läsion, bis ca. 2 mm, keine Schwellung
4	keine Läsionen

Note	Krallenbruch
0	keine abgebrochenen Zehen
1	eine bzw. mehrere abgebrochene Zehen
Note	Milbenbelastung
0	keine Milben am Tier sichtbar
1	Milben am Tier sichtbar



**Abbildung 13:** Fotografische Darstellung möglicher Boniturergebnisse  
A: Brust und Bauch Note 1, Brustbein Note 2.  
B: Pickverletzung am Kamm Note 2.  
C: Hals Note 1

### 3.9. Post-Mortem Untersuchungen

Am 01.09.2010 wurden alle 20 Hennen zum Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügelhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Kitzingen verbracht und nach einer tierschutzgerechten Tötung mittels Kopfschlag und anschließendem Blutentzug einer Sektion unterzogen. Die Bewertungen für die Post-Mortem-Untersuchungen wurden nach dem Schema des LAYWEL (2006) durchgeführt. Dazu wurden Lebergewicht und Leberfettgehalt, Milzgewicht und die Knochenbruchfestigkeit der Humerus- und Tibiaknochen erhoben. Das Schema für die Beurteilung des Leberfettgehalts ist in Tabelle 13 in der Übersicht beschrieben.

### 3.9.1. Pathologische Untersuchung

Das Lebergewicht wurde nach der Entfernung der Gallenblase auf einer Digitalwaage bestimmt. Die Benotung des Verfettungsgrades der Leber erfolgte nach Erfassung des Lebergewichtes.

**Tabelle 14: Leberfettschema nach LAYWEL (2006)**

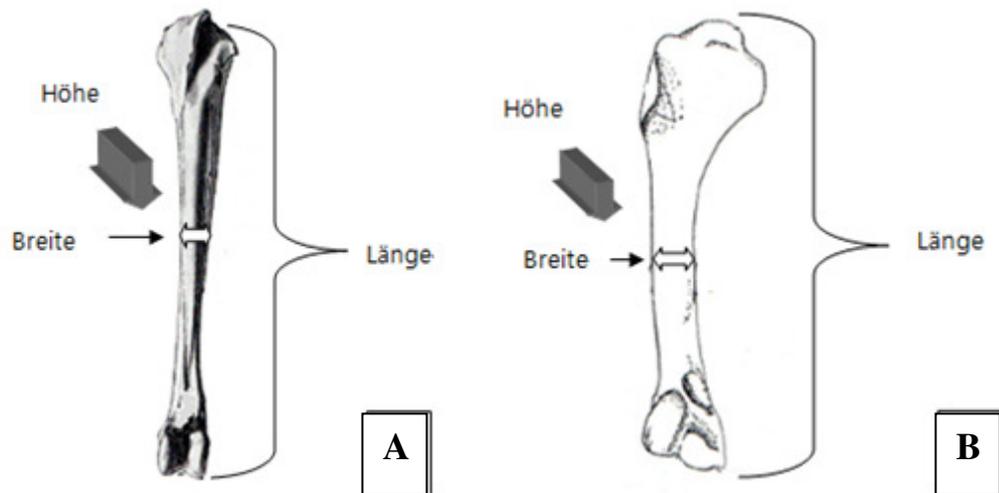
Note	Beurteilung des Leberfettes
1	hochgradige Verfettung
2	mittelgradige Verfettung
3	geringgradige Verfettung
4	Fehlende Verfettung, makroskopisch unveränderte Leber

### 3.9.2. Untersuchungen der Knochen

Es wurden jeweils der rechte und der linke *Humerus (Oberarm)* und beide *Tibiae (Unterschenkel)* von Muskeln und Sehnen freipräpariert. Die Fibula muss dabei von der Tibiadiaphyse vollständig abgetrennt sein, da die Fibula unterstützenden Einfluss auf die Knochenbruchfestigkeit der Tibia einrichten kann.

#### 3.9.2.1. Knochenmaße

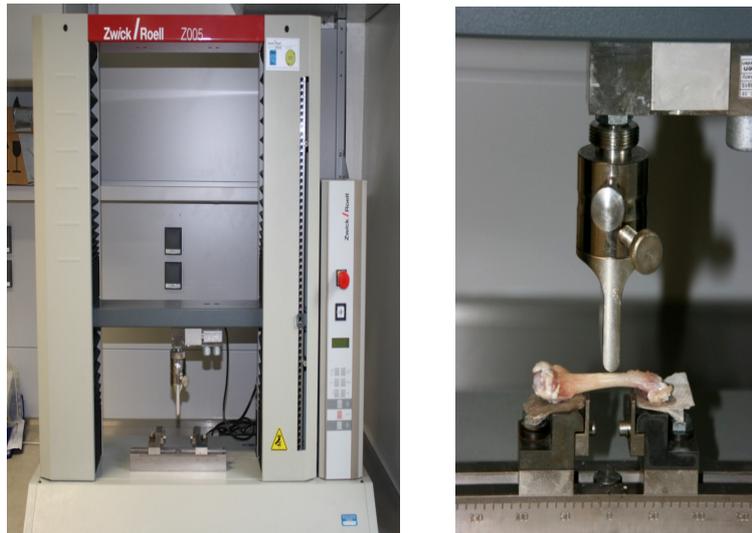
Die Bestimmung der Knochenmaße erfolgt nach dem Schema: Die Länge der Tibia wird von der *Facies articularis lateralis* bis zum *Sulcus intercondylaris* gemessen und die Länge des Humerus vom *Caput humeri* bis zum *Condylus ventralis* (siehe Abb. 14).



**Abbildung 14:** A: *Tibiotarsus* (kranialansicht, links)  
 B: *Humerus* (kranialansicht, links)  
 (entnommen aus NICKEL et al., 2004, p. 100 und p. 128)

### 3.9.2.2. Knochenbruchfestigkeit

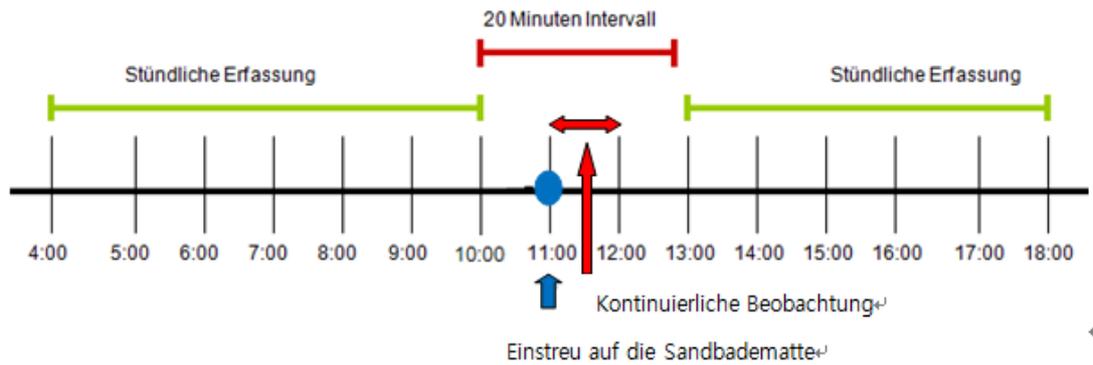
Die Bruchfestigkeitsbestimmung der Knochen erfolgte mit Hilfe der Materialprüfmaschine Z005 (DO- FB 005 TS, Zwick/ Roell AG, Ulm). Bei dem Verfahren wurde der Knochen mit der konkaven Seite nach oben auf die zwei Auflagevorrichtungen des Biegetisches gelegt. Der *Condylus* (*Gelenkknorrn*) zeigte jeweils nach rechts unten, unabhängig ob rechter oder linker *Humerus*- oder *Tibiaknochen*. Durch eine von oben herab fahrende Biegefinne wurde der Knochen mit zunehmender Kraft zentrisch belastet bis er vollständig brach. Die zum Brechen des Knochens benötigte maximale Kraft wurde in Newton (N) angegeben. Die Auswertung erfolgte mit der Prüfsoftware testXpert® V 11,0. Die Untersuchung wurde mit zwei Prüfvorschriften durchgeführt. Die Prüfvorschrift nach Holz DIN 52186 erfolgte mit einer Stützweite von 300 mm und einer Prüfgeschwindigkeit von 80 mm/min. Für die Prüfvorschrift nach München wurde die Vorkraft mit 5 N, die Vorkraft-Geschwindigkeit mit 50 mm/min und die Prüfgeschwindigkeit mit 30 mm/min eingestellt. Die Prüfvorschrift nach München wurde hier angewendet, da sie aus langjähriger Erfahrung und zur Vergleichbarkeit bereits abgeschlossener Dissertationen aus dem Lehrstuhl zur Verfügung steht.



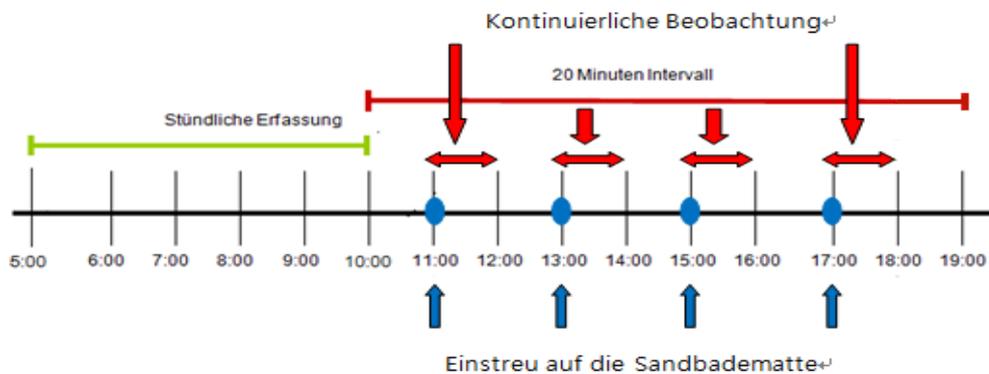
**Abbildung 15: Fotografische Darstellung der Drei-Punkt-Biegevorrichtung der Materialprüfmaschine Z005 (DO- FB 005 TS, Zwick/ Roell AG, Ulm) für die Messung der Knochenbruchfestigkeit; rechtes Bild mit aufliegendem Humerusknochen**

### **3.10. Verhaltensbeobachtungen**

Die Häufigkeit und Dauer des Staubbadeverhaltens und die Aktivitäten der Tiere in der Hell-Dunkelphase wurden genau untersucht. Dazu wurde in jedem der zehn Abteile eine digitale Infrarotkamera (Santec Farb-Spezialkamera mit IR-LED, Typ VTC-E220IRP) installiert. Die Videoaufnahmen wurden 48 Stunden pro Woche im Zeitraum von 03.02.2010 bis 28.08.2010 (bzw. 30 Wochen lang) durchgeführt. Insgesamt wurden 13.440 Stunden aufgezeichnet und davon in der Summe 6.020 Stunden ausgewertet. Die Videotechnik und Software der Firma Indigo Vision Inc., USA, wurden über die Firma Ippi GmbH, München, bezogen. Mit Hilfe der Sampling-, Recording-Regeln und kontinuierlichen Aufzeichnungen von MARTIN und BATESON (2007) wurde das Verhalten der Legehennen schließlich ausgewertet. Die Videoauswertungen wurden nach Einstreuhäufigkeit (siehe Tabelle 12) mit den unterschiedlichen 20-Minuten-Intervall Beobachtungen und kontinuierlichen Beobachtungen durchgeführt. Die allgemeinen Auswertungsschemata für Februar 2010 bzw. August 2010 (minimale Einstreuhäufigkeit von 1x/Tag) und Mai 2010 (maximale Einstreuhäufigkeit von 4x/Tag) ist den Abbildungen 16 und 17 zu entnehmen.



**Abbildung 16: Einstreugabe auf die Matte 1 Mal/Tag im Februar 2010**



**Abbildung 17: Einstreugabe auf die Matte 4 Mal/Tag im Mai 2010**

### 3.10.1. Stündliche Beobachtungen in der Hellphase

Im Februar und März 2010 lag die Hellphase in der Zeit zwischen 4:00 Uhr und 18:00 Uhr. Die Dämmerung dauerte 30 Minuten zwischen der Zeit von 3:30 und 4:00 Uhr und 17:30 und 18:00 Uhr. In der Sommerzeit wurde der Sonnenlichtsimulator nicht umgestellt, daher wurde die Hell-Dunkelphase um eine Stunde verschoben: Hellphase zwischen 5:00 und 19:00 Uhr. Für die stündlichen Beobachtungen wurde das „Scan Sampling“ (MARTIN und BATESON, 2007) verwendet. Nach der „Scan Sampling“-Technik wurde die gesamte Gruppe in bestimmten Intervallen gezählt und das Verhalten jedes Individuums in genau diesem Moment aufgezeichnet. Die Hennen wurden stündlich beobachtet und die Beobachtungen notiert. Es wurde aufgezeichnet, ob die Hennen zum Beispiel in der Hellphase fraßen, tranken, auf der Sitzstange

ruhten, auf dem Gitter oder der Staubbadematte verweilten, auf der Staubbadematte Staubbadeverhalten zeigten oder Gefiederpflege durchführten.

### **3.10.2. 30-Minuten-Intervall-Beobachtung in der Dunkelphase**

Im Februar 2010 und März 2010 lag die Dunkelphase zwischen 18:00 Uhr und 3:30 Uhr; von April 2010 bis August 2010 zwischen 19:00 Uhr und 4:30 Uhr. Die Beobachtung in der Dunkelphase wurde mit einem 30-Minuten-Intervall durchgeführt, jeweils eine Nacht in der ersten Woche des Monats. Es wurden insgesamt sieben Nächte ausgewertet. In der Dunkelphase wurde hauptsächlich untersucht, wo sich die Hennen zum Zeitpunkt der Beobachtung aufhielten, z. B. auf den Sitzstangen, auf dem Gitterboden, auf der Staubbadematte oder im Nest.

### **3.10.3. 20-Minuten-Intervall-Beobachtung in der Hellphase**

Die Hauptstaubbadezeit fängt fünf Stunden nach Beginn der Hellphase an (TELLE, 2011), daher wurde die 20-Minuten-Intervall-Beobachtung ab 10:00 Uhr durchgeführt. Bei der einmalig am Tag durchgeführten Einstreugabe erfolgte die 20-Minuten-Intervall-Beobachtung bis 13:00 Uhr. Bei der zweimalig am Tag erfolgten Einstreugabe wurde die Beobachtungszeit um zwei Stunden verlängert bzw. bis 15:00 Uhr durchgeführt. Diese Beobachtungen wurden ebenfalls nach den Regeln des „Scan Samplings“ durchgeführt.

### **3.10.4. Kontinuierliche Beobachtung des Staubbadeverhaltens**

Nach der Einstreugabe auf die Staubbadematte wurden die Hennen eine Stunde lang ohne Unterbrechung beobachtet. Hauptsächlich wurde dabei das Staubbadeverhalten auf der Staubbadematte erfasst bzw. die Dauer des Staubbadeverhaltens und die Ursachen für die Unterbrechungen und deren Auslöser notiert. Dies erfolgte nach „Continuous Recording“ und „Behaviour Sampling“ (MARTIN und BATESON, 2007). „Continuous Recording“ ermöglicht die Messung der wahren Häufigkeiten, der

Dauer und des Zeitumfanges, wann ein Ereignis beginnt und wann es endet. Mit der Hilfe von „Behaviour Sampling“ wird jedes Auftreten eines bestimmten Verhaltenstyps in einer Gruppe aufgezeichnet.



**Abbildung 18: Auf den angebotenen Astrotufmatten staubbadende LB- und LSL-Hennen**

### **3.10.5. Ethogramm über die Beurteilung des Verhaltens**

Für die Verhaltensauswertung wurde das „Scan-Sampling“, „Behaviour Sampling“ und „Continuous Recording“ nach MARTIN und BATESON (2007) angewandt. Das Ethogramm der Verhaltensweisen wird in der Tabelle 15 dargestellt.

**Tabelle 15: Ethogramm der untersuchten Verhaltensweisen**

<b>Komfortverhalten</b>	Staubbaden	Die Henne pickt und scharrt und liegt auf der Staubbadematte. Scharrt mit den Füßen abwechselnd und schleudert Bodensubstrat mit dem Bug beider Flügel in das aufgeplusterte Gefieder. Liegt auf der Seite mit Füßen gestreckt. Steht auf und verlässt die Matte. Axiales Körperschütteln zum Abschluss (modifiziert nach FÖLSCH et al. (1992)). Die Unterbrechung während des Staubbadens wurde nur bis 60 Sekunden gezählt. Wenn die Unterbrechung über 60 Sekunden dauerte, galt es als störungsbedingtes Beenden des Staubbadens.
	Gefiederpflege	Die Henne pflegt sich ihr Gefieder mit ihrem Schnabel.
<b>Nahrungserwerbsverhalten</b>	Fressen aus dem Futtertrog	Der Kopf einer Henne befindet sich über dem Futtertrog und diese pickt mit dem Schnabel in das angebotene Futtermittel
	Trinken	Die Henne taucht ihren Schnabel auf dem Boden der Tränkeeinrichtung ein und hebt anschließend ihren Kopf mit offenem Schnabel an.
<b>Aufenthalt</b>	Staubbadematte	Die Henne steht, liegt oder staubbadet auf der Staubbadematte.
	Gitterboden	Die Henne steht oder liegt auf dem Gitterboden.
	Nest	Die Henne befindet sich im Nest.
	Sitzstange	Die Henne befindet sich auf der Sitzstange.

### 3.11. Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die statistische Erfassung der Ergebnisse wurde deskriptiv unter Zuhilfenahme der Computer-Software Microsoft Excel<sup>®</sup> (Fa. Microsoft Corporation, Redmond WA, USA) und des Programms SPSS<sup>®</sup> (SPSS Inc., an IBM Incompany, Chicago) durchgeführt. Die Auswertungen erfolgten in Zusammenarbeit mit dem StabLab der LMU München unter der Leitung von Prof. Dr. H. Küchenhoff. Für die Legeleistung, den Futterverbrauch, Produktmerkmale, physiologische Parameter, die Staubbade- und die Unterbrechungsdauer, den Aufenthaltsort in der Hell- und Dunkelphase und das Nahrungsaufnahme- bzw. das Gefiederpflegeverhalten wurden lineare gemischte Modelle mit randomisiertem Intercept für die statistische Auswertung verwendet, da von jeder Henne mehrfach unterschiedliche Zahlen im zeitlichen Verlauf angegeben wurden. Die Auswertung der einzelnen physiologischen Parameter erfolgte für jede Henne explizit. Andere auszuwertende Parameter wie z.B. Legeleistung oder Verhalten wurden für jeweils ein Abteil – also für zwei Hennen gemeinsam – vorgenommen. Die nach dem LAYWEL-Schema mit Noten untersuchten Werte wurden mit verallgemeinerten linearen gemischten Modellen (multinomiale logistische Regression) ausgewertet. Hier wurden wieder mehrere Werte von jeder Henne im zeitlichen Verlauf angegeben, daher ist die einfache ordinale Regression (Wilcoxon-Test) nicht verwendbar. Bei der Post-Mortem-Untersuchung erfolgte die Datenerhebung wieder für jede Henne einzeln. Daher wurden z.B. bei Leber- und Milzgewicht, Knochenmaße und Knochenbruchfestigkeit der t-Test verwendet. Beim Leberfettgehalt wurde zur statistischen Auswertung die ordinale Regression verwendet. Bei der Staubbadeanzahl innerhalb einer Stunde nach Einstreugabe wurden verallgemeinerte lineare gemischte Modelle nach der Poisson-Verteilung verwendet, da sich die ermittelten Werte nicht in regelmäßiger Normalverteilung erstrecken. Wenn Irrtumswahrscheinlichkeitswerte (p) weniger als 0,05 ermittelt wurden, wurden sie als signifikant angesehen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Beleuchtung

Die Mittelwerte der Beleuchtungsstärke, gemessen in Lux nach dem „Sechs-Seiten-Prinzip“, betragen zu Beginn der Studie am 26.10.2009 in den Aktivitätsbereichen der Abteile (Futtertrog, Staubbadematte, Gitterboden und Sitzstange) 1,76 lx und ab November 2009 7,98 lx (gemessen am 04.05.2010). Im Nest lag der Wert am 26.10.2009 bei durchschnittlich 0,33 lx und am 04.05.2010 bei 2,34 lx. Die Mittelwerte der einzelnen Abteilerbereiche können der Tabelle 16 entnommen werden.

**Tabelle 16: Durchschnittliche Beleuchtungsstärke in Lux vor und nach der Lichtumstellung an verschiedenen Messpunkten im Käfig (MW = Mittelwert, max = maximal, min = minimal)**

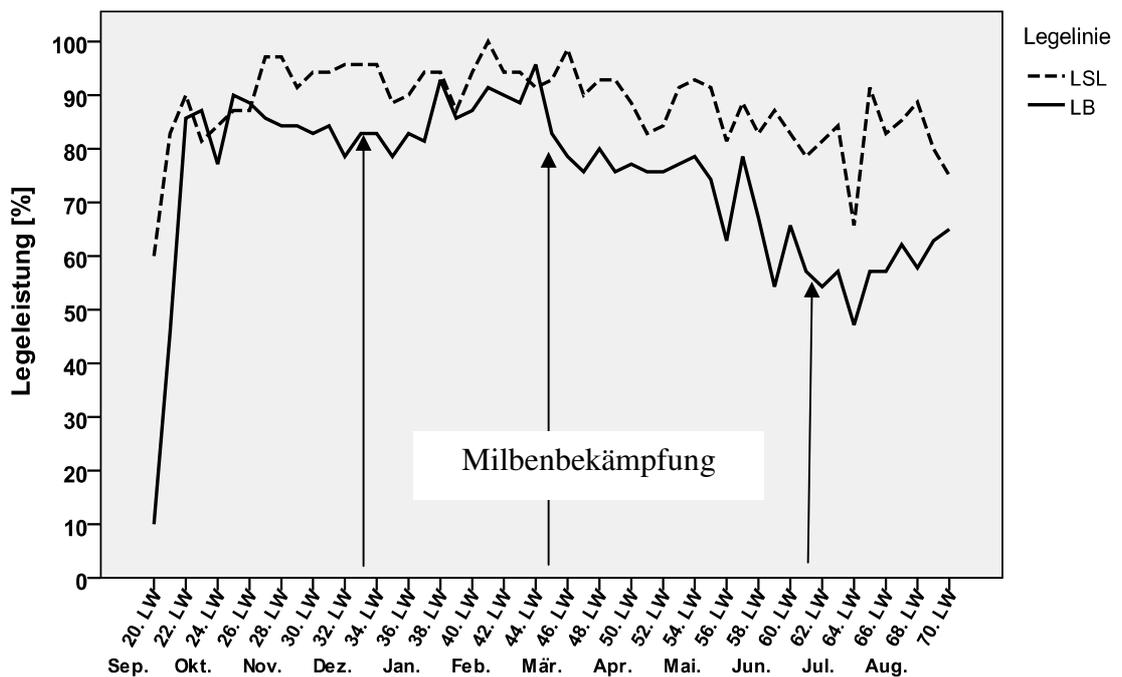
Messpunkte	Tag der Luxmessung					
	26. 10. 2009			04. 05.2010		
	MW	max	min	MW	max	min
Futtertrog	2,73 lx	13,66 lx	0,21 lx	11,95 lx	29,92 lx	0,59 lx
Staubbadematte	1,77 lx	9,65 lx	0,13 lx	6,94 lx	39,41 lx	0,84 lx
Käfigmitte	2,00 lx	11,11 lx	0,16 lx	7,30 lx	39,37 lx	0,84 lx
Sitzstange	0,52 lx	3,64 lx	0,08 lx	5,74 lx	27,62 lx	1,12 lx
Nest	0,33 lx	2,79 lx	0,02 lx	2,34 lx	20,63 lx	0,13 lx

### 4.2. Leistungsparameter

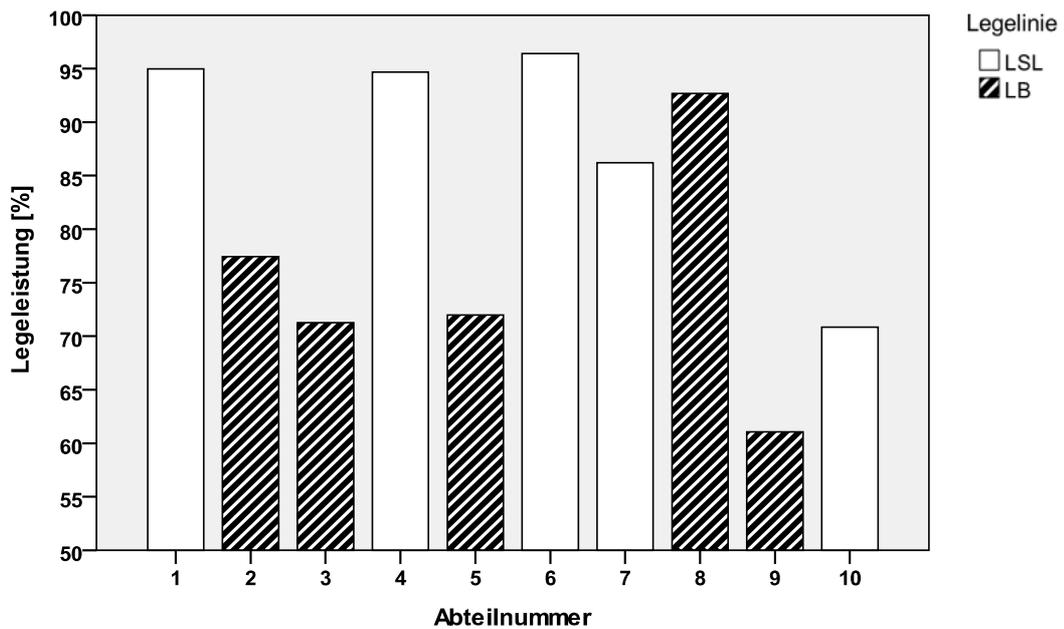
#### 4.2.1. Legeleistung

Die innerhalb von 50 Lebenswochen (ca. 12 Monaten) arithmetisch ermittelten Legeleistungswerte lagen bei 88,62 % ( $\pm$  SEM 0,57 %) für die LSL-Hennen und bei 76,26 % ( $\pm$  SEM 0,76 %) für die LB-Hennen. Somit wurden bei den beiden Legelinien keine signifikante Unterschiede ( $p = 0,09$ ) aufgezeigt. Die Legeleistung je LSL-Henne lag bei 309,4 Eiern. Dazu wurden 261 Eier je LB-Henne ermittelt. Die im Rahmen

dieser Dissertationsarbeit untersuchten LSL-Hennen erwiesen sich mit 50 % der Eiproduktion in der 20. Lebenswoche als legereif, die LB-Hennen dagegen erst in der 22. Lebenswoche. Die höchste Legeleistung im Verlauf der Legeperiode erreichten die LSL-Hennen in der 41. Lebenswoche mit 100 %; bei den LB-Hennen wurde der höchste Wert in der 44. Lebenswoche mit 96 % erreicht. Die tiefsten Werte wurden innerhalb der 64. Lebenswoche erreicht: bei den LSL-Hennen 66 % und bei den LB-Hennen 47 % (siehe Abb. 19).



**Abbildung 19: Legeleistung [in %] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (die Zahl der täglich gelegten Eier wurde in ein %-Verhältnis zur anwesenden Hennenzahl je Legelinie gesetzt. Die Legeleistung ist für jede Woche im Durchschnitt angegeben. Beginn war der Zeitpunkt, an dem an drei aufeinander folgenden Tagen über 50 % der Hennen ein Ei legten; Legeleistungsdauer LSL-Hennen 348 Tage und LB-Hennen 337 Tage. Anzahl gelegter Eier LSL: n = 1740, LB: n = 1685, p = 0,09, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, siehe Tab. 21 und 22 im Anhang)



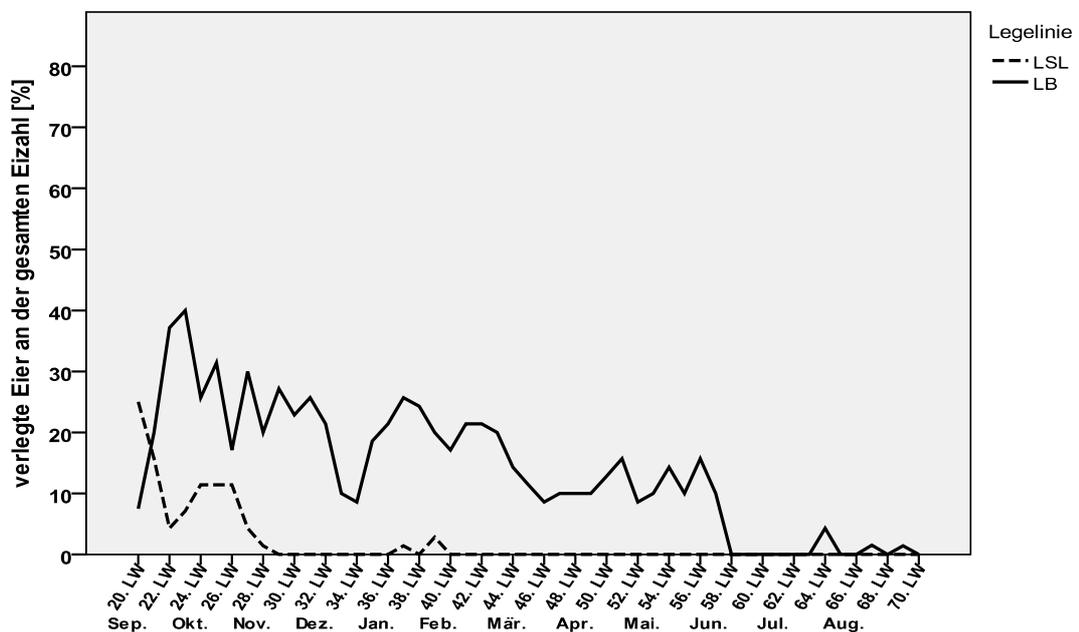
**Abbildung 20: Durchschnittliche Legeleistung [in %] während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit der einzelnen Abteile und der Legelinie**

**Tabelle 17: Legeleistung [in %] während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit der einzelnen Abteile und der Legelinie (Abteilnr. = Abteilnummer, n = gesamte Tage der Legeleistungsdauer)**

Legelinie	Abteilnr.	n	MW	SD	SEM
LSL	1	348	94,97	16,87	,90
	4	348	94,68	17,20	,92
	6	348	96,41	16,37	,88
	7	348	86,21	24,23	1,30
	10	348	70,83	31,37	1,68
LB	2	337	79,82	29,52	1,61
	3	337	72,11	27,16	1,48
	5	337	72,40	41,67	2,27
	8	337	94,96	16,50	,90
	9	337	62,02	26,38	1,44

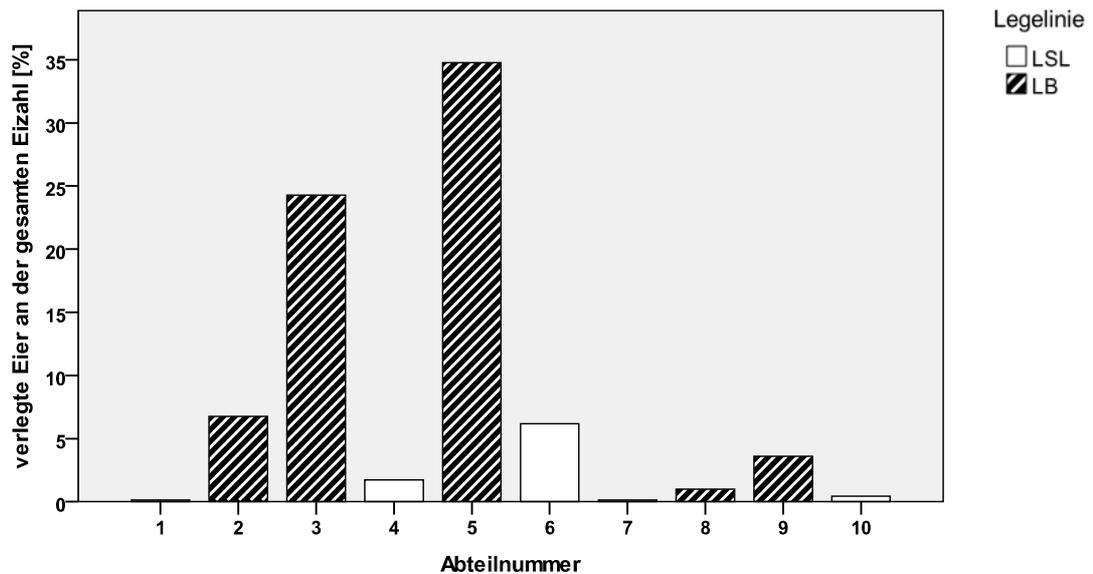
#### 4.2.2. Anteil verlegter Eier

Der Mittelwert verlegter Eier für die gesamte Legeperiode betrug für die LSL-Hennen 1,72 % ( $\pm$  SEM 0,25) und für die LB-Hennen 14,04 % ( $\pm$  SEM 0,59). Die höchste Rate an verlegten Eiern mit 40 % in der 23. Lebenswoche zeigte die Legelinie der LB-Hennen (siehe Abb. 21). Es ergab sich diesbezüglich ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Legelinien. Der Anteil der verlegten Eier der LB-Hennen sank ab der 58. LW. Im Allgemeinen nahm die Anzahl der verlegten Eier in beiden Legelinien kontinuierlich ab.



**Abbildung 21: Anteil verlegter Eier [in %], im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Zahl der täglich verlegten Eier wurde in ein %-Verhältnis zur jeweils mittleren gelegten Eizahl je Legelinie berechnet. Anzahl gelegter Eier LSL: n = 1740, LB: n = 1690; da sich bei LSL meistens Werte von 0 % ergaben, war die Signifikanz mit linearen gemischten Modelle nicht auswertbar. Es ist aber zu erkennen, dass deutliche Unterschiede zwischen den Legelinien ermittelt wurden, siehe Tab. 23 und 24 im Anhang)

Die Mittelwerte der einzelnen Abteile können der Abbildung 22 und der Tabelle 25 im Anhang entnommen werden.



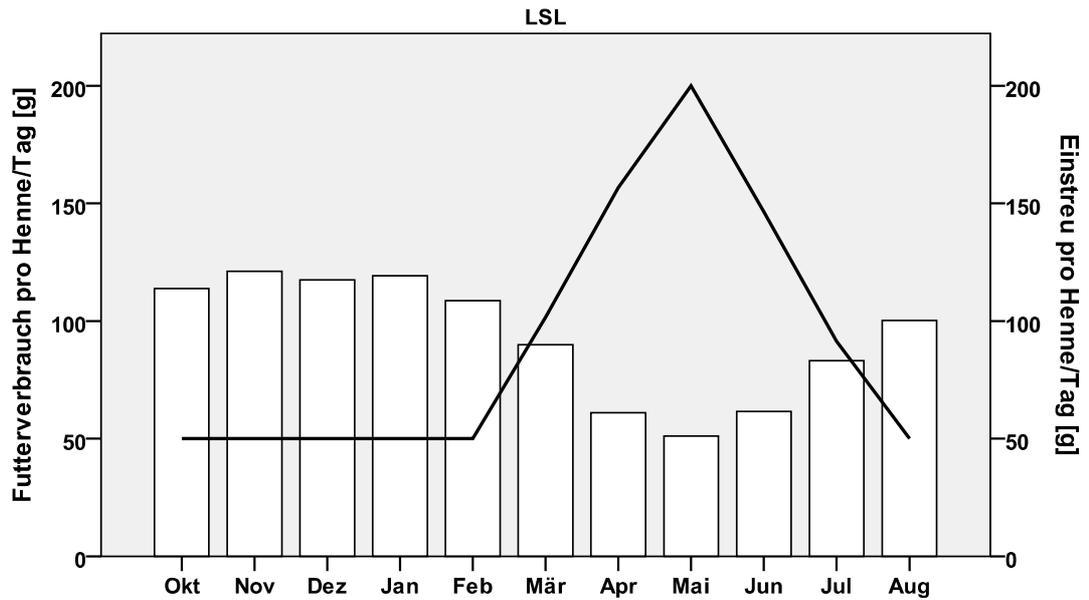
**Abbildung 22: Anteil verlegter Eier [in %] in Abhängigkeit der einzelnen Abteile und der Legelinie (Werte siehe Tab. 25 im Anhang)**

### 4.3. Futterverbrauch aus dem Futtertrog

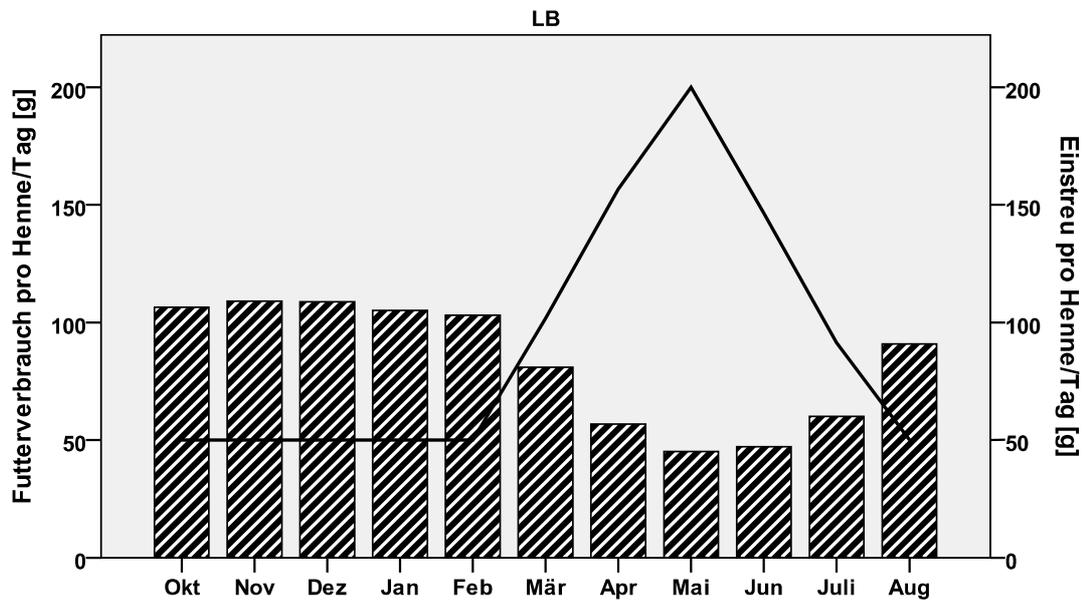
In der gesamten Legeperiode wurde von den LSL-Hennen durchschnittlich 91,78 g ( $\pm$  SEM 1,14) Futter pro Henne und Tag, bei den LB-Hennen 81,22 g ( $\pm$  SEM 0,93) Futter aus dem Trog aufgenommen (siehe Abb. 23). Hier ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Legelinien. Der Futterverbrauch im Abteil Nr. 6 (LSL-Hennen) konnte aus einem technischen Grund nicht in die Berechnung mit aufgenommen werden.



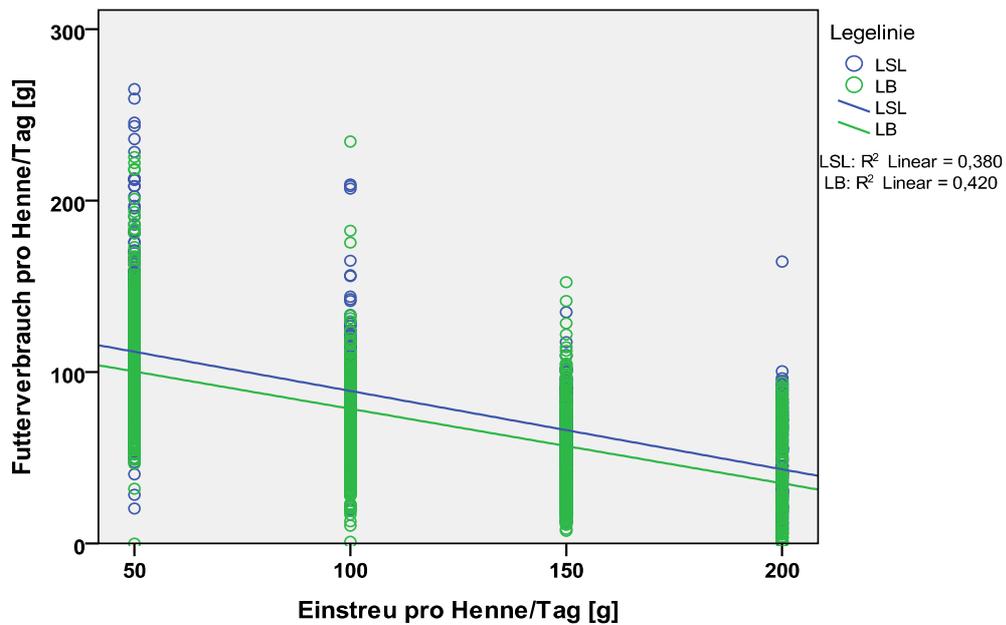
Der Futterverbrauch pro Henne und Tag war bei den LSL-Hennen während der gesamten Legeperiode höher als der der LB-Hennen (siehe Abb. 25 und Abb. 26). Zwischen Oktober 2009 und Februar 2010 wurde einmal pro Tag 50 g Einstreu (Futtermittel) auf jede der beiden vorhandenen Staubbadematten pro Abteil eingegeben. In diesem Zeitraum nahm jede LSL-Henne durchschnittlich 116,06 g ( $\pm$  SEM 4,19) und jede LB-Henne 106,48 g ( $\pm$  SEM 2,25) Futter pro Tag auf. Mit dem Beginn der zweimal täglich erfolgten Einstreugabe (jeweils 50 g, insgesamt 100 g pro Staubbadematte) sanken die Mittelwerte des täglichen Futterverbrauchs der LSL-Hennen auf durchschnittlich 89,91 g ( $\pm$  SEM 2,69) und der LB-Hennen auf 80,96 g ( $\pm$  SEM 2,14). Bei dreimalig erfolgtem täglichem Einstreuen (insgesamt 150 g pro Staubbadematte) sank der Futterverbrauch der LSL-Hennen auf durchschnittlich 61,01 g ( $\pm$  SEM 2,05) und der LB-Hennen auf 56,81 g ( $\pm$  SEM 2,61) ab. Zu Zeiten des viermal täglich erfolgten Einstreuens lag der Mittelwert des Futterverbrauchs für die LSL-Hennen schließlich bei 51,14 g ( $\pm$  SEM 2,28) und für die LB-Hennen bei 45,15 g ( $\pm$  SEM 2,23). In diesem Monat nahmen die LB-Hennen im Abteil 2 täglich 11,24 g Futter auf. Wurde die Eintreuhäufigkeit gedrosselt, stiegen die verbrauchten Futtermengen wieder an, blieben aber schließlich unter dem Niveau der vorherigen Futter-/Einstreumengen. Die Mittelwerte der LSL-Hennen im Juni lagen bei 61,54 g ( $\pm$  SEM 2,45) , im Juli bei 83,23 g ( $\pm$  SEM 2,24) und im August bei 100,30 g ( $\pm$  SEM 3,04); bei den LB-Hennen befanden sich diese jeweils bei 47,21 g ( $\pm$  SEM 2,08), bei 60,10 g ( $\pm$  SEM 2,36) und bei 90,81 g ( $\pm$  SEM 1,80), (siehe Abb. 25 und 26). In der Abbildung 27 ist zu sehen, dass die LSL-Hennen deutlich größere Mengen an Futter verbrauchten als die LB-Hennen. Bezieht man die täglich pro Henne eingestreute Futtermenge mit ein, lag die Gesamtmenge bei den LSL-Hennen im Falle des einmaligen Einstreuintervalls pro Tag bei 166,06 g ( $\pm$  SEM 4,19), im Falle des zweimaligen Intervalls bei 189,91 g ( $\pm$  SEM 2,69), im Falle des dreimaligen Intervalls bei 211,01 g ( $\pm$  SEM 2,05) und im Falle des viermaligen Intervalls bei 251,14 g ( $\pm$  SEM 2,28). Bei den LB-Hennen ergaben sich für die entsprechenden Einstreuhäufigkeiten die Werte 156,48 g ( $\pm$  SEM 2,25), 180,96 g ( $\pm$  SEM 2,14), 206,81 g ( $\pm$  SEM 2,61) und 245,15 g ( $\pm$  SEM 2,23).



**Abbildung 25: Durchschnittlicher Futter- und Futtereinstreuverbrauch pro LSL-Hennen/Tag [in g] im zeitlichen Verlauf der Monate Oktober 2009 bis August 2010 (Werte siehe Tab. 30 im Anhang)**



**Abbildung 26: Durchschnittlicher Futter- und Futtereinstreuverbrauch pro LB-Henne/Tag [in g] im zeitlichen Verlauf der Monate Oktober 2009 bis August 2010 (Werte siehe Tab. 30 im Anhang)**

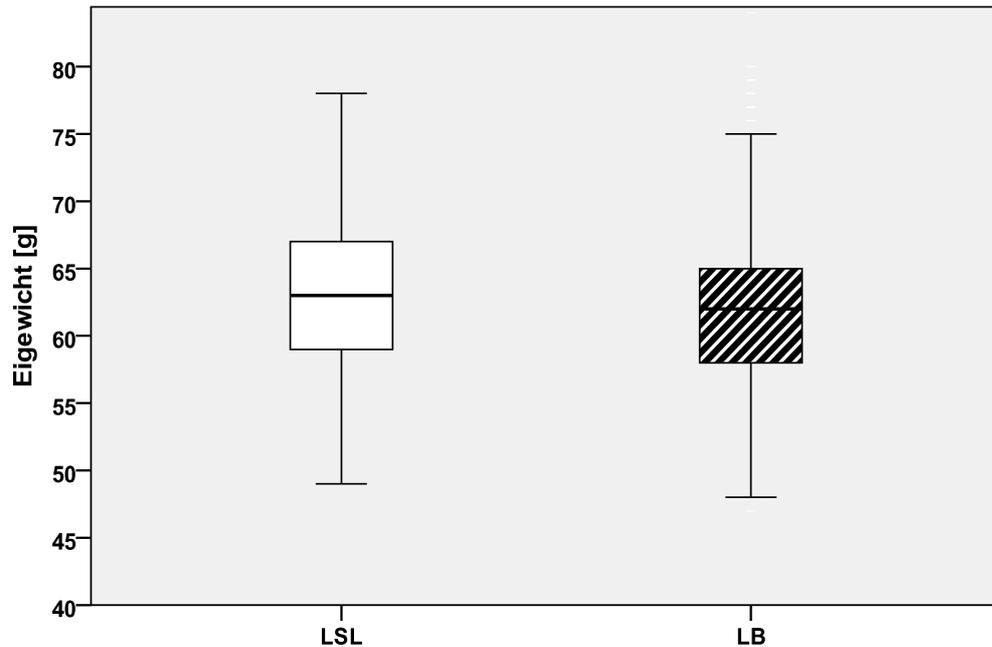


**Abbildung 27: Zusammenhang zwischen Futtermittelverbrauch aus dem Trog [in g] pro Henne und Tag und Futtermittelverteilung [in g] pro Tag pro Henne in Abhängigkeit von der Legelinie** (Signifikanz zwischen der verschiedenen Einstreumenge  $p < 0,01$ , Werte siehe Tab. 31 im Anhang)

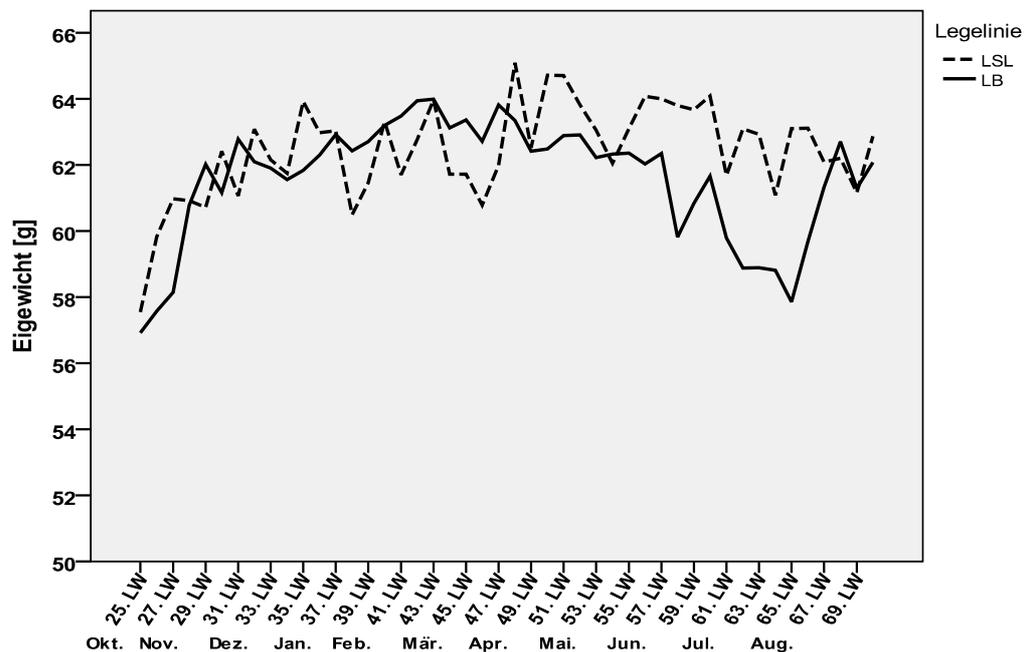
#### 4.4. Produktmerkmale

##### 4.4.1. Eigewicht

Für das Eigewicht der LSL-Hennen wurde ein Medianwert von 63 g ermittelt, für das der LB-Hennen von 62 g. Der durchschnittliche Wert über die Legeperiode betrug 62,48 g ( $\pm$  SEM 0,14) bei den LSL-Hennen und 61,76 g ( $\pm$  SEM 0,10) bei den LB-Hennen. Die Mittelwerte der Eigewichte der LB-Hennen stiegen bis zur 47. LW kontinuierlich an, während sie bei den LSL-Hennen im Überblick über die gesamte Legeperiode schwankten. Der maximale Mittelwert des Eigewichts der LSL-Hennen lag in der 48. LW. bei ermittelten 65,09 g, der maximale Mittelwert des Eigewichts der LB-Hennen in der 43. LW. bei 63,98 g. Der niedrigste bestimmte Eigewicht-Wert betrug bei den LSL-Hennen 60,48 g in der 38. LW, bei den LB-Hennen 57,85 g in der 65. LW. Es konnte keine signifikante Differenz ermittelt werden (siehe Abb. 29).



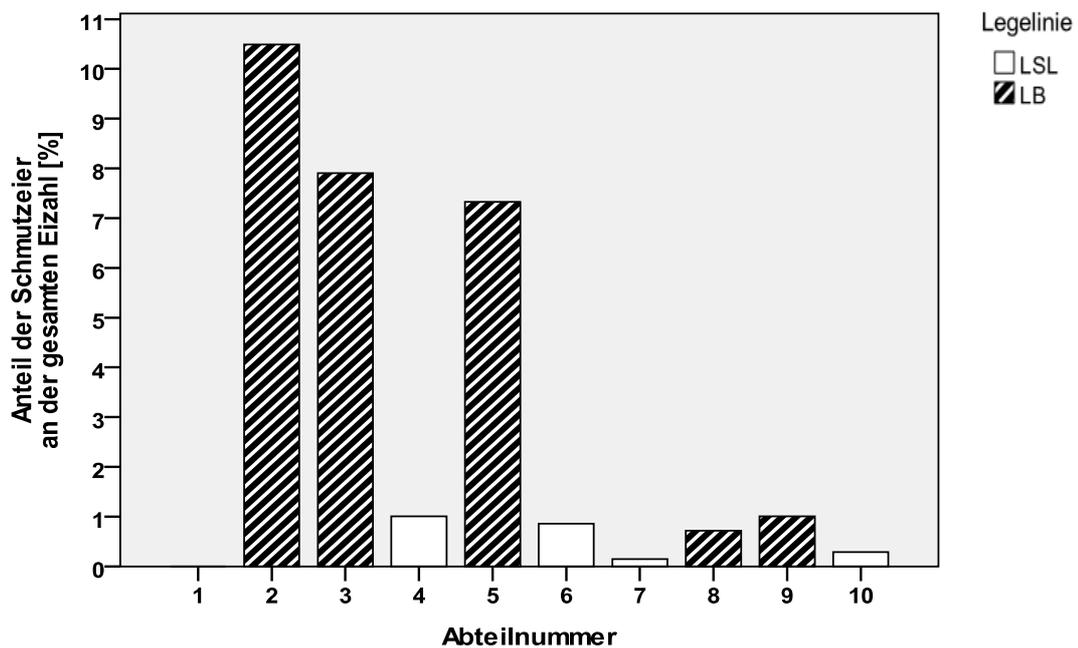
**Abbildung 28: Eigewicht [in g] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Es wurden zwischen der 25. und der 70. LW täglich die Gewichte der an dem Tag gelegten Eier der jeweiligen Legelinien bestimmt)



**Abbildung 29: Durchschnittliches Eigewicht im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Es wurden zwischen der 25. LW und 70. LW täglich die Gewichte der an dem Tag gelegten Eier der jeweiligen Legelinien bestimmt. Bei LSL: n = 2808, bei LB: n = 2367, p = 0,66, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 32 und 33 im Anhang)

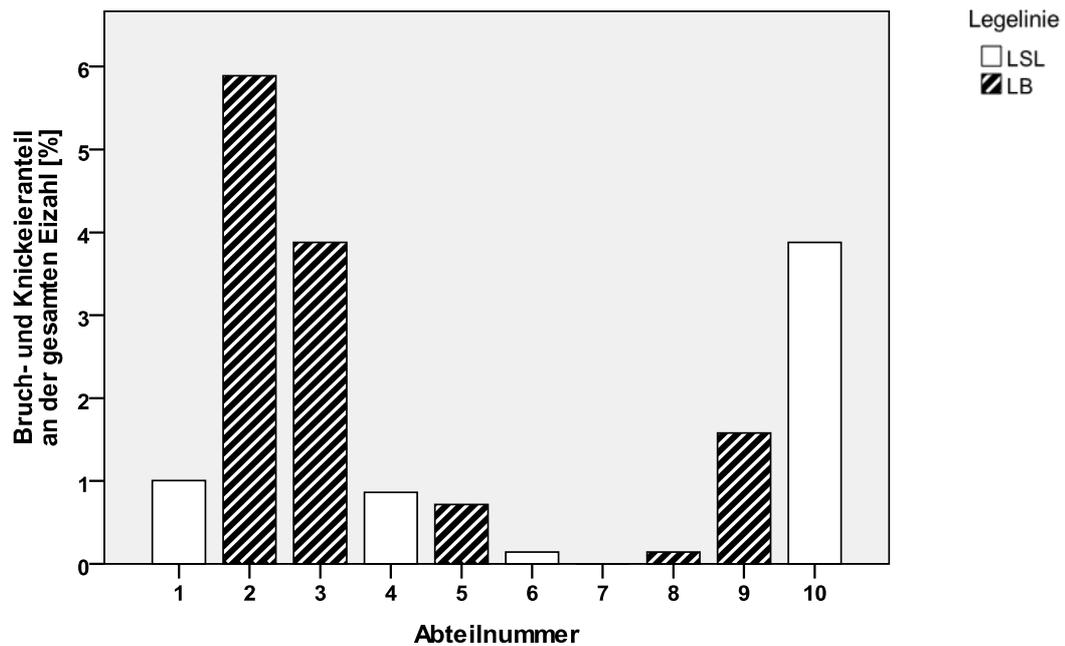
#### 4.4.2. Anteil der Bruch-, Knick- und Schmutzeier

Schmutzeier befanden sich während der Untersuchungen zur vorliegenden Dissertationsarbeit auf dem Gitterboden als verlegte Eier oder als im Nest abgelegte Eier, die aber Verschmutzungen wie Kot und/oder Blut auf der Schale aufwiesen. Der mittlere Schmutzei-Anteil lag bei den LSL-Hennen bei 0,46 % ( $\pm$  SEM 0,11), bei den LB-Hennen bei 5,46 % ( $\pm$  SEM 0,41). Signifikante Unterschiede fanden sich zwischen den Braunlegern und den Weißlegern mit  $p = 0,03$ .



**Abbildung 30: Durchschnittlicher Anteil der Schmutzeier [in %], zugeordnet zu den jeweiligen Abteilnummern in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Zahl der täglich eingesammelten Schmutzeier wurde in ein %-Verhältnis zur jeweils mittleren gelegten Eizahl pro Tag gesetzt. Bei LSL:  $n = 1740$ , bei LB:  $n = 1690$ ,  $p = 0,03$ , signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 26 im Anhang)

Der durchschnittlichen Knick- und Brucheieranteil lag bei den LSL-Hennen bei 1,18 % ( $\pm$  SEM 0,20), bei den LB-Hennen bei 2,44 % ( $\pm$  SEM 0,33). Somit konnten bezüglich des Vorkommens von Knick- und Brucheiern keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Legelinien aufgezeigt werden. Nach der Mauser der LSL-Henne Nr. 20 im Abteil Nr. 10, legte diese Henne überwiegend verformte Bruch- und Knickeier.



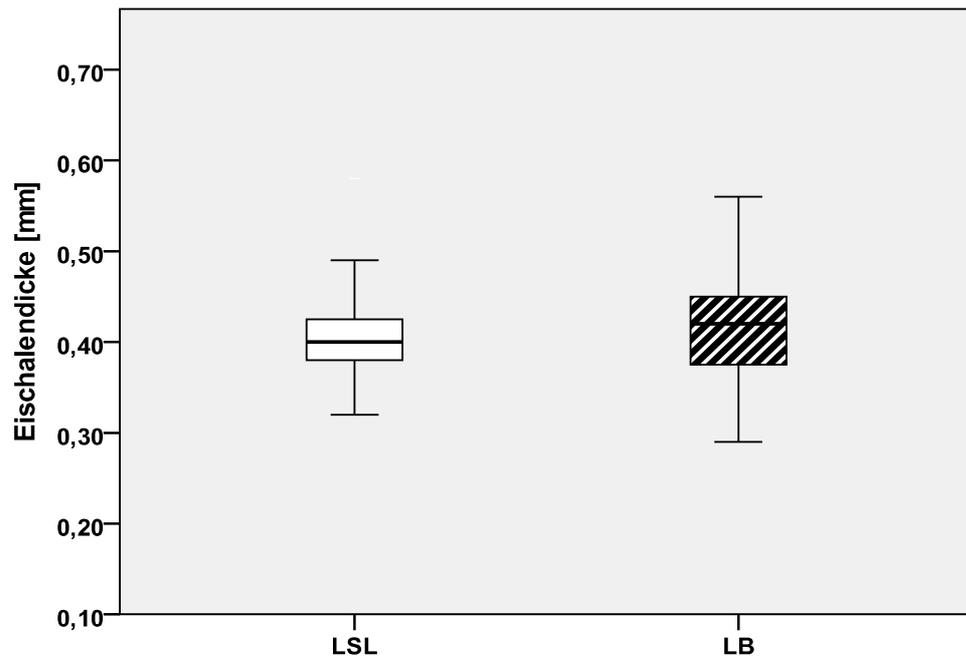
**Abbildung 31: Durchschnittlicher Anteil der Bruch- und Knickeier [in %], zugeordnet zu den jeweiligen Abteilnummern in Abhängigkeit von der Legelinie** (Der Anteil an Knick- und Brucheiern bezieht sich auf die gesamte Eizahl der jeweiligen Legelinie. Bei LSL:  $n = 1740$ , bei LB:  $n = 1690$ ,  $p = 0,35$ , kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 27 im Anhang)

#### 4.4.3. Windeier

Der Anteil der Windeier an der gesamten Eizahl, über die Legeperiode gesehen, ergab sich für die LSL-Hennen mit 0,16 % und für die LB-Hennen mit 0,12 %. Somit traten bezüglich des Vorkommens von Windeiern keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinie auf.

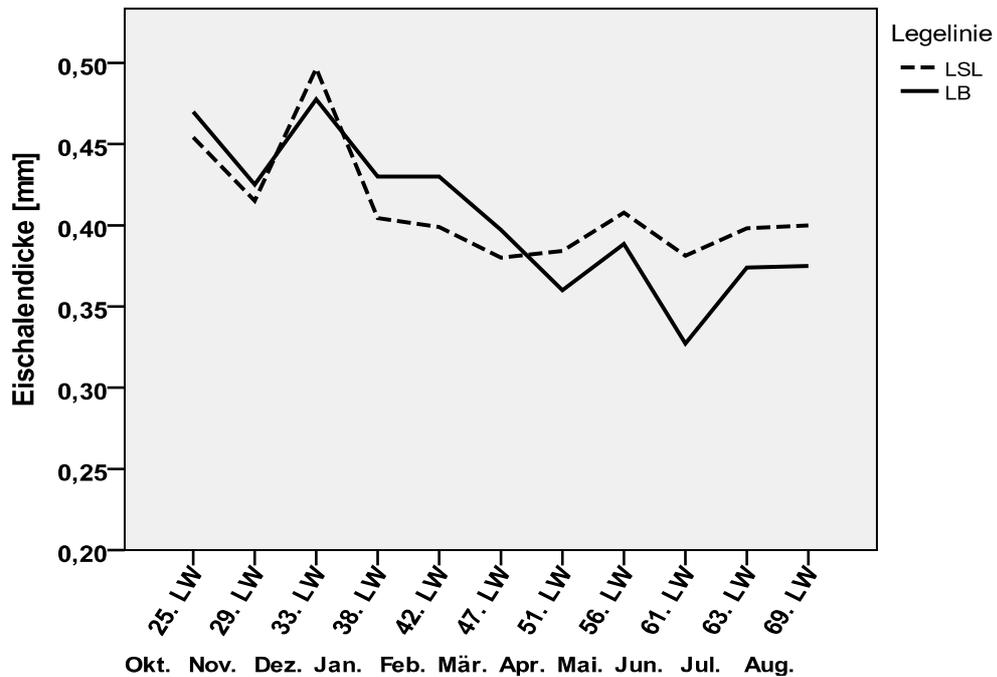
#### 4.4.4. Dicke der Eierschalen

Der Mittelwert der Eierschalendicke lag bei beiden Legelinie bei 0,41 mm ( $\pm$  SEM 0,01). Der Medianwert der Dicke der Eierschalen bei den LSL-Hennen betrug 0,40 mm, bei den LB-Hennen 0,42 mm.



**Abbildung 32: Eischalendicke [in mm] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Messungen der Eierschalendicke erfolgten monatlich von Oktober 2009 bis August 2010 an den Eiern, die am Tag der Blutentnahme gesammelt wurden)

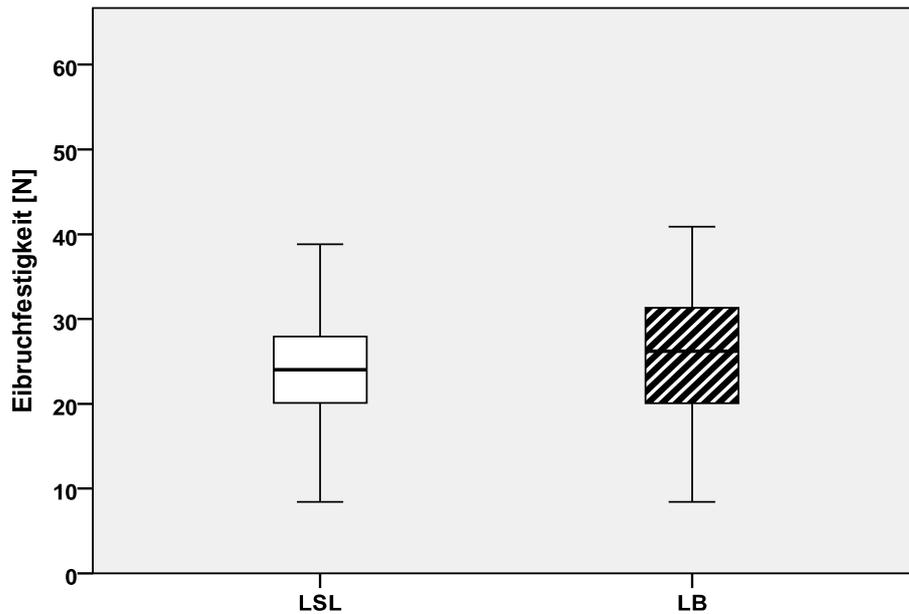
Der höchste gemessene Mittelwert ergab sich mit 0,50 mm in der 33. LW für die LSL-Hennen und für die LB-Hennen mit 0,48 mm. Nach der 33. LW fielen die Werte der beiden Legelinien allmählich ab. Der niedrigste Wert bei den LSL-Hennen betrug in der 47. LW 0,38 mm und bei den LB-Hennen in der 61. LW 0,33 mm. Es ergaben sich in den Untersuchungen der vorliegenden Dissertationsarbeit zwischen den beiden Legelinien bezüglich der Dicke der Eierschalen keine signifikanten Differenzen (siehe Abb. 33).



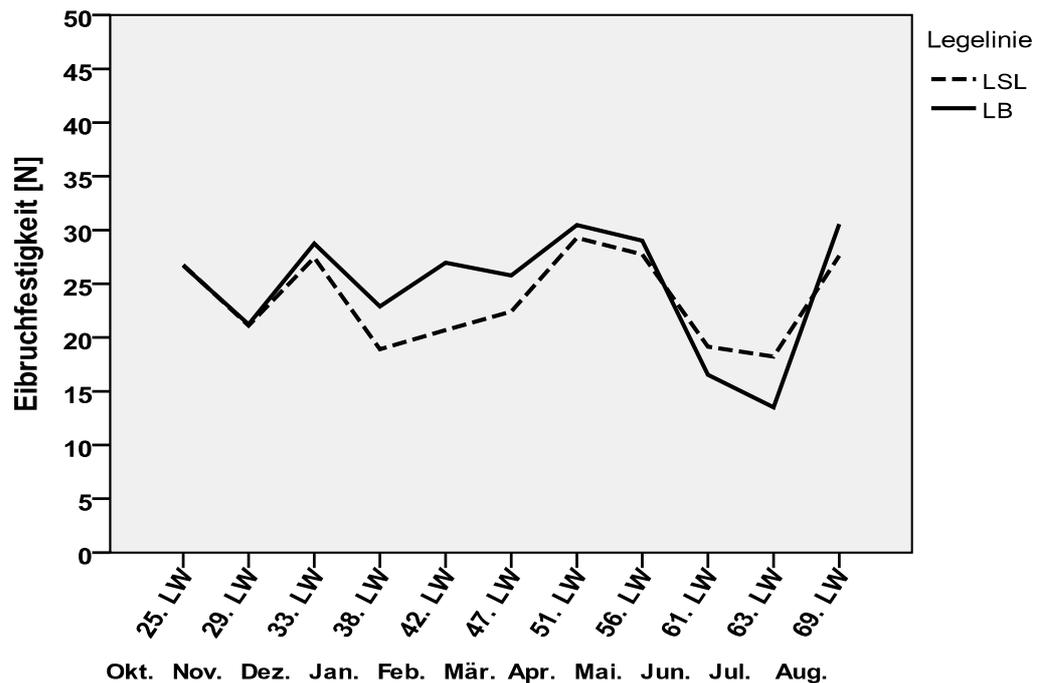
**Abbildung 33: Durchschnittliche Eischalendicke [in mm] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Messungen der Bruchfestigkeit und der Schalendicke erfolgten monatlich von Oktober 2009 bis August 2010 an den Eiern, die am Tag der Blutentnahme gesammelt wurden. Bei LSL:  $n = 95$ , bei LB:  $n = 80$ ,  $p = 0,65$ , kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 34 im Anhang)

#### 4.4.5. Bruchfestigkeit der Eierschalen

Die Eier der LSL-Hennen wiesen eine Bruchfestigkeit von 23,19 N ( $\pm$  SEM 0,77) und die der LB-Hennen von 25,18 N ( $\pm$  SEM 0,95) auf. Der Medianwert für die LSL-Hennen konnte mit 24,03 N ermittelt werden, für die LB-Hennen mit 26,18 N. Die Mittelwerte der Eibruchfestigkeit der LB-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode (außer in den Monaten Oktober 2009, Juni 2010 und Juli 2010) über denen der LSL-Hennen. Die LB-Hennen erreichten jeweils den höchsten Mittelwert von 30,56 N im August 2010 und im April 2010, mit einem Mittelwert von 30,47 N. Ebenfalls im April 2010 wurde der höchste Wert der LSL-Hennen mit 29,29 N im April 2010 gemessen. Den jeweils niedrigsten Wert verzeichneten die LB-Hennen mit 13,49 N und die LSL-Hennen mit 18,23 N im Juli 2010. In den Messungen zur Bruchfestigkeit der Eierschalen ergaben sich somit für beide Legelinien keine signifikanten Unterschiede (siehe Abb. 35).



**Abbildung 34: Bruchfestigkeit der Eierschalen [in N], in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Messungen der Bruchfestigkeit und der Schalendicke erfolgten monatlich von Oktober 2009 bis August 2010 an den Eiern, die am Tag der Blutentnahme gesammelt wurden)

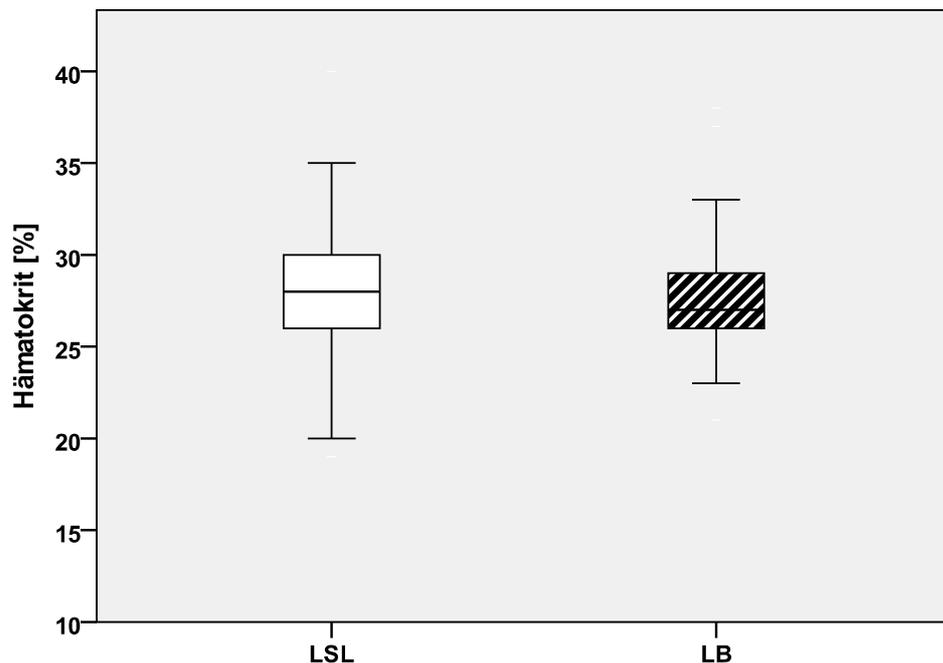


**Abbildung 35: Durchschnittliche Eibruchfestigkeit [in N] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Messungen der Bruchfestigkeit und der Schalendicke erfolgten monatlich an den Eiern, die am Tag der Blutentnahme gesammelt wurden. Bei LSL: n = 93, bei LB: n = 79, p = 0,19, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 35 im Anhang)

## 4.5. Physiologische Parameter

### 4.5.1. Hämatokrit

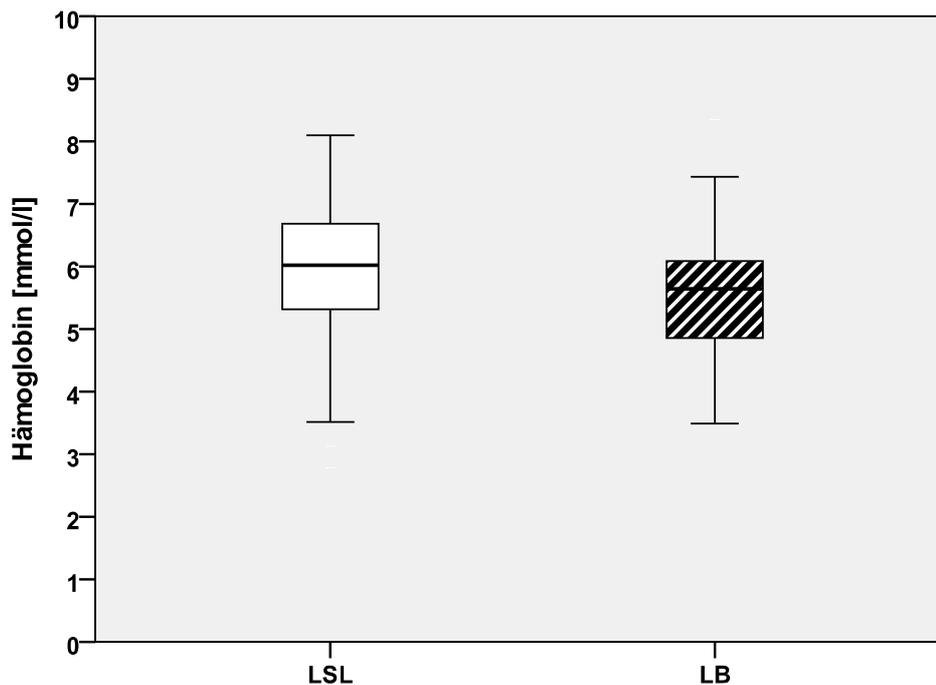
Der Hämatokrit-Mittelwert befand sich bei den LSL-Hennen bei 28,19 % ( $\pm$  SEM 0,37); bei den LB-Hennen ergab sich ein Mittelwert von 27,48 % ( $\pm$  SEM 0,24).



**Abbildung 36: Hämatokrit [in %] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Bestimmung des Hämatokrit erfolgte jeweils monatlich von Oktober 2009 bis August 2010)

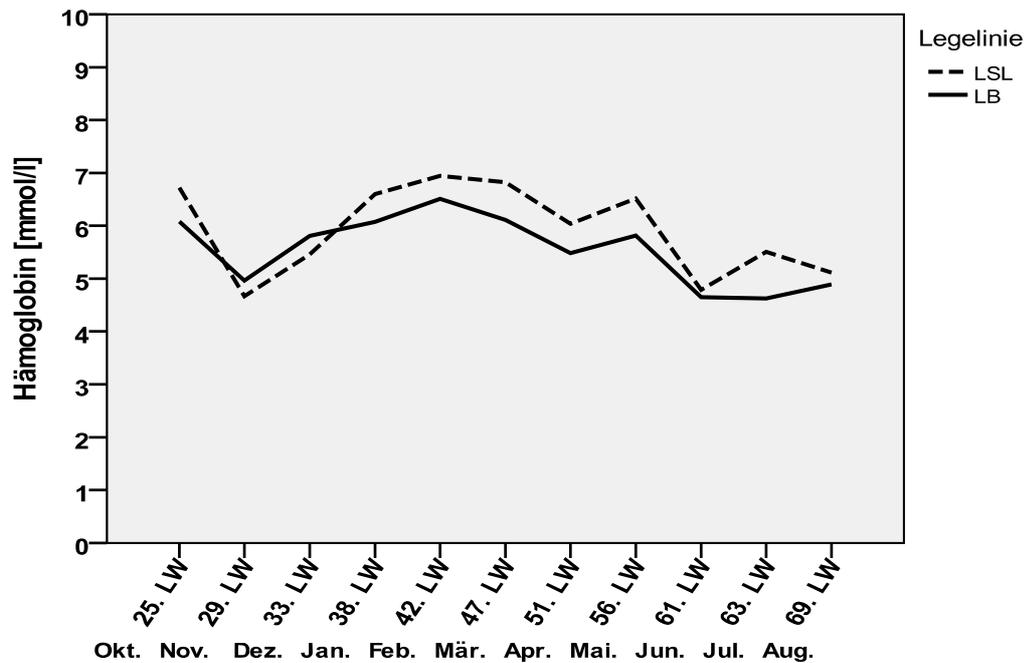
Die durchschnittlichen des Hämatokritwerte der LSL-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode (außer im November 2009, Dezember 2009 und Juni 2010) über den ermittelten Werten der LB-Hennen. Der jeweils höchste Wert der LSL-Hennen ergab sich mit 33,70 % und bei den LB-Hennen mit 30,80 % im Monat Mai. Die niedrigsten Werte der LSL-Hennen und LB-Hennen lagen im Dezember 2009 jeweils bei 24,80 % und 26,30 %. Die Werte beider Legelinien stiegen bis Mai 2010 kontinuierlich an und fielen im Juni 2010 ab auf 26 % bei den LSL-Hennen und 26,80 % bei den LB-





**Abbildung 38: Hämoglobin [in mmol/l] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Bestimmung des Hämoglobins erfolgte jeweils monatlich von Oktober 2009 bis August 2010)

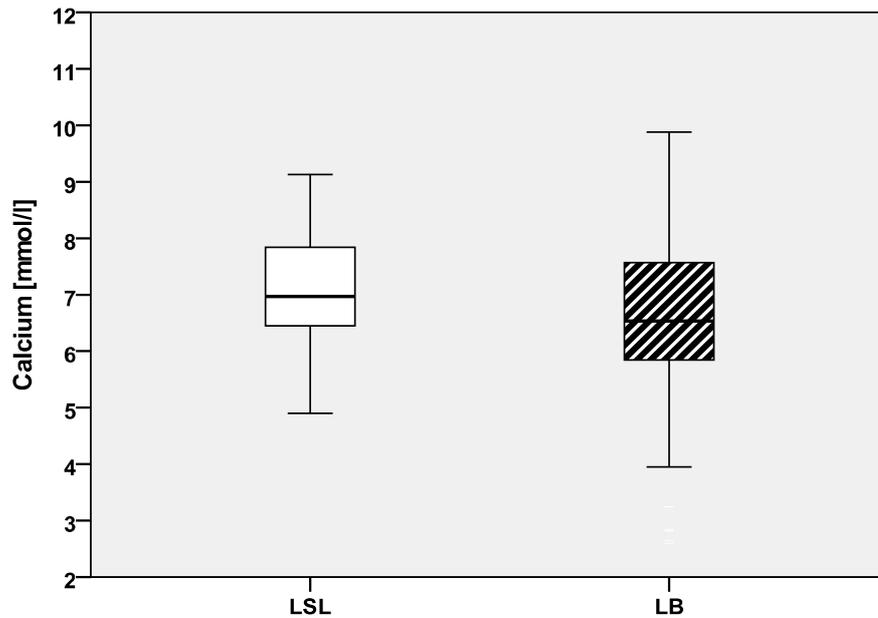
Die Hämoglobin-Mittelwerte der LSL-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode (außer im November 2009 und Dezember 2009) über den ermittelten Hämoglobin-Mittelwerten der LB-Hennen. Der höchste Wert ergab sich bei beiden Legelinien (LSL: 6,95 mmol/l; LB: 6,51 mmol/l) im Februar 2010. Der niedrigste ermittelte Hämoglobin-Wert der LSL-Hennen wurde im November 2009 mit 4,67 mmol/l ermittelt; das niedrigste Hämoglobin-Ergebnis der LB-Hennen wurde im Juni 2010 mit 4,65 mmol/l gemessen. Ab März 2010 fielen die Hämoglobin-Mittelwerte beider Legelinien kontinuierlich ab, stiegen aber im Mai 2010 wieder an, um im Juni auf ähnlich tiefe Werte zu fallen wie sie im November 2009 ermittelt wurden. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden im Rahmen dieser Dissertationsarbeit untersuchten Legelinien (siehe Abb. 39).



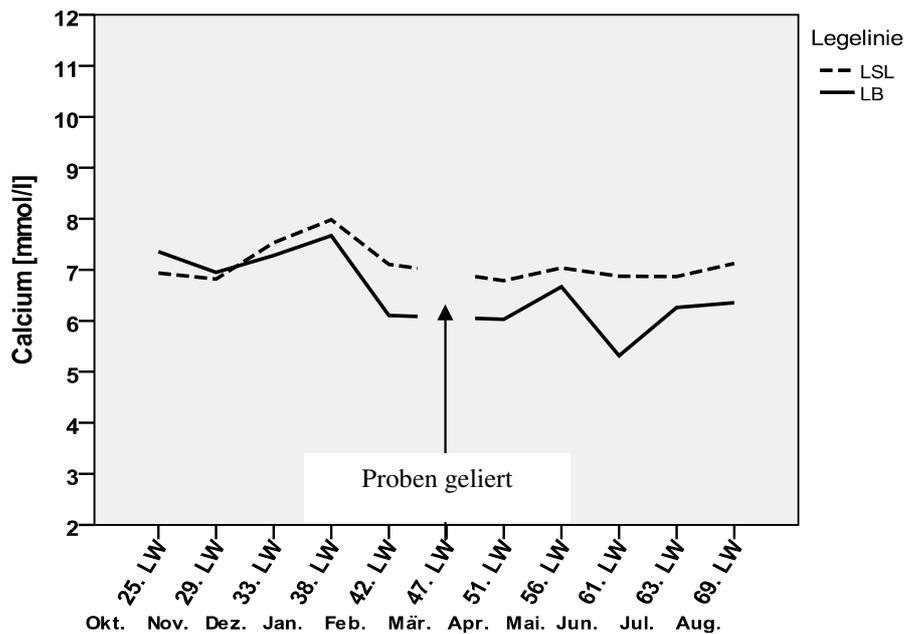
**Abbildung 39: Durchschnittlicher Hämoglobinwert [in mmol/l] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Bestimmung des Hämoglobins erfolgte jeweils monatlich in den Monaten Oktober 2009 bis August 2010. Bei LSL: n = 109, bei LB: n = 110, p = 0,04, signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 37 im Anhang)

#### 4.5.3. Calcium

Der mittlere Wert der Calciumkonzentration im Blut lag bei den LSL-Hennen bei 7,10 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,11) und bei den LB-Hennen bei 6,52 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,23). Da alle Proben des Monats März (47. LW) gelierten, konnten zu diesem Zeitpunkt keine Auswertungen der Calciumkonzentration durchgeführt werden. Die Calciummittelwerte der LSL-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode (mit Ausnahme des Oktobers 2009 und des Novembers 2009) über den ermittelten Werten der LB-Hennen. Die höchsten gemessenen Werte der LSL-Hennen und der LB-Hennen fanden sich mit 7,98 mmol/l und 7,67 mmol/l jeweils im Januar 2010. Der niedrigste Wert ergab sich mit 6,79 mmol/l bei den LSL-Hennen im April 2010, während bei den LB-Hennen der niedrigste Wert mit 5,32 mmol/l im Juni 2010 bestimmt wurde. Nachdem die höchsten ermittelten Calciummittel-Werte bei beiden Legelinien im Januar 2010 erreicht waren, fielen die Werte allmählich wieder ab. Im Mai 2010 stiegen die Werte kurzfristig wieder an. Damit ergab sich keine signifikante Differenz zwischen beiden Legelinien (siehe Abb. 41).



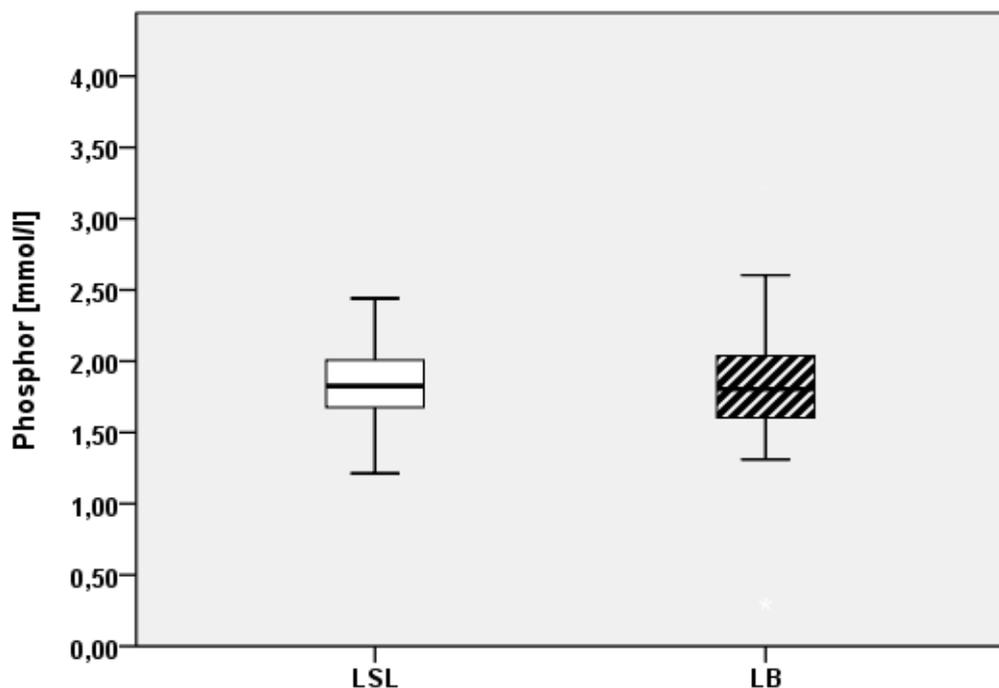
**Abbildung 40: Calciumkonzentration [in mmol/l] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Messung der Calciumkonzentration erfolgte monatlich im Anschluss an die Blutprobengewinnung für jede Henne einzeln im Zeitraum Oktober 2009 bis August 2010)



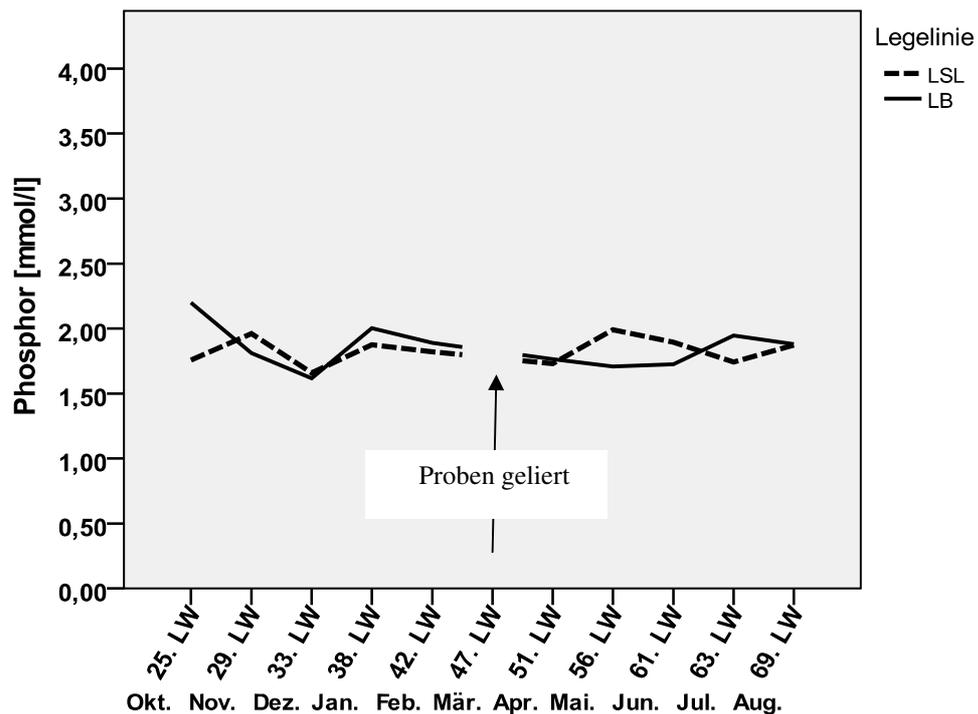
**Abbildung 41: Durchschnittliche Calciumkonzentration [in mmol/l] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Messung der Calciumkonzentration erfolgte monatlich im Anschluss an die Blutprobengewinnung für jede Henne einzeln. Bei LSL:  $n = 71$ , bei LB:  $n = 52$ ,  $p = 0,34$ , kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 38 im Anhang)

#### 4.5.4. Phosphor

Der mittlere ermittelte Wert der Phosphorkonzentration lag bei den LSL-Hennen bei 1,83 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,33) und bei den LB-Hennen bei 1,85 mmol/l ( $\pm$  SEM 0,55). Alle Proben des Monats März (47. LW) gelierten; in der Folge konnten für diesen Zeitpunkt keine Messungen der Phosphorkonzentration durchgeführt werden. Die Mittelwerte der beiden Legelinien schwankten während der gesamten Legeperiode. Die höchsten Werte der LSL-Hennen wurden im Mai 2010 mit 1,99 mmol/l und die der LB-Hennen im Oktober 2009 mit 2,20 mmol/l ermittelt. Die niedrigsten Werte der LSL-Hennen und der LB-Hennen wurden im Dezember 2009 jeweils mit 1,66 mmol/l und 1,62 mmol/l bestimmt. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden im Rahmen dieser Dissertationsarbeit untersuchten Legelinien (siehe Abb. 43).



**Abbildung 42: Phosphorkonzentration [in mmol/l] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Messung der Phosphorkonzentration erfolgte monatlich im Anschluss an die Blutprobengewinnung für jede Henne einzeln im Zeitraum Oktober 2009 bis August 2010)



**Abbildung 43: Durchschnittliche Phosphorkonzentration [in mmol/l] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Messung der Phosphorkonzentration erfolgte monatlich im Anschluss an die Blutprobengewinnung für jede Henne einzeln im Zeitraum Oktober 2009 bis August 2010. Bei LSL: n = 73, bei LB: n = 57, p = 0,77, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 39 im Anhang)

#### 4.5.5. Calcium-Phosphor Verhältnis

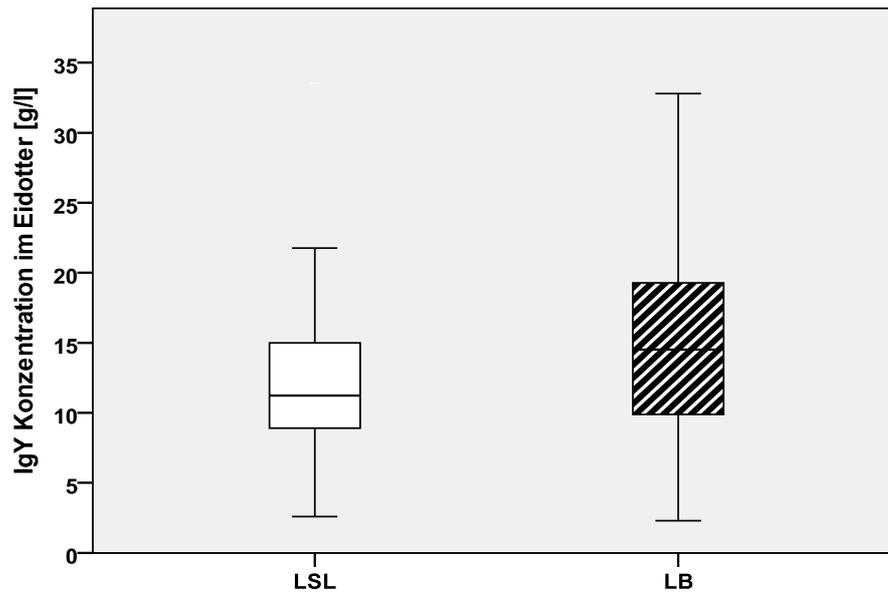
Im beobachteten zeitlichen Verlauf schwankte das Calcium-Phosphor-Verhältnis der beiden Legelinien regelmäßig (siehe Tab. 18). Im Schnitt der gesamten Legeperiode lag das Verhältnis bei den LSL-Hennen bei 3,94:1 und bei den LB-Hennen bei 3,54:1. Das Calcium-Phosphor-Verhältnis der LSL-Hennen lag dabei im Allgemeinen über dem der LB-Hennen.

**Tabelle 18: Überblick über das Calcium-Phosphor-Verhältnis im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie**

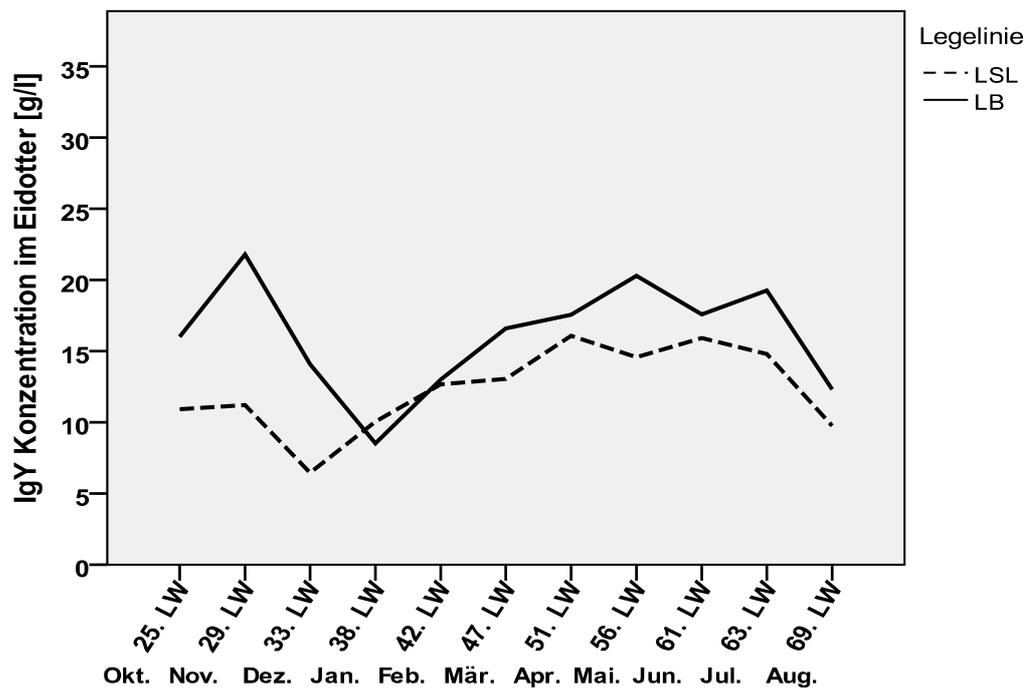
<b>Lebenswoche</b>	<b>LSL</b>	<b>LB</b>
<b>25. LW</b>	4,0:1	3,3:1
<b>29. LW</b>	3,5:1	3,5:1
<b>33. LW</b>	4,6:1	4,5:1
<b>38. LW</b>	4,2:1	3,7:1
<b>42. LW</b>	4,0:1	3,2:1
<b>47. LW</b>	nicht auswertbar	nicht auswertbar
<b>51. LW</b>	4,0:1	3,4:1
<b>56. LW</b>	3,6:1	3,9:1
<b>61. LW</b>	3,7:1	3,2:1
<b>63. LW</b>	4,0:1	3,2:1
<b>69. LW</b>	3,8:1	3,5:1

#### **4.5.6. IgY-Bestimmung im Eidotter**

Die LB-Hennen wiesen mit 15,84 g/l ( $\pm$  SEM 0,95) einen höheren IgY-Mittelwert auf als die LSL-Hennen mit 12,24 g/l ( $\pm$  SEM 0,65). Die IgY-Mittelwerte im Eidotter der LB-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode (exklusive der 38. LW) über denen der LSL-Hennen. Der höchste Mittelwert der LSL-Hennen wurde in der 51. LW bei 16,08 g/l ermittelt, der der LB-Hennen in der 29. LW bei 21,80 g/l. Der tiefste Mittelwert der LSL-Hennen ergab sich in der 33. LW mit 6,46 g/l, bei den LB-Hennen in der 38. LW. mit 8,54 g/l. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Legelinien ermittelt (siehe Abb. 45).



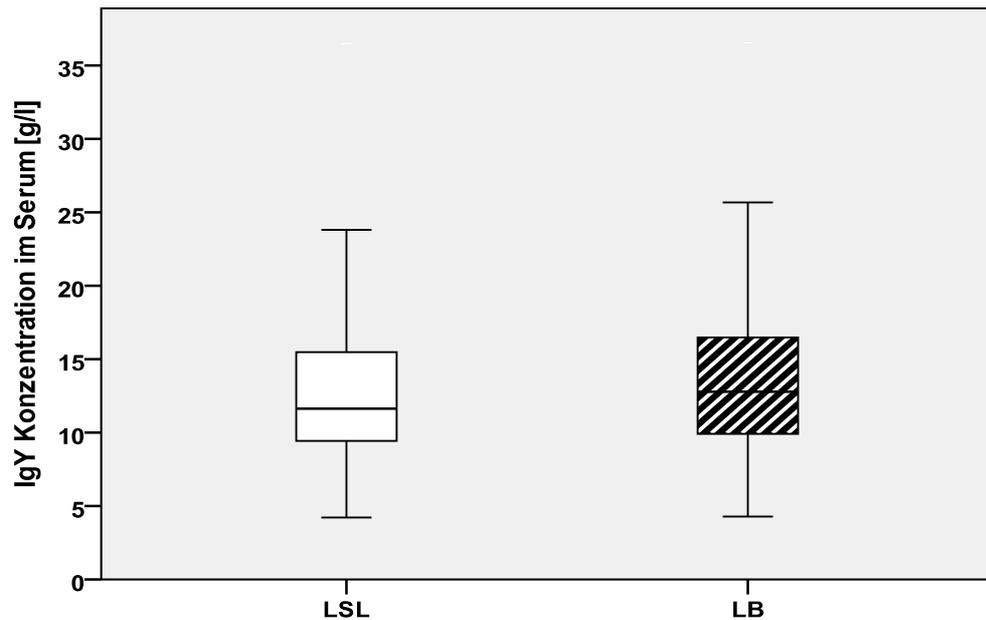
**Abbildung 44: IgY-Gehalt des Eidotters [in g/l] in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Bestimmung des IgY-Gehaltes wurde monatlich an denjenigen Eiern durchgeführt, die am Tag der Blutentnahme eingesammelt wurden)



**Abbildung 45: Durchschnittlicher IgY-Gehalt des Eidotters [in g/l] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Bestimmung der IgY-Konzentration wurde monatlich an denjenigen Eiern durchgeführt, die am Tag der Blutentnahme eingesammelt wurden; LSL: n = 91, LB: n = 83,  $p < 0,01$ , signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 40 im Anhang)

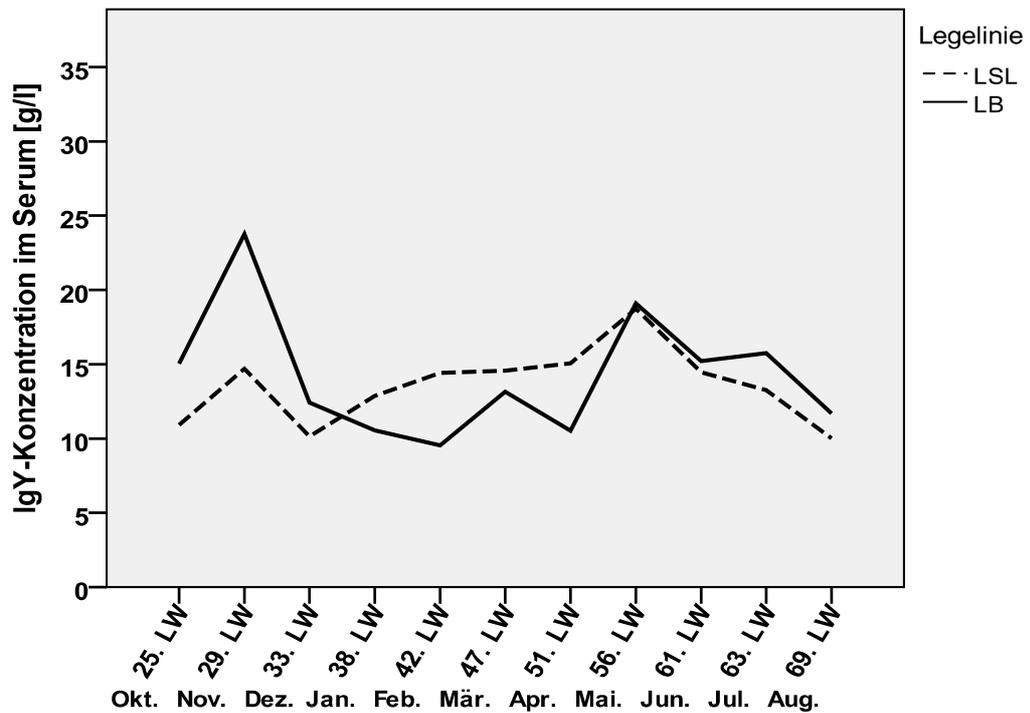
#### 4.5.7. IgY-Bestimmung im Serum

Der durchschnittliche IgY-Wert im Serum lag bei den LSL-Hennen bei 13,44 g/l ( $\pm$  SEM 0,58) und bei den LB-Hennen bei 14,36 g/l ( $\pm$  SEM 0,70).



**Abbildung 46: IgY-Konzentration [in g/l] im Serum in Abhängigkeit der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Die Bestimmung des IgY-Gehaltes im Serum wurde monatlich durchgeführt)

Der höchste Mittelwert der LSL-Hennen lag in der 56. LW bei 18,73 g/l, bei den LB-Hennen dagegen in der 29. LW bei 23,75 g/l. Der tiefste Wert ergab sich für die LSL-Hennen in der 69. LW mit 10,02 g/l, für die LB-Hennen in der 42. LW mit 9,54 g/l. Es konnte keine signifikante Differenz zwischen den beiden Legelinien ermittelt werden (siehe Abb. 47).



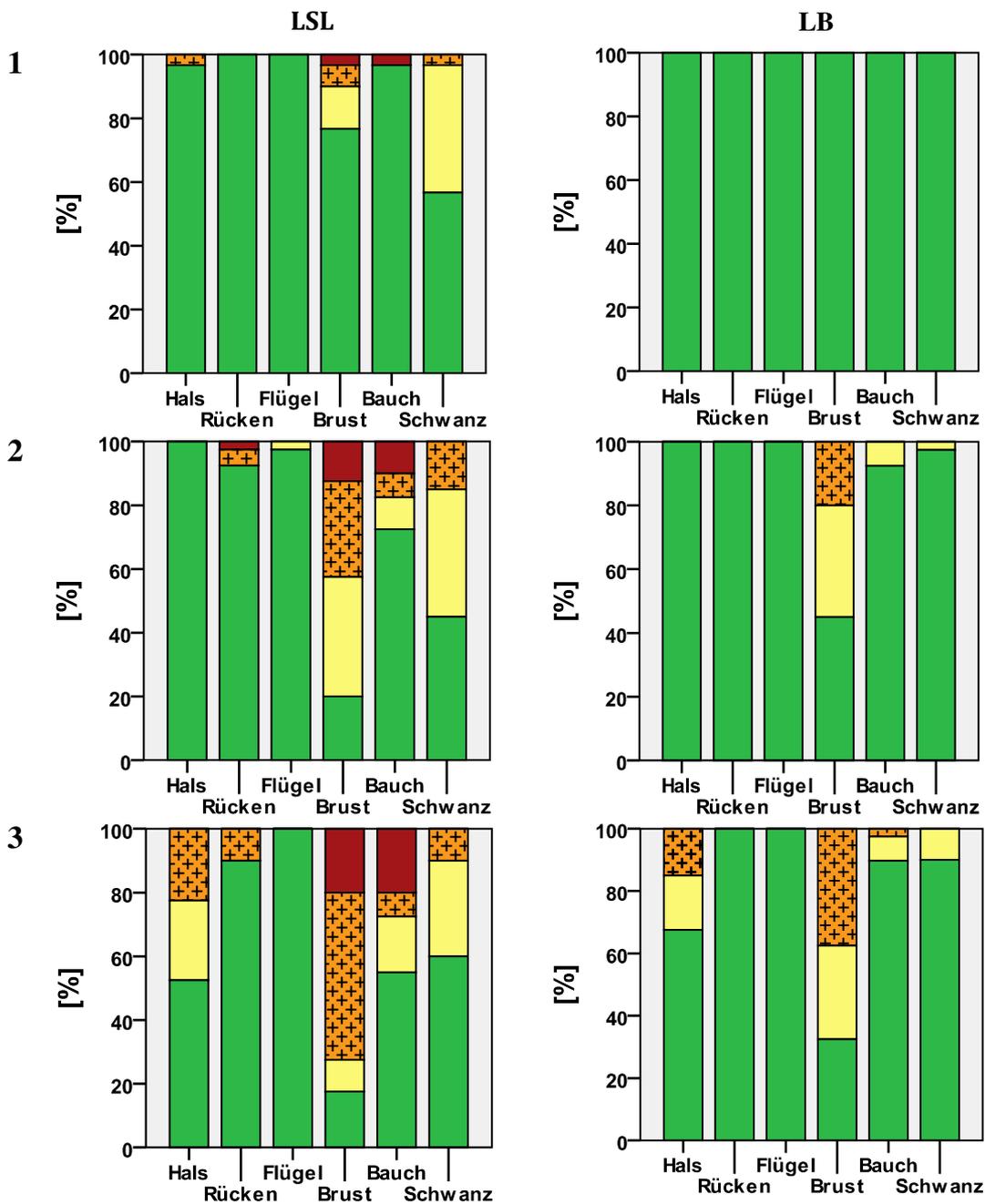
**Abbildung 47: Durchschnittlicher IgY Gehalt des Serums im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie.** (Die Bestimmung des IgY-Gehaltes im Serum wurde monatlich durchgeführt. Bei LSL: n = 104, bei LB: n = 107, p = 0,32, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 41 im Anhang)

## 4.6. Bonitur

### 4.6.1. Gefiederzustand

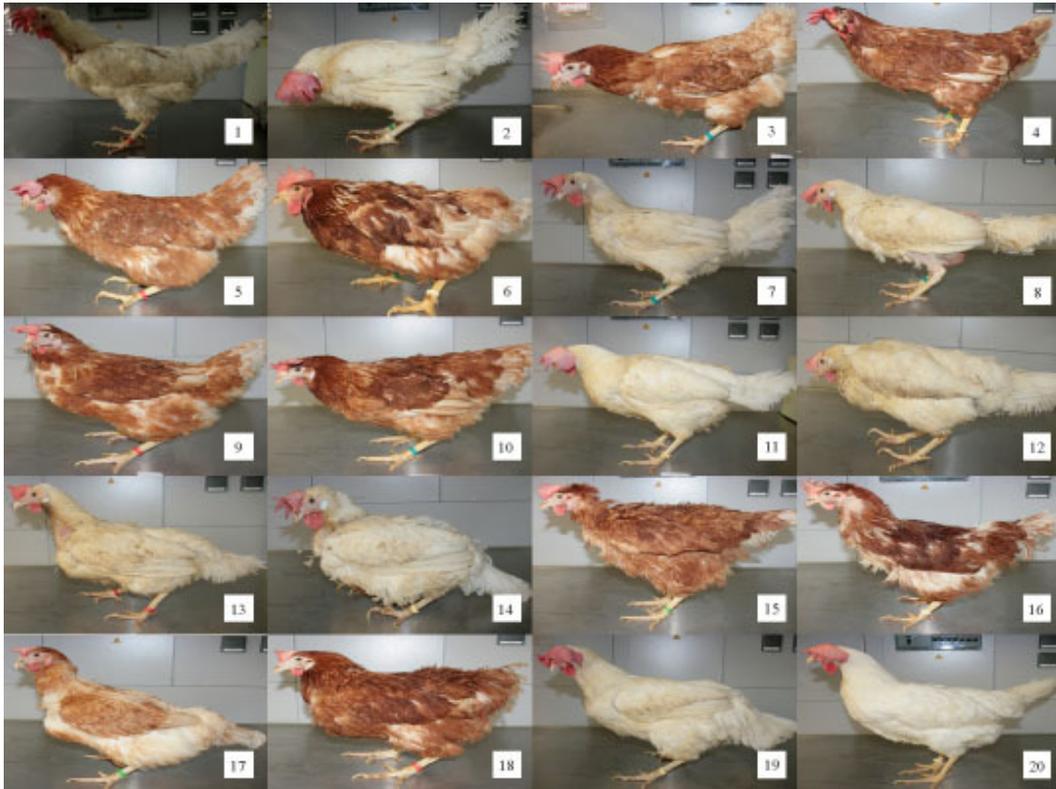
Der Untersuchungszeitraum der vorliegenden Dissertationsarbeit von Oktober 2009 bis August 2010 ist zur Bonitur im Kapitel „Gefieder“ und den folgenden Abschnitten „Epithelläsionen der Sohlen- und Zehenballen“ und „Brustbein“ in drei Untersuchungszeiträume (UZR) aufgeteilt worden: 1. Untersuchungszeitraum Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2. Untersuchungszeitraum Januar 2010 bis April 2010, 3. Untersuchungszeitraum Mai 2010 bis August 2010. Während der gesamten Legeperiode zeigten die LSL-Hennen einen schlechteren Gefiederzustand als die LB-Hennen. Allgemein ergab sich bezüglich des gesamten Gefiederzustandes ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,01$ ) zwischen den beiden Legelinien in der gesamten Legeperiode. Der Gefiederzustand am Flügel und am Rücken der LB-Hennen in der gesamten Legeperiode blieb konstant ohne Verschlechterung. Bei den LSL-Hennen konnte am Flügel in einem einzigen Fall eine geringgradige Beschädigung in dem 3.

Untersuchungszeitraum festgestellt werden. Der Gefiederzustand am Bauch, am Hals und am Schwanz der LB-Hennen veränderte sich im zeitlichen Verlauf in der gesamten Legeperiode geringgradig; bei den LSL-Hennen ergab der Gefiederzustand am Rücken, am Hals und am Schwanz geringgradige Veränderungen. Dagegen konnten für den Gefiederzustand im Brustbereich der LB-Hennen, am Bauch und an der Brust der LSL-Hennen deutliche Verschlechterungen festgestellt werden. Im ersten Untersuchungszeitraum (Oktober 2009 bis Dezember 2009) ergab sich bei den Werten für den Gefiederzustand am Hals ( $p = 0,70$ ), am Rücken ( $p$  nicht auswertbar, da es konstant ist), am Flügel ( $p$  nicht auswertbar, da konstant), am Schwanz ( $p = 1,00$ ), an der Brust ( $p = 1,00$ ) und am Bauch ( $p = 0,70$ ) zwischen den beiden Legelinien kein signifikanter Unterschied. Im zweiten Untersuchungszeitraum Januar 2010 bis April 2010 ergab sich in der Werteermittlung für den Gefiederzustand am Hals ( $p$  nicht auswertbar, da konstant), und am Flügel ( $p = 0,74$ ), am Rücken ( $p = 0,67$ ) und an der Brust ( $p = 0,40$ ) kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien. Bei den Werten für den Gefiederzustand am Schwanz ( $p = 0,01$ ), und am Bauch ( $p < 0,01$ ) ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien. Im dritten Untersuchungszeitraum (Mai 2010 bis August 2010) ergab sich bei den Werten für den Gefiederzustand am Hals ( $p = 0,52$ ), und am Flügel ( $p$  nicht auswertbar, da konstant), am Rücken ( $p = 1,00$ ), am Schwanz ( $p = 0,31$ ), an der Brust ( $p = 0,57$ ) und am Bauch ( $p = 0,66$ ) kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien. Im Allgemeinen wiesen die LSL-Hennen einen schlechteren Gefiederzustand als die LB-Hennen auf. Die durchschnittliche Note der einzelnen Körperregionen in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraums und der Legelinie können in den Abbildungen 50-55 entnommen werden.

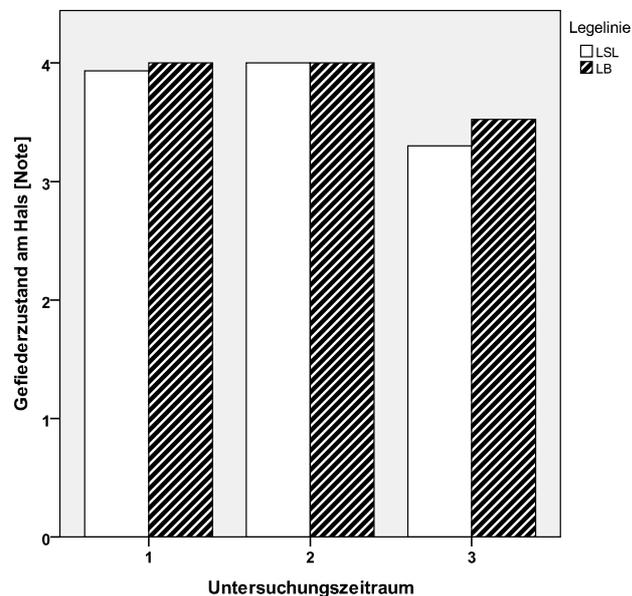


<span style="color: red;">■</span>	Kahlstelle $> 5 \text{ cm}^2$ und $>75 \%$ federlos, Flügel $\geq 16$ beschädigt, Schwanz $>13$ Federn stark beschädigt
<span style="color: orange;">■</span>	Kahlstelle $\geq 5 \text{ cm}^2$ und $<75 \%$ federlos, Flügel: 11-15 Federn beschädigt, Schwanz: 9-12 Federn stark beschädigt
<span style="color: yellow;">■</span>	Kahlstelle $< 5 \text{ cm}^2$ , Schwingen/Schwanz: ca. 5-10 Federn beschädigt
<span style="color: green;">■</span>	wenige Federn abgenutzt/deformiert, Schwingen/Schwanz: $\leq 5$ Federn beschädigt

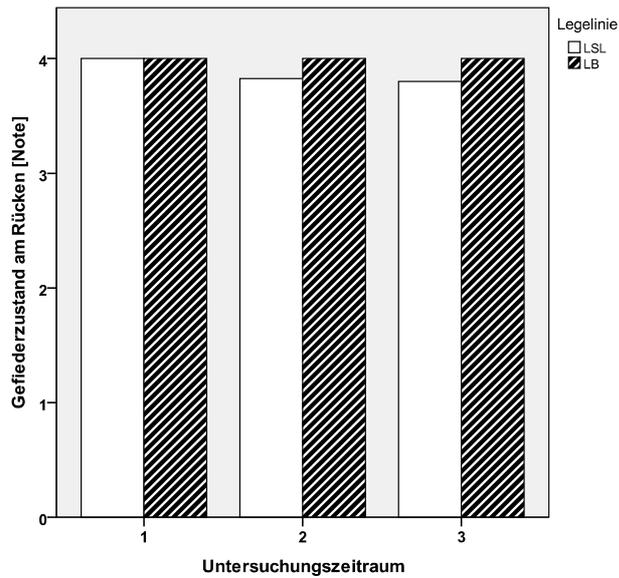
**Abbildung 48: Anteil des Gefiederzustandes [in %] zu drei Untersuchungszeiträumen, eingeteilt in vier Bewertungskriterien in Abhängigkeit der Legelinie und der einzelnen Körperregionen wie Bauch, Brust, Flügel, Hals, Rücken und Schwanz (Der Untersuchungszeitraum von Oktober 2009 bis August 2010 ist zur Bonitur in drei Untersuchungszeiträume aufgeteilt worden. Verallgemeinerte lineare gemischte Modelle, multinomiale logistische Regression. Werte siehe Tab. 42 -44 im Anhang)**



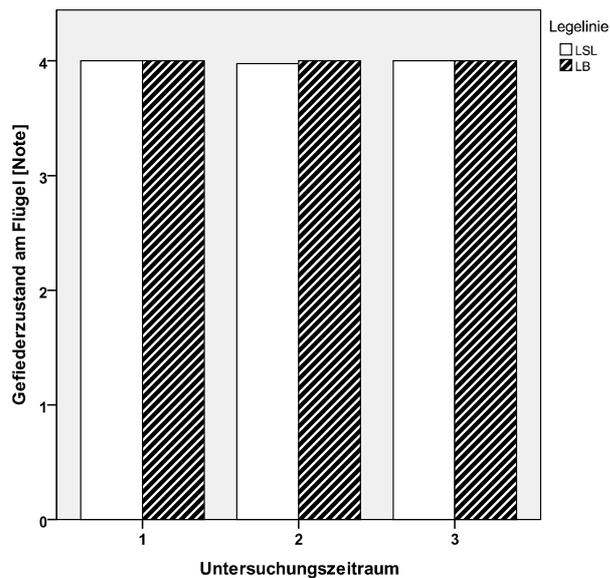
**Abbildung 49: Fotografische Darstellung des Gefiederzustandes der jeweils zehn LSL- und LB-Hennen bei der letzten Bonitur im August 2010 am Ende der Studie in der 69. Lebenswoche**



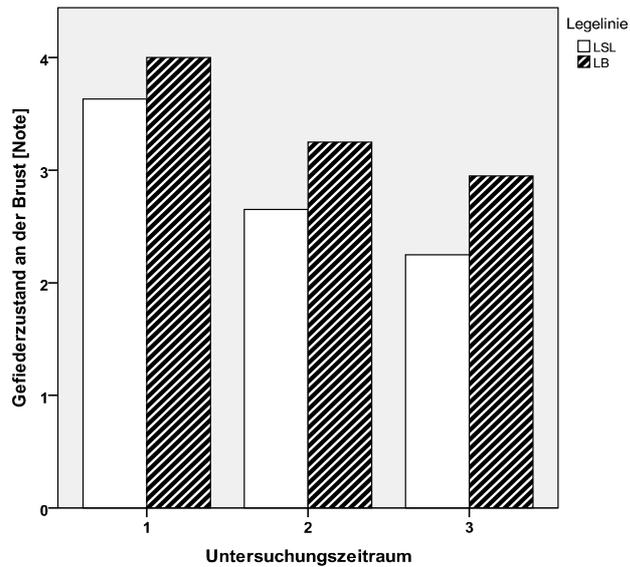
**Abbildung 50: Durchschnittliche Bewertung des Gefiederzustandes am Hals zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = sehr guter Zustand des Gefieders, Werte siehe Tab. 45 im Anhang)**



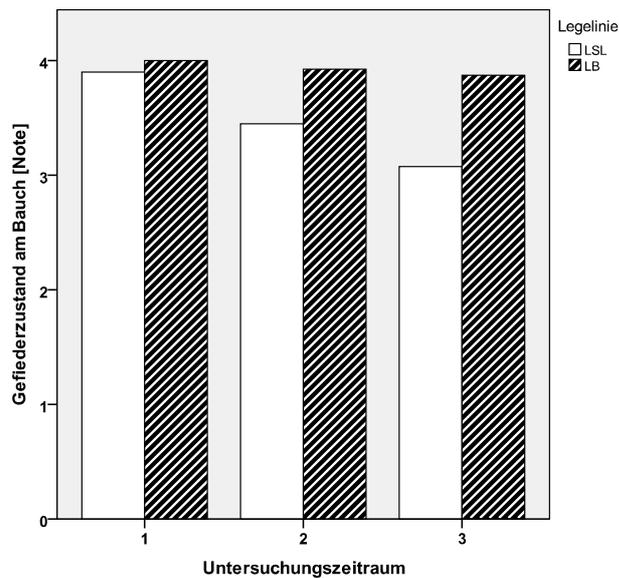
**Abbildung 51: Durchschnittliche Bewertung des Gefiederzustandes am Rücken zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = sehr guter Zustand des Gefieders, Werte siehe Tab. 46 im Anhang)



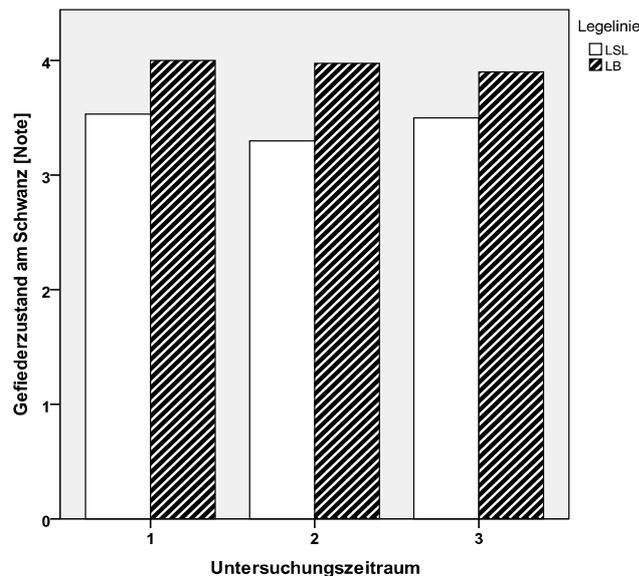
**Abbildung 52: Durchschnittliche Bewertung des Gefiederzustandes am Flügel zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = sehr guter Zustand des Gefieders, Werte siehe Tab. 47 im Anhang)



**Abbildung 53: Durchschnittliche Bewertung der Gefiederzustand an der Brust zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = sehr guter Zustand des Gefieders, Werte siehe Tab. 48 im Anhang)



**Abbildung 54: Durchschnittliche Bewertung des Gefiederzustandes am Bauch zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = sehr guter Zustand des Gefieders, Werte siehe Tab. 49 im Anhang)



**Abbildung 55: Durchschnittliche Bewertung des Gefiederzustandes am Schwanz zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = sehr guter Zustand des Gefieders, Werte siehe Tab. 50 im Anhang)

#### 4.6.2. Verletzungen

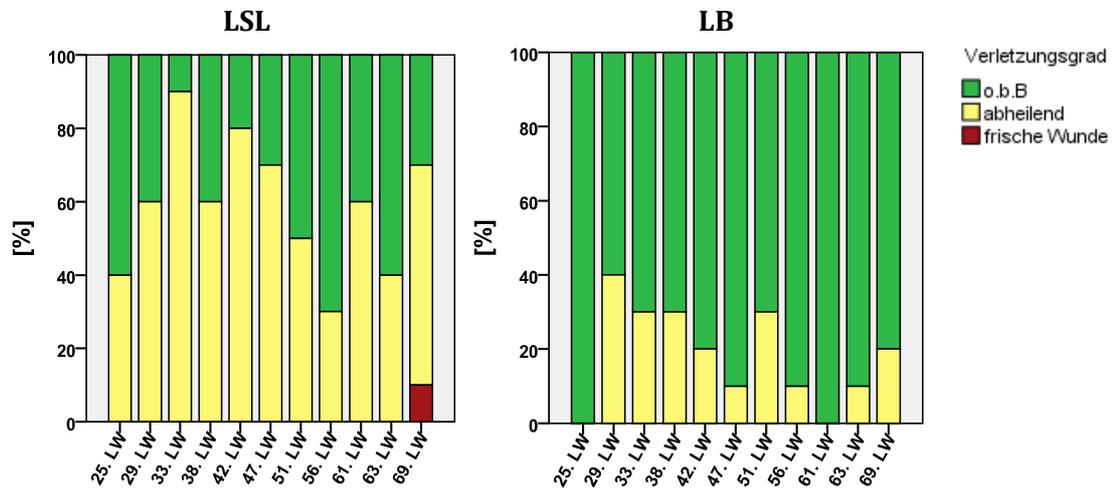
##### 4.6.2.1. Verletzungen der Haut

In der gesamten Legeperiode konnte bei den Tieren beider Legelinien keine größere Verletzung beobachtet werden. Im Juni 2010 ergab sich durch Kannibalismus bei der LSL-Henne Nr. 13 eine blutige, frische Verletzung am Bauch. Eine abheilende, verkrustete Verletzung wurde bei der LSL-Henne Nr. 2 am Kopf, bei zwei LSL-Henne (Nr. 8 und Nr. 19) an den Füßen in dem Monat Oktober 2009 beobachtet. Bei den LB-Hennen wurden in der gesamten Legeperiode keine Verletzungen beobachtet.

##### 4.6.2.2. Verletzung am Kamm

Die Verletzung am Kamm wurde bei den LSL-Hennen öfter beobachtet als bei den LB-Hennen in der gesamten Legeperiode. Es konnte ein signifikanter ( $p = 0,01$ ) Unterschied zwischen den beiden Legelinien ermittelt werden. Insgesamt ergab sich für die Note „0“ ein Wert von 40,9 %, für die Note „1“ 58,2 % und für die Note „2“ 0,9 % bei den LSL-Hennen; bei den LB-Hennen ergaben sich Werte von 81,8 % für die Note „0“ und 18,2 % für die Note „1“. Der höchste Anteil der Verletzung am

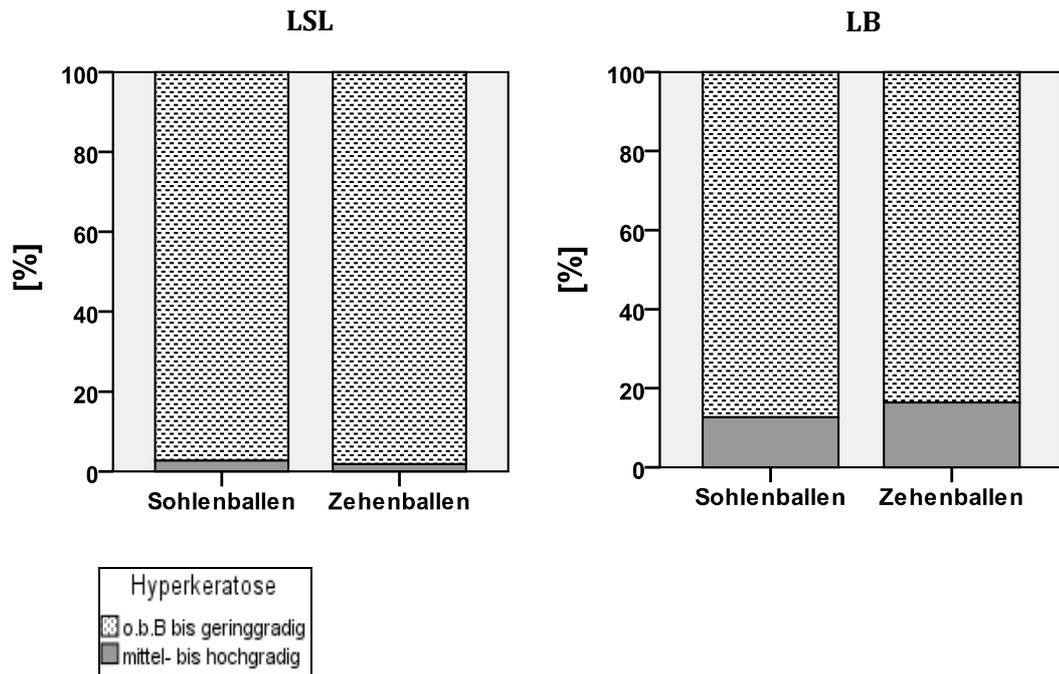
Kamm lag bei den LSL-Hennen in der 33. LW bei 90 %. Die Werte fielen jedoch bis zur 56. LW allmählich ab und stiegen danach wieder an. Bei den LB-Hennen lag der höchste Anteil in der 29. LW bei 40 %. Der Verletzungsgrad fiel allerdings immer mehr ab, mit Ausnahme einer einmaligen Steigerung auf 30 % in der 51. LW.



**Abbildung 56: Anteil der Verletzung am Kamm [in %] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Jeden Monat wurden 20 Hennen (zehn LSL-Hennen, zehn LB-Hennen), beurteilt. Bei LSL: n = 110, bei LB: n = 110, p = 0,01, signifikanter Unterschied, verallgemeinerte lineare gemischte Modelle, multinomiale logistische Regression)

#### 4.6.2.3. Hyperkeratose der Sohlen- und Zehenballen

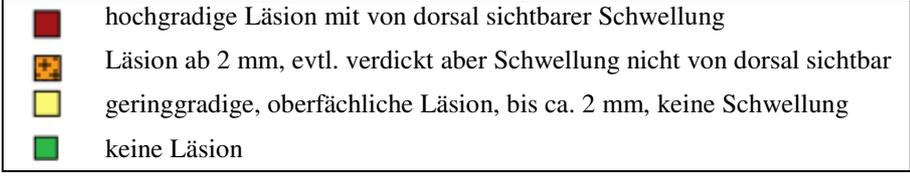
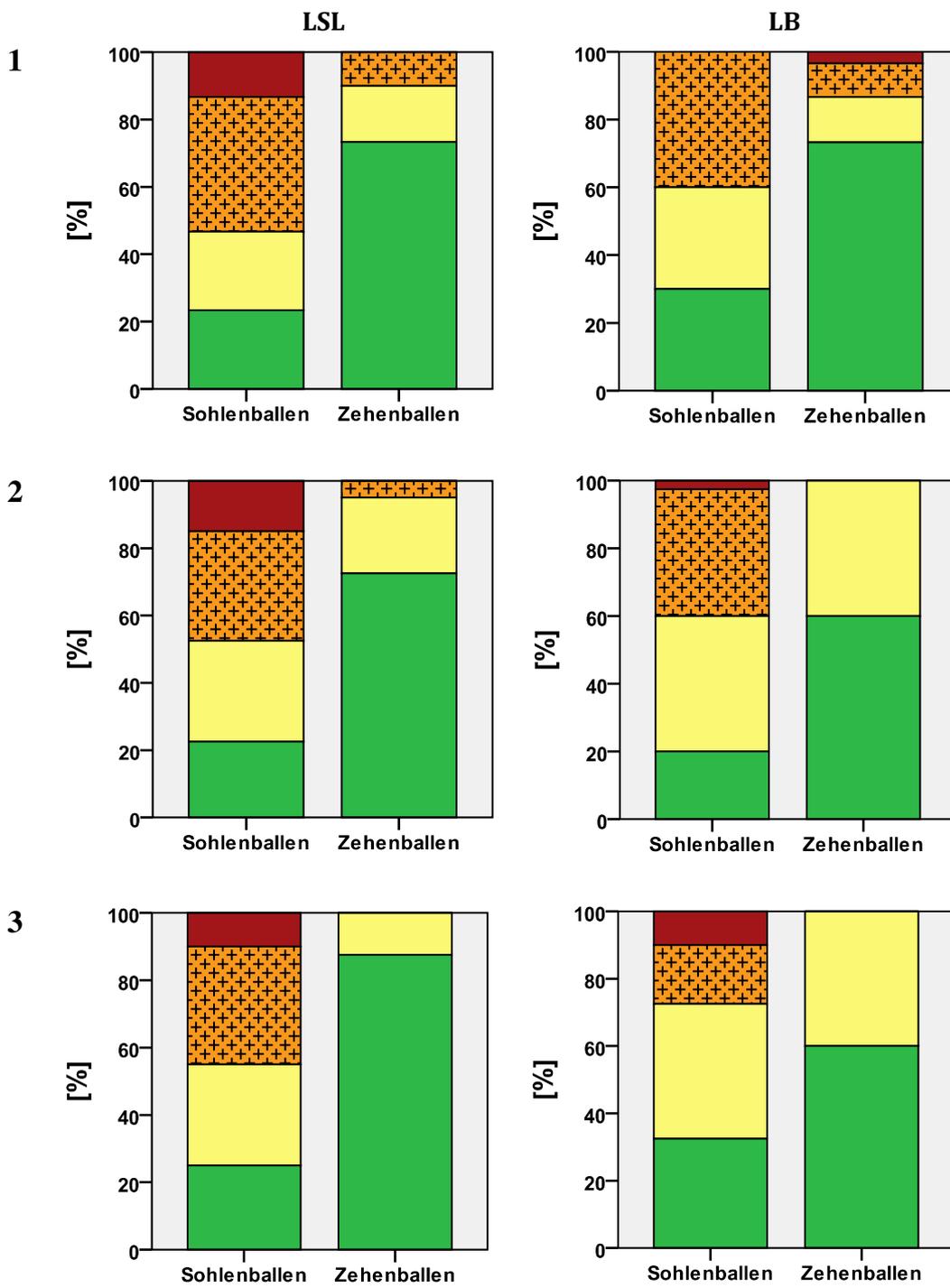
Die Hyperkeratose der Sohlen- und Zehenballen wurde nicht nach dem Untersuchungszeitraum aufgeschlüsselt, da keine Unterschiede im zeitlichen Verlauf in der gesamten Legeperiode zu beobachten waren. Allgemein wurde festgestellt, dass die LB-Hennen häufiger unter Hyperkeratose litten als die LSL-Hennen. Es wurden 2,73 % bzw. 1,82 % mittel- bis hochgradige Fälle von der gesamten Beurteilung der Sohlenballen bzw. der Zehenballen bei den LSL-Hennen gefunden; bei den LB-Hennen 12,73 % bzw. 16,36 %. Somit ergab sich ein signifikanter Unterschied (p = 0,01) bei der Beurteilung der Zehenballen zwischen den beiden Legelinien und kein signifikanter Unterschied (p = 0,15) bei der Beurteilung der Sohlenballen.



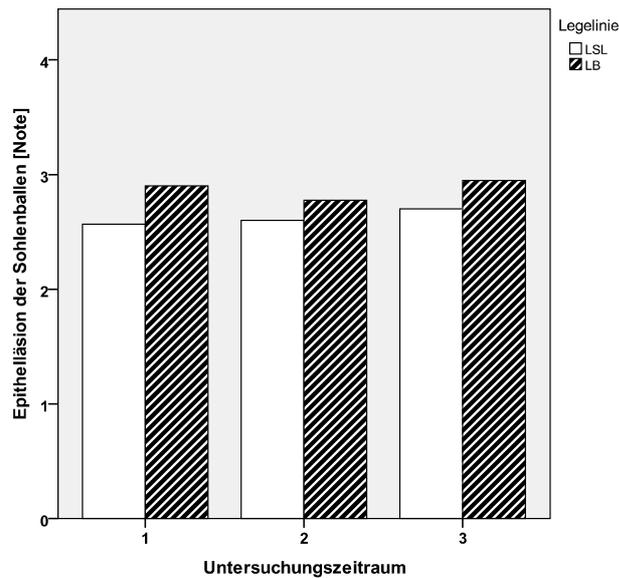
**Abbildung 57: Anteil Hennen mit und ohne Hyperkeratose an Sohlen- und/oder Zehenballen [in %], in Abhängigkeit von der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Jeden Monat wurden 20 Hennen (zehn LSL-Hennen, zehn LB-Hennen) beurteilt. Sohlenballen und Zehenballen bei LSL:  $n = 110$ , bei LB:  $n = 110$ ,  $p = 0,15$  (Sohlenballen), kein signifikanter Unterschied;  $p = 0,01$  (Zehenballen), signifikanter Unterschied, verallgemeinerte lineare gemischte Modelle, multinomiale logistische Regression)

#### 4.6.2.4. Epithelläsionen der Sohlen- und Zehenballen

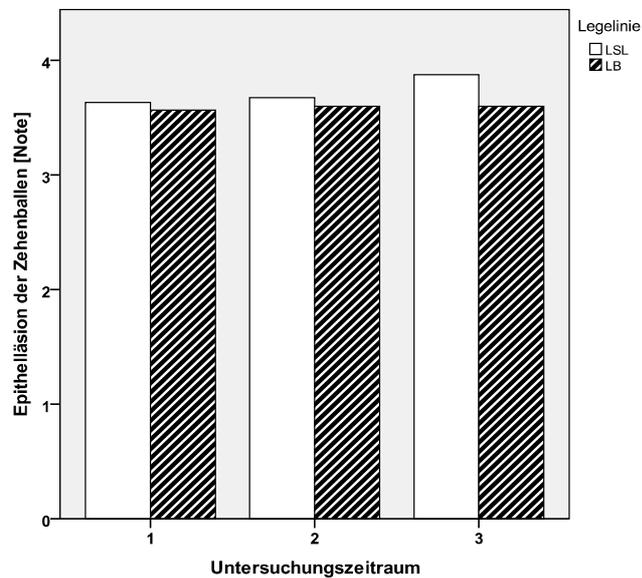
Da in den verschiedenen Untersuchungszeiträumen deutliche Unterschiede im zeitlichen Verlauf hinsichtlich Epithelläsionen der Sohlen- und Zehenballen beobachtet wurden, sind mehrere Diagramme in der Abbildung 58 hinzugefügt. Die Epithelläsion der Zehenballen bei beiden Legelinien verbesserte sich im zeitlichen Verlauf; dagegen ergaben sich für die Epithelläsion der Sohlenballen bei den LSL-Hennen keine Veränderungen; bei den LB-Hennen wurde eine Verschlechterung beobachtet. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede für den Wert der Sohlenballenepithelläsion ( $p = 0,69$ ) und Zehenballenepithelläsion ( $p = 0,08$ ) zwischen den beiden Legelinie. Einzelne p-Werte können der Tabelle 51, 52 und 53 im Anhang entnommen werden.



**Abbildung 58:** Anteil der Hennen mit Epithelläsionen der Sohlen- und/oder Zehenballen [in %] zu drei Untersuchungszeiträumen, eingeteilt in vier Bewertungskriterien in Abhängigkeit der Legelinie (Werte siehe Tab. 51 - 53 im Anhang)



**Abbildung 59: Durchschnittliche Bewertung der Epithelläsion der Sohlenballen zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = keine Läsion, Werte siehe Tab. 54 im Anhang)



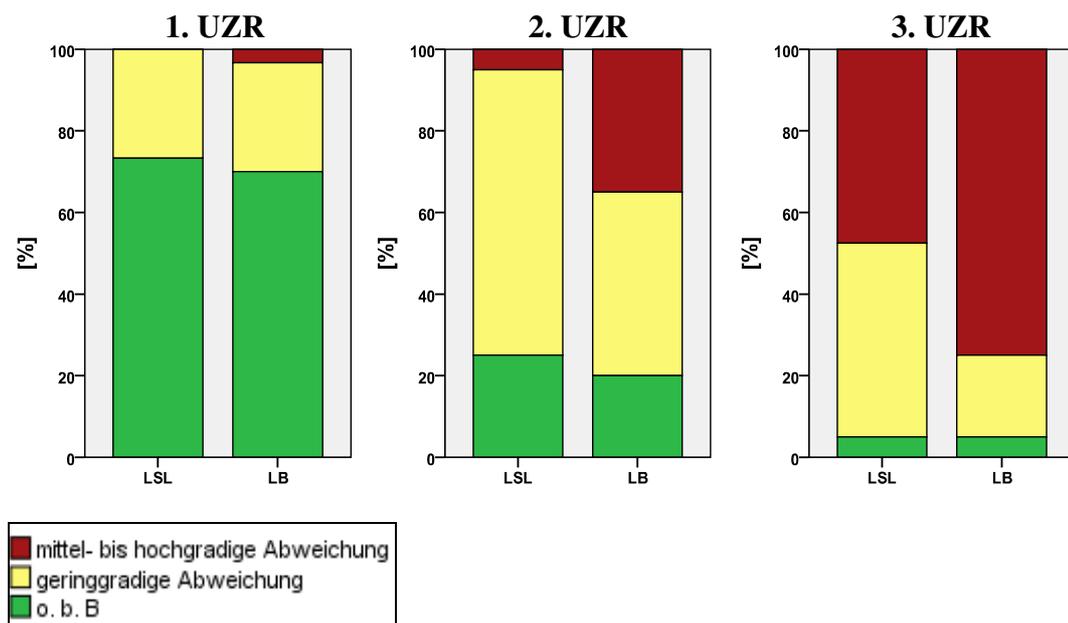
**Abbildung 60: Durchschnittliche Bewertung der Epithelläsion der Zehenballen zu den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit der Legelinie** (Untersuchungszeitraum: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010, Note 4 = keine Läsion, Werte siehe Tab. 55 im Anhang)

### 4.6.3. Milbenbefall

Trotz des starken Milbenbefalls in den Monaten Dezember 2009 und März 2010 sowie im Sommer 2010 konnten ausschließlich in der 61. LW (im Monat Juni 2010) bei einer LSL-Henne (Nr. 1) Milben direkt am Körper während der Untersuchung nachgewiesen werden.

### 4.6.4. Brustbein

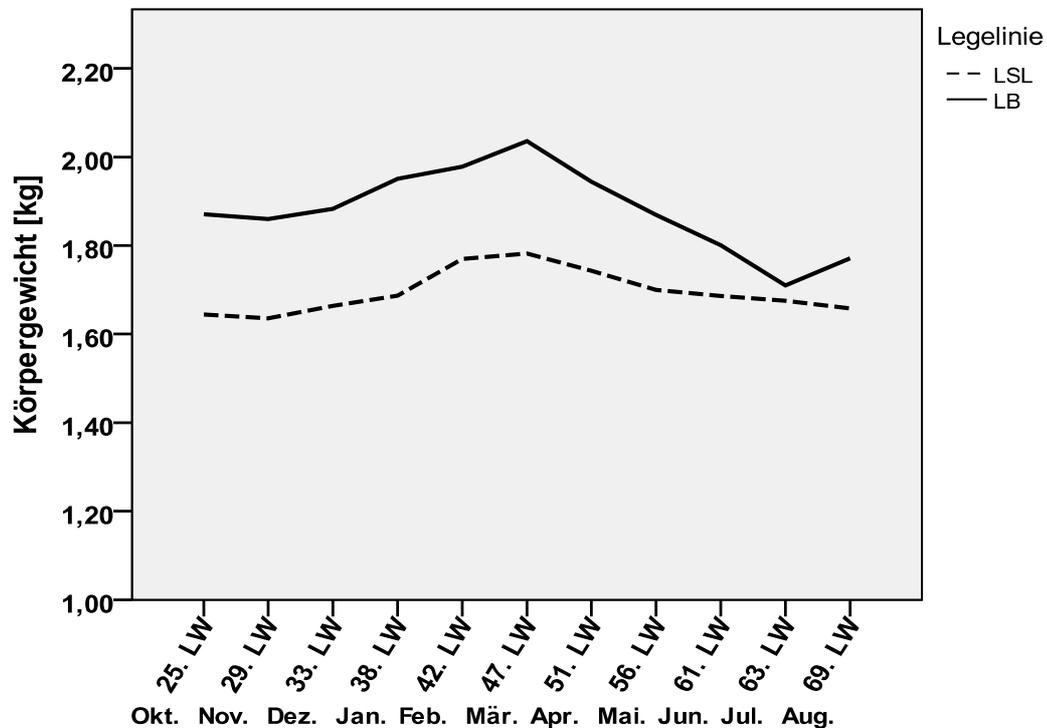
Im Verlauf der gesamten Legeperiode wurde eine starke Veränderung am Brustbein der beiden Legehennen festgestellt. Der untersuchte Zeitraum wurde in drei Abschnitte untergeteilt. Für die gesamte Legeperiode ergab sich allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien ( $p = 0,18$ ). Einzelne  $p$ -Werte können der Tabelle (Anhang) entnommen werden.



**Abbildung 61: Anteil der Hennen mit und ohne Brustbeindeformation [in %] in Abhängigkeit von der Legelinie und Untersuchungszeitraum.** (Der Untersuchungszeitraum (UZR) von Oktober 2009 bis August 2010 ist zur Bonitur in drei Untersuchungszeiträume aufgeteilt worden: 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010. Verallgemeinerte lineare gemischte Modelle, multinomiale logistische Regression. Werte siehe Tab. 56 im Anhang)

#### 4.6.5. Körpergewicht

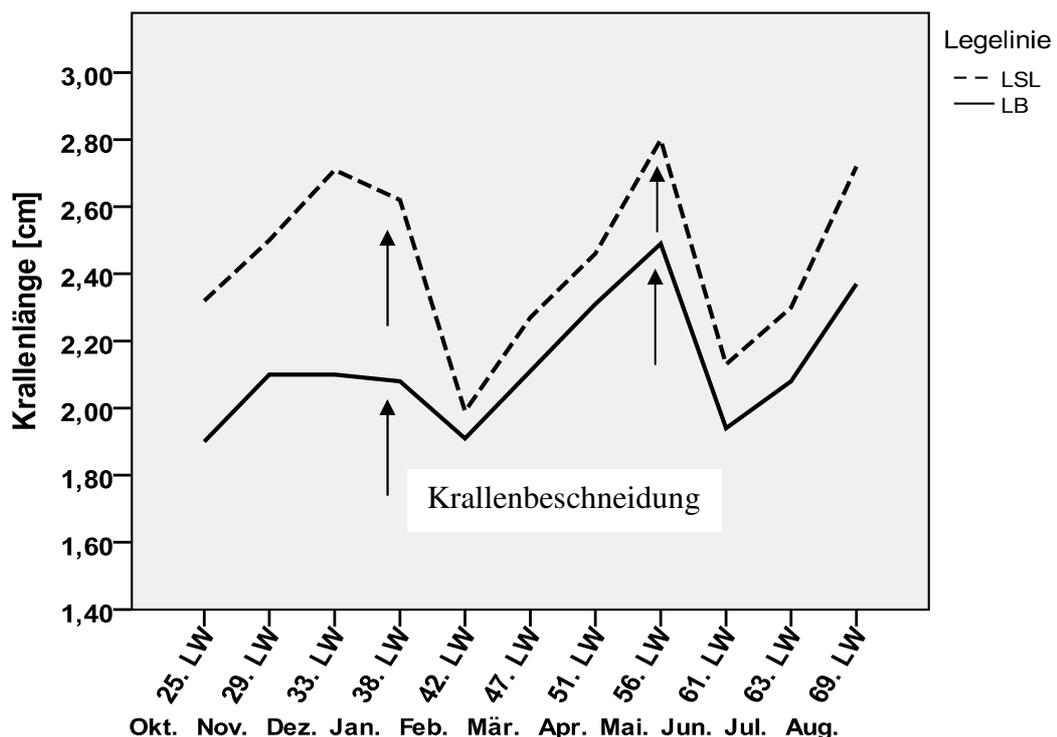
Der Mittelwert des Körpergewichtes lag für die LSL-Hennen bei 1,70 kg ( $\pm$  SEM 0,02) und für die LB-Hennen bei 1,88 kg ( $\pm$  SEM 0,02). Damit ergab sich eine signifikante Differenz zwischen den beiden Legelinien. Die Mittelwerte der LB-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode über denen der LSL-Hennen. Die Körpergewichte der beiden Legelinien nahmen bis zur 47. LW kontinuierlich zu und fielen im Anschluss an die 47. LW ebenfalls kontinuierlich wieder ab (exclusive LB-Hennen in der 69. LW: die Gewichte nahmen kurzfristig wieder zu).



**Abbildung 62: Durchschnittliches Körpergewicht [in kg] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Messungen des Körpergewichtes im Rahmen der Bonitur erfolgten monatlich von Oktober 2009 bis August 2010; bei LSL: n = 110, bei LB: n = 110, p = 0,03, signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 57 im Anhang)

#### 4.6.6. Krallenlänge

Der Mittelwert der Krallenlänge lag bei den LSL-Hennen bei 2,44 cm ( $\pm$  SEM 0,03), bei den LB-Hennen bei 2,13 cm ( $\pm$  SEM 0,02). Damit ergaben sich zwischen den beiden Legelinien signifikante Unterschiede. Da die Käfige im Untersuchungsverlauf zur vorliegenden Dissertationsarbeit über keine Möglichkeit zum Krallenabrieb verfügten, mussten die Krallen der Hennen beider Legelinien zweimal – jeweils im Januar 2010 und im Mai 2010 – manuell geschnitten werden. Die Mittelwerte der LSL-Hennen lagen in der gesamten Legeperiode über denen der LB-Hennen. Die Werte zwischen der 29. LW und der 38. LW beider Legelinien ergaben keine nennenswerten Unterschiede. Ein Krallenabbruch kam bei den beiden Legelinien jeweils zu 4,5 % in der gesamten Legeperiode vor. Damit konnte keine signifikante Differenz ermittelt werden.

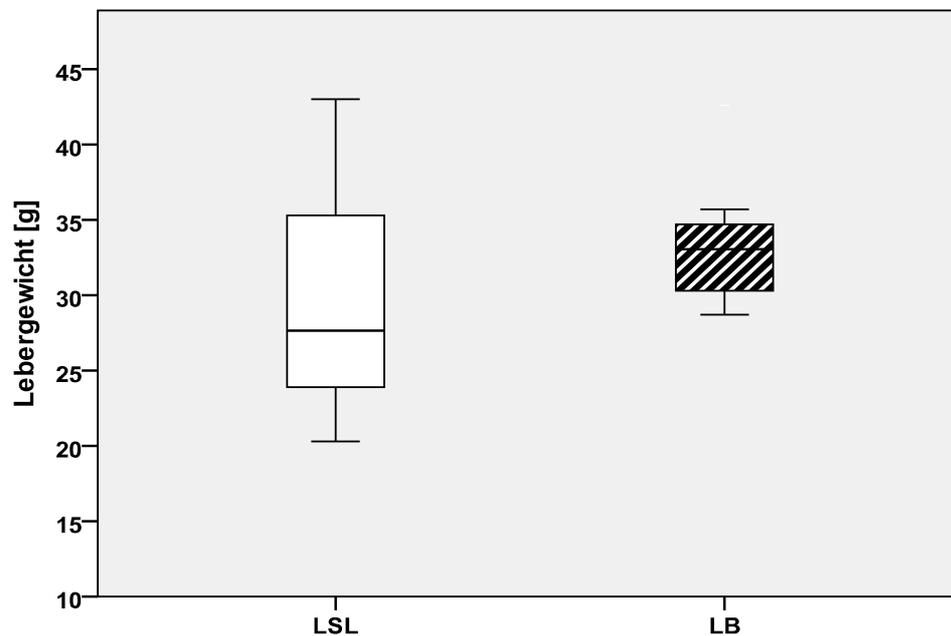


**Abbildung 63: Durchschnittliche Krallenlänge [in cm] im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Legelinie** (Die Messungen der Krallenlänge im Rahmen der Bonitur erfolgten monatlich von Oktober 2009 bis August 2010; bei LSL: n = 110, bei LB: n = 110,  $p < 0,01$ , signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 58 im Anhang)

## 4.7. Post Mortem-Untersuchungen

### 4.7.1. Lebergewicht

Das durchschnittliche Lebergewicht betrug für die LB-Hennen 33,23 g ( $\pm$  SEM 1,28) und für die LSL-Hennen 29,34 g ( $\pm$  SEM 2,36). Damit konnten auf diesem Untersuchungsgebiet keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien ermittelt werden.

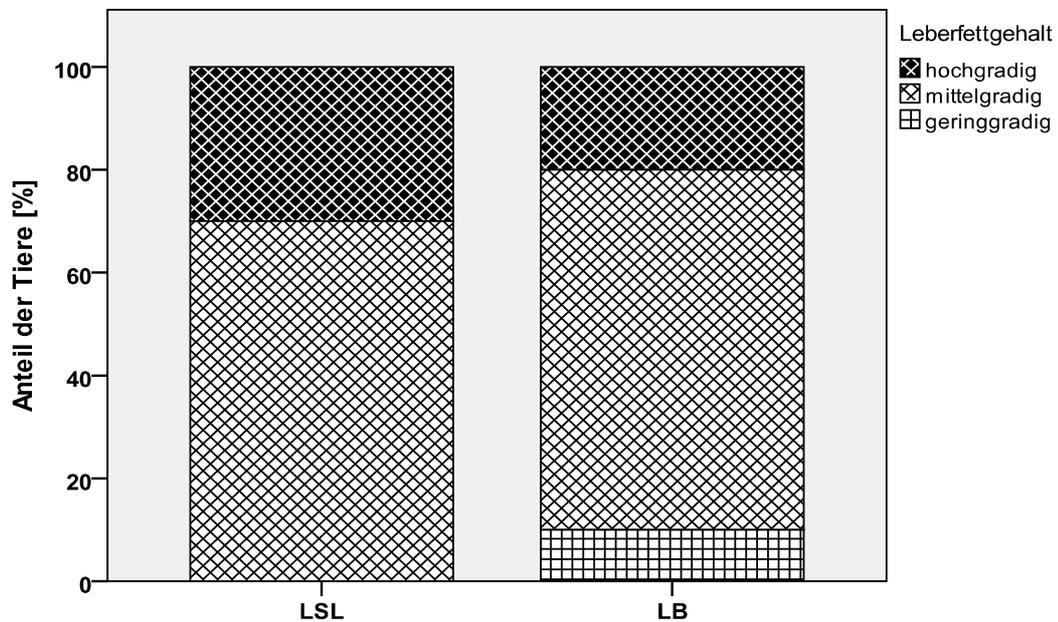


**Abbildung 64: Lebergewicht [in g] in Abhängigkeit der Legelinie** (Bei LSL: n = 10, bei LB: n = 10; p = 0,17, kein signifikanter Unterschied, t-Test, Werte siehe Tab. 59 im Anhang)

### 4.7.2. Leberfettgehalt

Bei sieben (70 %) der seziierten zehn LSL-Hennen konnte in der pathologischen Untersuchung im Rahmen der Post-mortem-Untersuchungen eine mittelgradige Fettleber nachgewiesen werden. Das Vorliegen einer hochgradigen Fettleber wurde bei drei LSL-Hennen aufgefunden. Bei den zehn LB-Hennen konnte wie bei den LSL-Hennen zu 70 % das Vorliegen einer mittelgradigen Fettleber festgestellt werden. Nur 20 % der LB-Tiere zeigten das Syndrom einer hochgradigen Fettleber-Problematik.

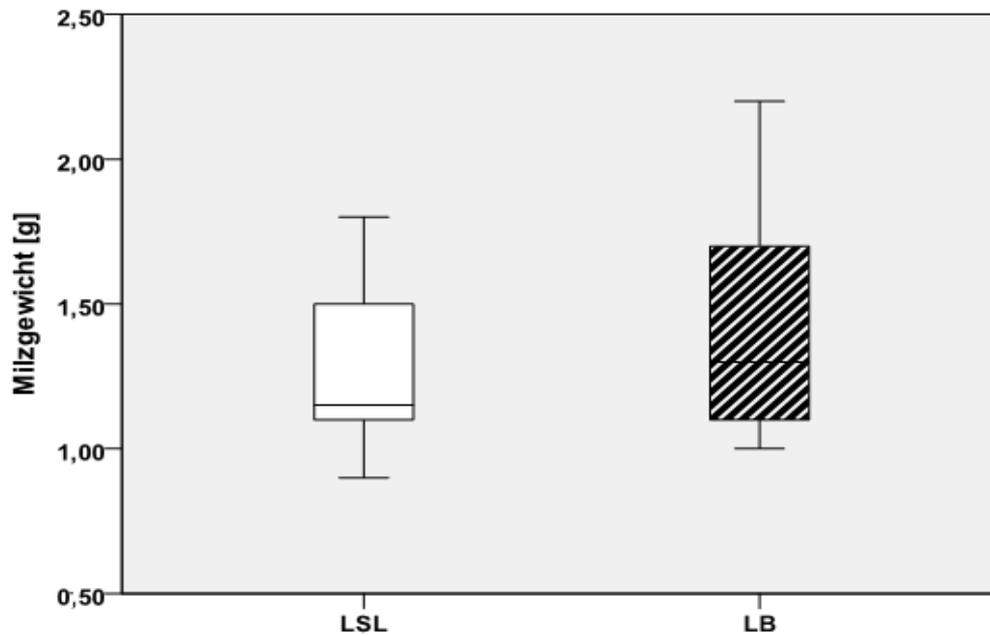
Bei einem LB-Tier wurde eine geringgradige Fettleber befundet. Es ergab sich also keine signifikante Differenz zwischen beiden Legelinien bezüglich des Vorkommens einer Leberlipidose.



**Abbildung 65: Anteil der Hennen mit unterschiedlichen Fettgehalten der Leber [in %] in Abhängigkeit der Legelinie** (Am Ende der Legeperiode wurden gesamten Tiere, nämlich 10 LSL-Hennen und 10 LB-Hennen, auf pathologische Veränderungen untersucht und mit einer Note von 1-4 beurteilt. Bei LSL: n = 10, bei LB: n = 10, p = 0,42, kein signifikanter Unterschied, ordinale Regression)

### 4.7.3. Milzgewicht

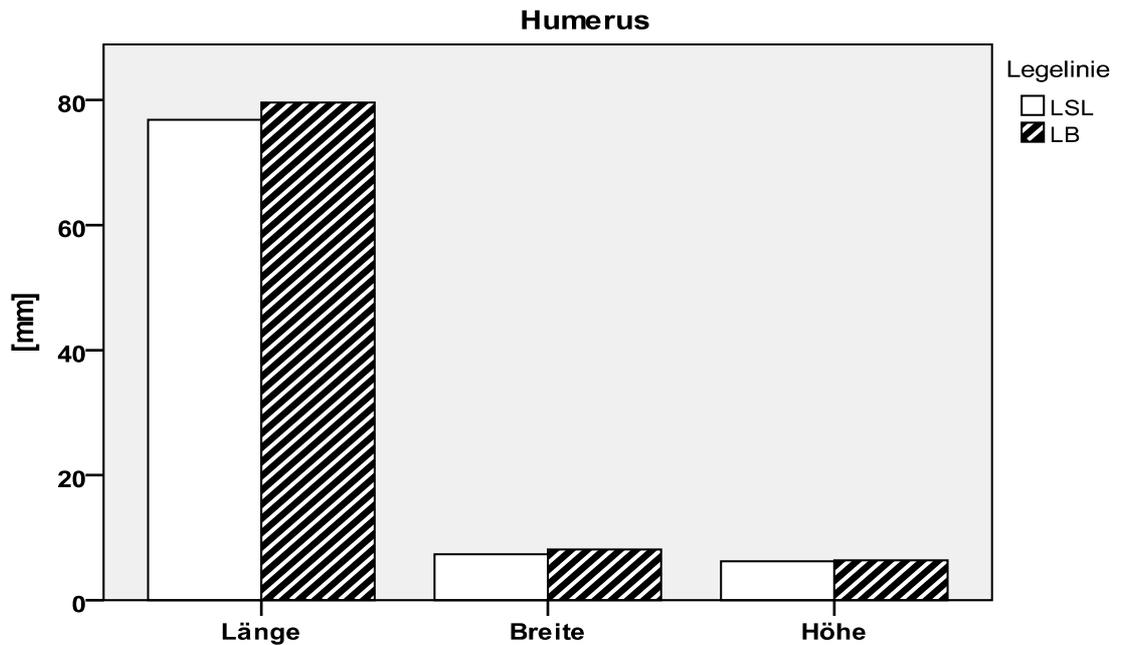
Der Mittelwert des Milzgewichtes lag bei den LSL-Hennen bei 1,27 g ( $\pm$  SEM 0,09), für die LB-Hennen betrug das Ergebnis 1,57 g ( $\pm$  SEM 0,22). Damit wurden auch in diesem Sektor der Untersuchungen zur vorliegenden Dissertationsarbeit keine signifikanten Unterschiede zwischen den Legelinien ermittelt. Das Milzgewicht eines Tieres konnte aufgrund schlachttechnischbedingter Gewebeläsionen nicht erhoben werden.



**Abbildung 66: Milzgewicht [in g] in Abhängigkeit der Legelinie** (LSL: n = 10, LB: n = 9; p = 0,21, kein signifikanter Unterschied, t-Test, Werte siehe Tab. 60 im Anhang)

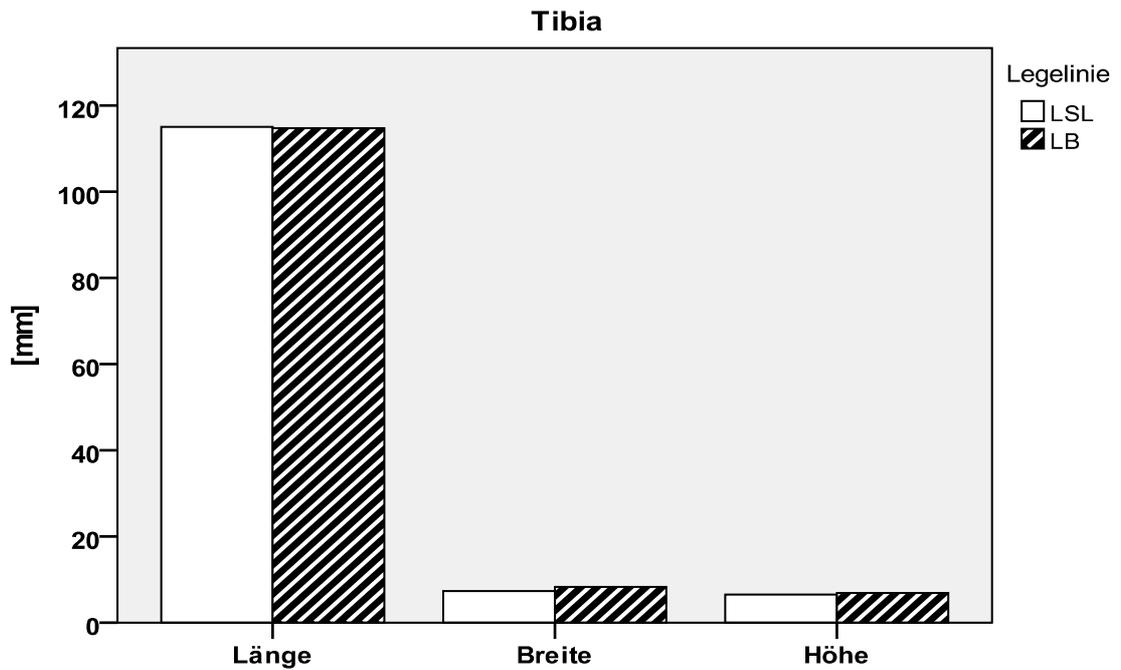
#### 4.7.4. Knochenvermessungen

Der Längen-Mittelwert des Oberarmknochens *Humerus* der LSL-Hennen lag bei 76,84 mm ( $\pm$  SEM 0,53); bei den LB-Hennen konnten durchschnittlich 79,61 mm ( $\pm$  SEM 0,73) ermittelt werden. Der Mittelwert der Breite des *Humerus* bei den LSL-Hennen betrug 7,34 mm ( $\pm$  SEM 0,13), bei den LB-Hennen 8,12 mm ( $\pm$  SEM 0,10). Somit wurde zwischen beiden Legelinien ein signifikanter Unterschied bezüglich des Längen- und Breite-Mittelwertes des *Humerus* aufgezeigt. Die LSL-Hennen wiesen im Mittelwert eine *Humerus*-Höhe von 6,22 mm ( $\pm$  SEM 0,11) auf. Es ergab sich im direkten Vergleich mit der *Humerus*-Höhe der LB-Hennen mit 6,41 mm ( $\pm$  SEM 0,08) kein signifikanter Unterschied.



**Abbildung 67: Durchschnittliche Knochengröße des *Humerus* [in mm] in Abhängigkeit der Legelinie und aufgeteilt nach Länge, Breite und Höhe.** (Länge des *Humerus* der LSL-Hennen: n = 9; Länge des *Humerus* der LB-Hennen: n = 8; p = 0,01, signifikanter Unterschied. Breite des *Humerus* der LSL-Hennen: n = 10; Breite des *Humerus* der LB-Hennen: n = 10; p < 0,01, signifikanter Unterschied. Höhe des *Humerus* der LSL-Hennen: n = 10; Höhe des *Humerus* der LB-Hennen: n = 10; p = 0,10, kein signifikanter Unterschied; t-Test, Werte siehe Tab. 61 - 63 im Anhang)

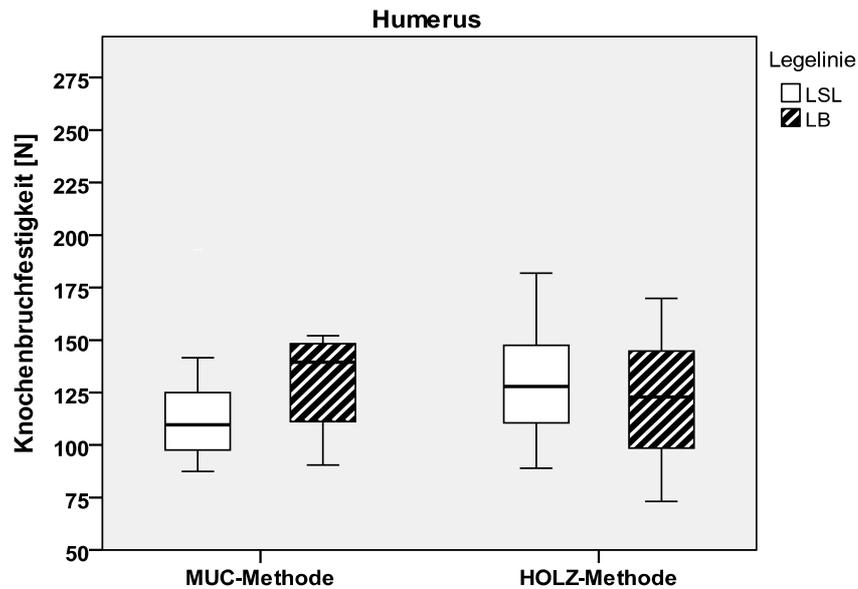
Bei dem Vergleich des Mittelwerts für die Länge der *Tibia*, ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den LSL-Hennen (114,52 mm,  $\pm$  SEM 0,83) und LB-Hennen (114,78 mm,  $\pm$  SEM 1,35). Der Mittelwert der Breite der *Tibia* bei den LSL-Hennen lag bei 7,22 mm ( $\pm$  SEM 0,11) und bei den LB-Hennen bei 8,28 mm ( $\pm$  SEM 0,08). Der Mittelwert der Höhe der *Tibia* betrug bei den LSL-Hennen 6,41 mm ( $\pm$  SEM 0,15) und bei den LB-Hennen 6,88 mm ( $\pm$  SEM 0,10).



**Abbildung 68: Durchschnittliche Knochengröße der *Tibia* [in mm] in Abhängigkeit der Legelinie und aufgeteilt nach Länge, Breite und Höhe** (Für Länge LSL:  $n = 8$ , LB:  $n = 9$ ;  $p = 0,88$ , kein signifikanter Unterschied, bei Breite LSL:  $n = 8$ , LB:  $n = 10$ ;  $p < 0,01$ , signifikanter Unterschied, bei Höhe LSL:  $n = 8$ , LB:  $n = 10$ ;  $p = 0,02$ , signifikanter Unterschied; t-Test, Werte siehe Tab. 61 - 63 im Anhang)

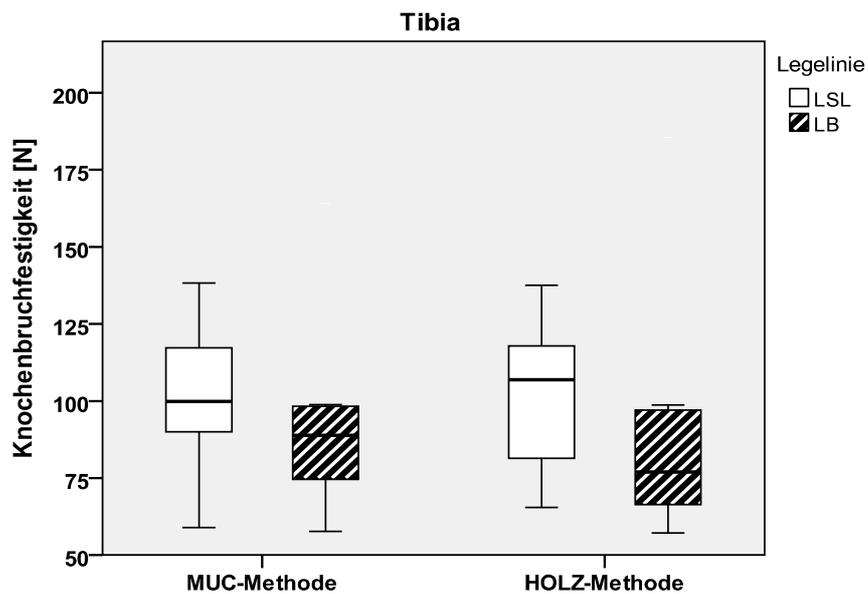
#### 4.7.5. Knochenbruchfestigkeit

Gemäß der Prüfvorschrift nach Holz DIN 52186 lag der Mittelwert der Knochenbruchfestigkeit vom *Humerus* (Oberarm) bei den LSL-Hennen bei 128,71 N ( $\pm$  SEM 8,87) und bei den LB-Hennen bei 120,43 N ( $\pm$  SEM 12,07). Mit der Prüfvorschrift nach München (MUC-Methode) betrug der Wert bei den LSL-Hennen 117,17 N ( $\pm$  SEM 9,89) und bei den LB-Hennen 127,85 N ( $\pm$  SEM 8,28). Mit der Prüfvorschrift nach Holz DIN 52186 lag der Mittelwert der Knochenbruchfestigkeit der *Tibia* (Unterschenkel) bei den LSL-Hennen bei 103,48 N ( $\pm$  SEM 7,28) und bei den LB-Hennen bei 87,62 N ( $\pm$  SEM 11,74). Mit der Prüfvorschrift nach München (MUC-Methode) betrug der Wert bei den LSL-Hennen 101,12 N ( $\pm$  SEM 7,13) und bei den LB-Hennen 90,50 N ( $\pm$  SEM 9,38). Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien.



**Abbildung 69: Knochenbruchfestigkeit der *Humeri* [in N] in Abhängigkeit der Legelinie und Prüfvorschrift (Je Methode jeweils bei LSL: n = 10, bei LB: n = 9, p = 0,43 (MUC-Methode), p = 0,58 (Holz-Methode DIN 52186), kein signifikanter Unterschied, t-Test, Werte siehe Tab. 64 im Anhang)**

)



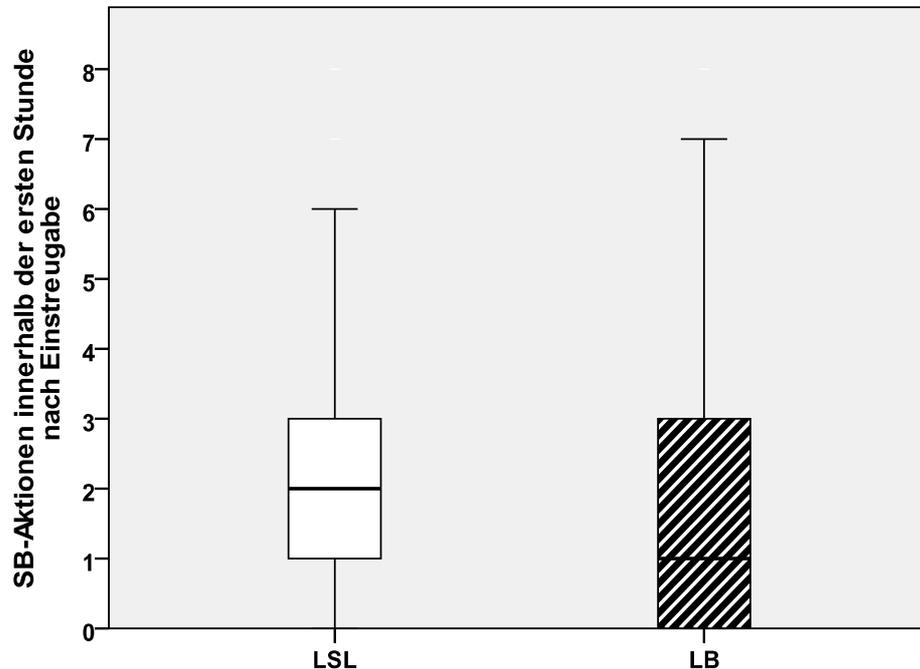
**Abbildung 70: Knochenbruchfestigkeit der *Tibiae* [in N] in Abhängigkeit der Legelinie und Prüfvorschrift (Je Methode jeweils bei LSL: n = 10, bei LB: n = 10, p = 0,38 (MUC-Methode), p = 0,27 (Holz-Methode DIN 52186), kein signifikanter Unterschied, t-Test, Werte siehe Tab. 64 im Anhang)**

## 4.8. Verhalten

### 4.8.1. Staubbadeverhalten

#### 4.8.1.1. Staubbadeaktionen innerhalb einer Stunde

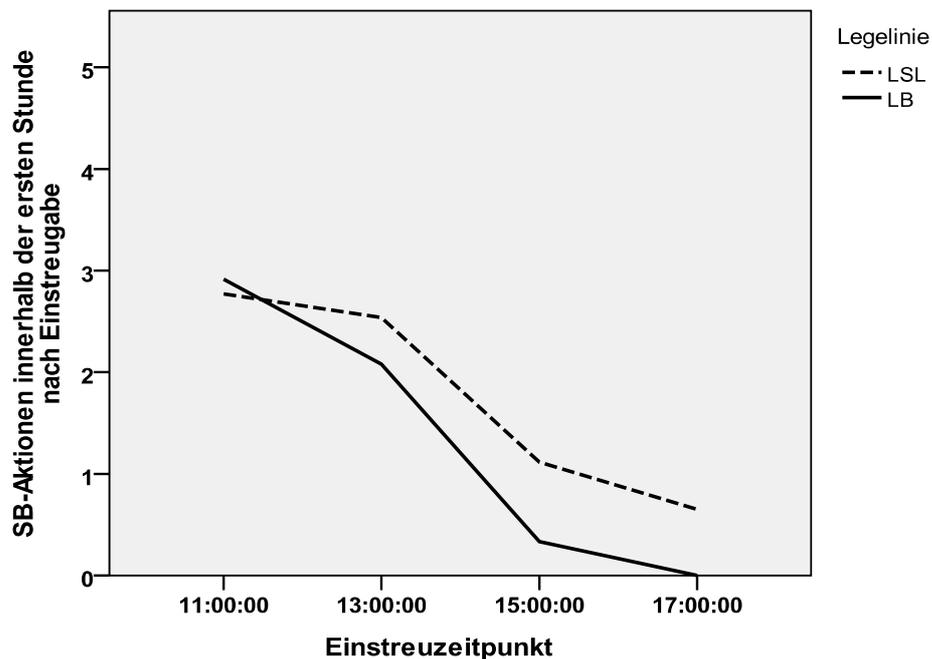
Insgesamt wurden während der einstündigen kontinuierlichen Beobachtung 320 Videostunden je Legelinie ausgewertet. Für die gesamte Beobachtungszeit des Staubbadeverhaltens innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe wurden insgesamt 722 Staubbadeaktionen für die LSL-Hennen und 636 Staubbadeaktionen für die LB-Hennen gezählt. Zu einzelnen Beobachtungszeitpunkten konnte allerdings kein Staubbadeverhalten beobachtet werden. Dies ergab sich insgesamt 62 mal für die LSL-Hennen und 113 mal für die LB-Hennen. Der Mittelwert der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe während der gesamten Beobachtungszeit lag bei den LSL-Hennen bei 2,26 ( $\pm$  SEM 0,11) und bei den LB-Hennen bei 1,99 ( $\pm$  SEM 0,13). Somit konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,45$ ) zwischen den beiden Legelinien ermittelt werden.



**Abbildung 71: Anzahl der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe während der gesamten Beobachtungszeit und in Abhängigkeit der Legelinie (Werte siehe Tab. 65 im Anhang)**

Zwischen 11:00 und 12:00 Uhr (erstes Einstreuintervall) war das Staubbadeverhalten

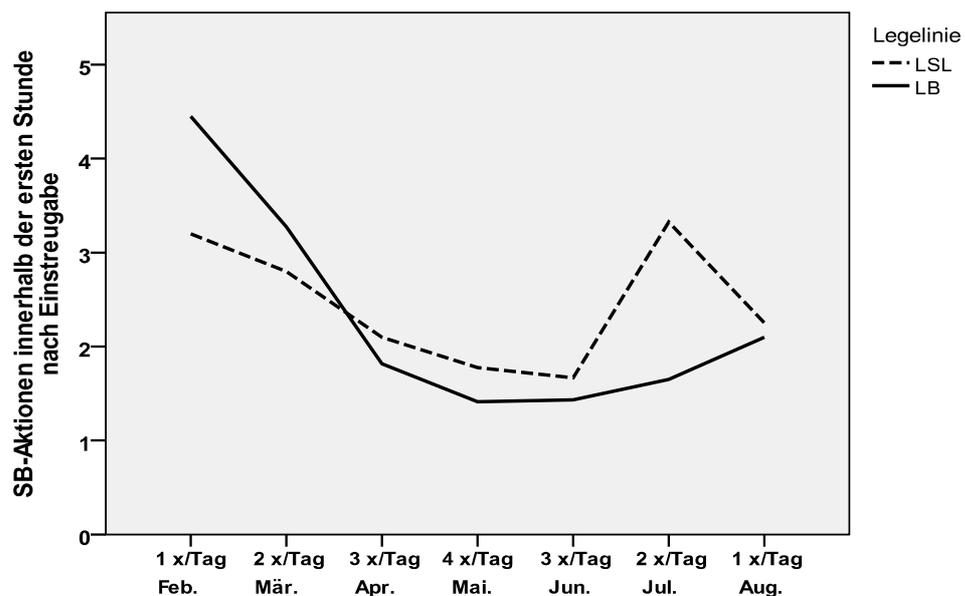
bei beiden Legelinien am ausgeprägtesten. Der Mittelwert der Anzahl der Staubbadeaktionen lag bei den LSL-Hennen bei 2,77 und bei den LB-Hennen bei 2,91. Um 13:00 Uhr ergab sich für die LSL-Hennen ein Wert von 2,54 und bei den LB-Hennen von 2,08. Die Zahl fiel um 15:00 Uhr ab: bei den LSL-Hennen lag sie bei 1,12 und bei den LB-Hennen bei 0,33. Um 17:00 Uhr war bei den LB-Hennen kein Staubbadeverhalten mehr zu beobachten, dagegen zeigten die LSL-Hennen zu diesem Zeitpunkt nach wie vor Staubbadeverhalten, wobei der Mittelwert 0,65 betrug.



**Abbildung 72: Durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit vom Einstreuzeitpunkt und der Legelinie (Werte siehe Tab. 66 im Anhang)**

Die durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen der LB-Hennen fiel bei zunehmender Einstreuhäufigkeit ab. Als die Einstreuhäufigkeit im Laufe der Legeperiode wieder verringert wurde, stieg die mittlere Anzahl leicht an. Dagegen schwankte die durchschnittliche Anzahl der LSL-Hennen während des gesamten Beobachtungszeitraums. Als im Monat Februar 2010 einmal am Tag eingestreut wurde, lag der Mittelwert der Anzahl der Staubbadeaktionen bei den LSL-Hennen bei 3,20 und bei den LB-Hennen bei 4,45. Bei dem zweimaligen täglichen Einstreuintervall ergab sich bei den LSL-Hennen ein Wert von 2,80 und bei den LB-Hennen von 3,28. Als dreimal am Tag eingestreut wurde fielen die Werte bei den

beiden Legelinien ab: bei den LSL-Hennen auf 2,10 und bei den LB-Hennen auf 1,82. Während des viermaligen Einstreuintervalls pro Tag lag der Wert bei den LSL-Hennen bei 1,78 und bei den LB-Hennen bei 1,41. Als die Einstreuhäufigkeit wieder verringert wurde, ergaben sich für die LSL-Hennen Mittelwerte von 1,67 (dreimaliges Einstreuintervall pro Tag), 3,33 (zweimaliges Einstreuintervall pro Tag) und 2,25 (einmaliges Einstreuintervall pro Tag) und bei den LB-Hennen von 1,43 (dreimaliges Einstreuintervall pro Tag), 1,65 (zweimaliges Einstreuintervall pro Tag) und 2,10 (einmaliges Einstreuintervall pro Tag). Im Juli 2010 stieg die durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen der LSL-Hennen stark an und fiel gleich im August 2010 wieder ab. Es konnte insgesamt zwischen den beiden Legelinien kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,53$ ) im Zusammenhang mit der Einstreuhäufigkeit nachgewiesen werden.

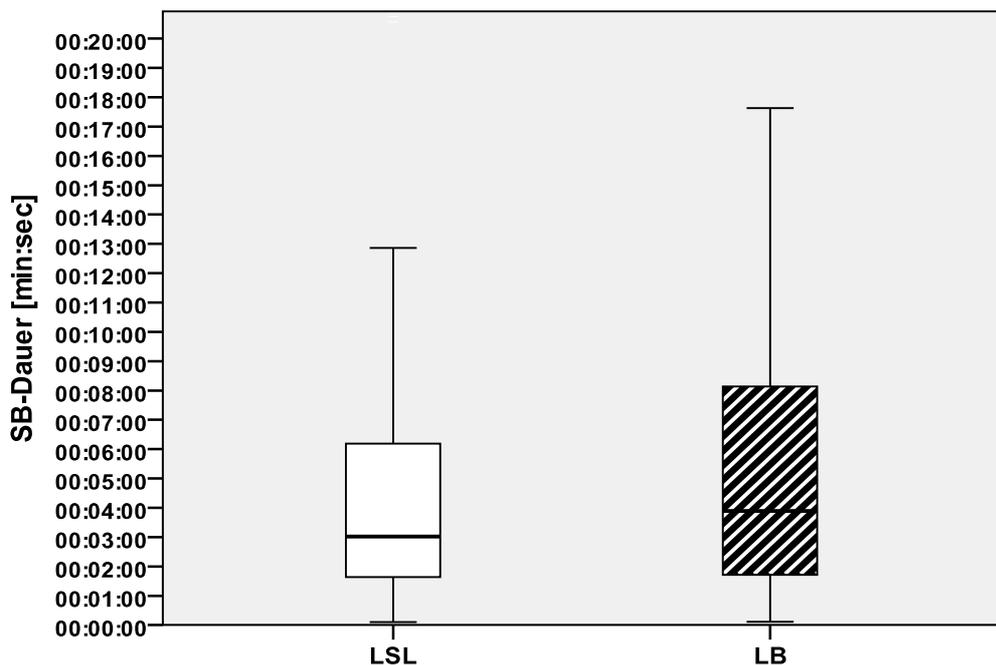


**Abbildung 73: Durchschnittliche Anzahl der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit von der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (Bei LSL:  $n = 320$ , bei LB:  $n = 320$ ,  $p = 0,45$ , kein signifikanter Unterschied, verallgemeinerte lineare gemischte Modelle, Poisson-Verteilung, Werte siehe Tab. 67 im Anhang)

#### 4.8.1.2. Staubbadedauer

Der Mittelwert der Staubbadedauer innerhalb einer Stunde nach Einstreugabe während der gesamten Beobachtungszeit lag bei den LSL-Hennen bei 5 min 2 sec (302 sec,

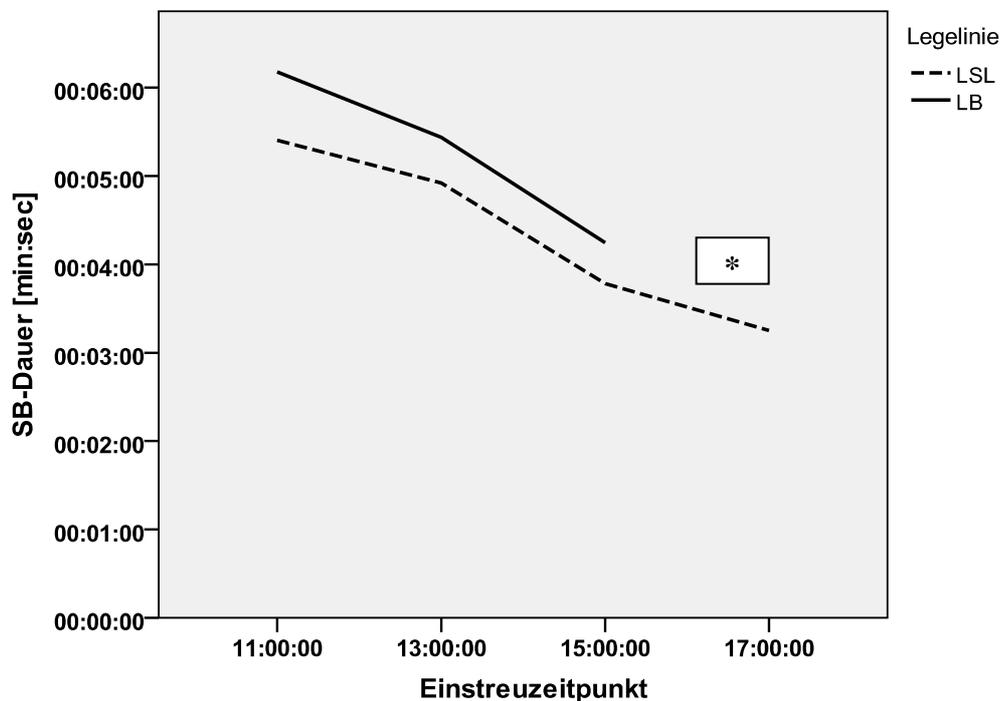
± SEM 13,01) und bei den LB-Hennen bei 5 min 52 sec (352 sec, ± SEM 13,78). Als täglich einmal eingestreut wurde ergab sich bezüglich der Staubbadedauer bei den LSL-Hennen ein Maximalwert von 49 min 44 sec (2984 sec) für den Februar 2010. Gemessen wurde jeweils innerhalb eines einstündigen Zeitraums nach dem Einstreuen um 11 Uhr. Bei den LB-Hennen lag der höchste Wert bei 45 min 50 sec (2750 sec). Dieser Wert wurde für die einstündige Phase nach der Einstreuintervall um 11 Uhr im April 2010 gemessen, als das Einstreuintervall dreimal pro Tag durchgeführt wurde.



**Abbildung 74: Staubbadedauer (SB) [in min:sec] innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie (Werte siehe Tab. 68 im Anhang)**

Die LB-Hennen zeigten während der gesamten Beobachtungszeit eine längere Staubbadedauer als die LSL-Hennen. Die Staubbadedauer verkürzte sich im Verlauf eines Messtages bei beiden Legelinien. Der höchste Wert der Staubbadedauer lag bei den LSL-Hennen um 11:00 Uhr bei 5:24 min (324 sec) und bei den LB-Hennen bei 6:10 min (370 sec). Um 13:00 Uhr ergab sich bei den LSL-Hennen ein Wert von 4:55 min (295 sec) bei den LB-Hennen von 5:26 min (326 sec). Um 15:00 Uhr lag der Wert bei den LSL-Hennen bei 3:46 min (226 sec) und bei den LB-Hennen bei 4:14 min (254 sec). Das Staubbadeverhalten dauerte bei den LSL-Hennen um 17:00 Uhr 3:15 min (195 sec). Da die LB-Hennen kein Staubbadeverhalten um 17:00 Uhr zeigten,

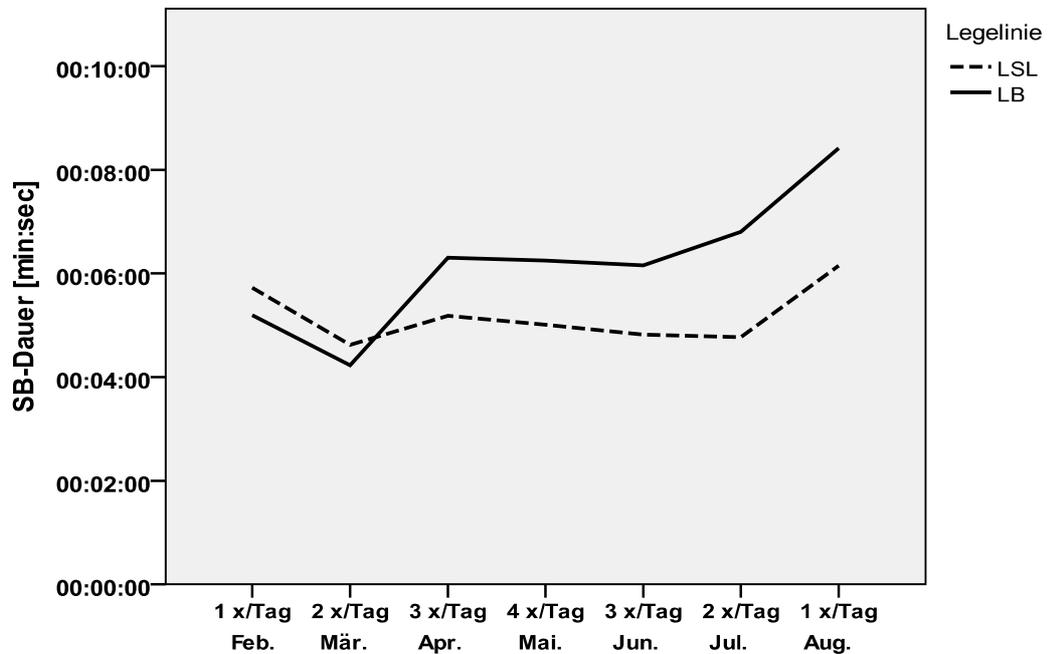
ergab sich kein Wert für diesen Messpunkt. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien in Bezug auf den Einstreugabe-Zeitpunkt nachgewiesen werden.



**Abbildung 75: Durchschnittliche Staubbadedauer (SB) innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit vom Einstreugabezeitpunkt und der Legelinie** (Bei LSL: n = 722, bei LB = 636, p = 0,25, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 69 im Anhang, \*keine Werte um 17:00 Uhr bei den LB-Hennen, da keine Staubbadeaktionen stattgefunden haben)

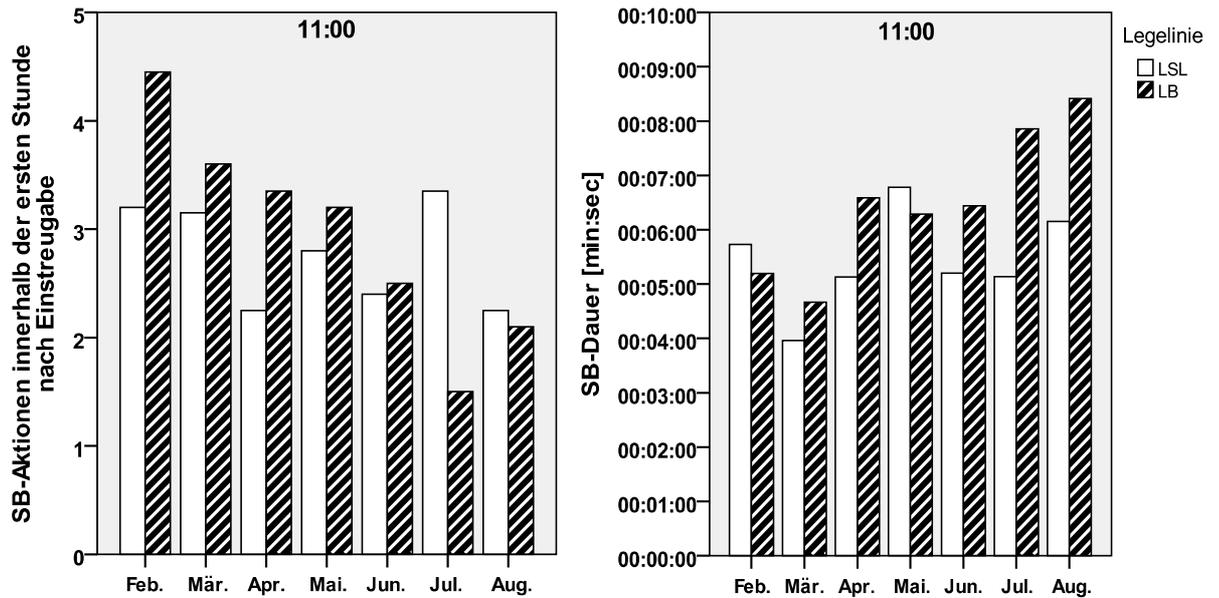
Bei den LB-Hennen war die Staubbadedauer während der gesamten Beobachtungsphase höher als bei den LSL-Hennen (außer in den Monaten Februar und März 2010). Bei einmaliger Einstreugabe pro Tag lag der Mittelwert der Staubbadedauer bei den LSL-Hennen bei 5:43 min. (343 Sekunden) und bei den LB-Hennen bei 5:11 min. (311 Sekunden). Als zweimal eingestreut wurde, ergab sich bei den LB-Hennen ein Wert von 4:13 min. (253 Sekunden). Bei den LSL-Hennen wurde bei zweimaliger Einstreuintervall pro Tag mit 4:37 min. (277 Sekunden) der insgesamt niedrigste Wert gemessen. Als dreimal am Tag eingestreut wurde, lag der Wert bei den LSL-Hennen bei 5:11 min. (311 Sekunden) und bei den LB-Hennen bei 6:18 min. (378 Sekunden). Während des viermaligen Einstreuintervalls pro Tag ergab sich bei den LSL-Hennen ein Wert von 5:00 min. (300 Sekunden) und bei den LB-Hennen von 6:14 min. (374 Sekunden). Als die Einstreuhäufigkeit wieder reduziert wurde, lagen

die Mittelwerte bei den LSL-Hennen bei 4:49 min. (dreimalige Einstreuintervall pro Tag: 3 x/Tag), 4:46 min. (2 x/Tag) und 6:09 min. (1 x/Tag) und bei den LB-Hennen bei 6:09 min. (3 x/Tag), 6:48 min. (2 x/Tag) und 8:24 min. (1 x/Tag). Zwischen den beiden Legelinien konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

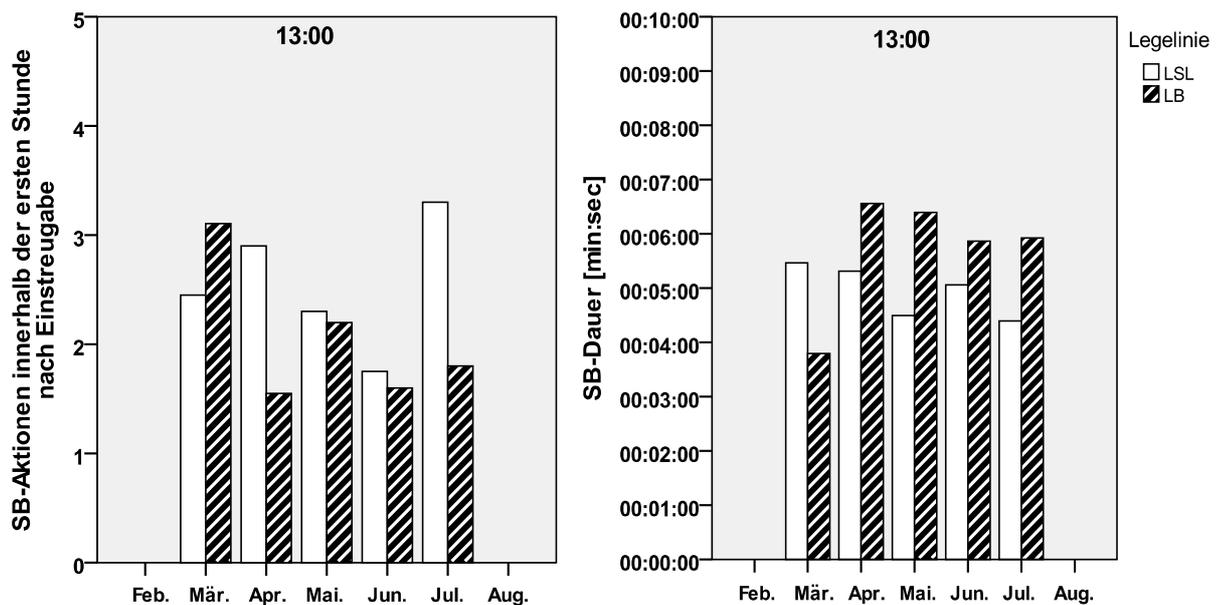


**Abbildung 76: Durchschnittliche Staubbadedauer (SB) innerhalb einer Stunde nach der Einstreugabe in Abhängigkeit von der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (Bei LSL: n = 722, bei LB = 636, p = 0,19, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 70 im Anhang)

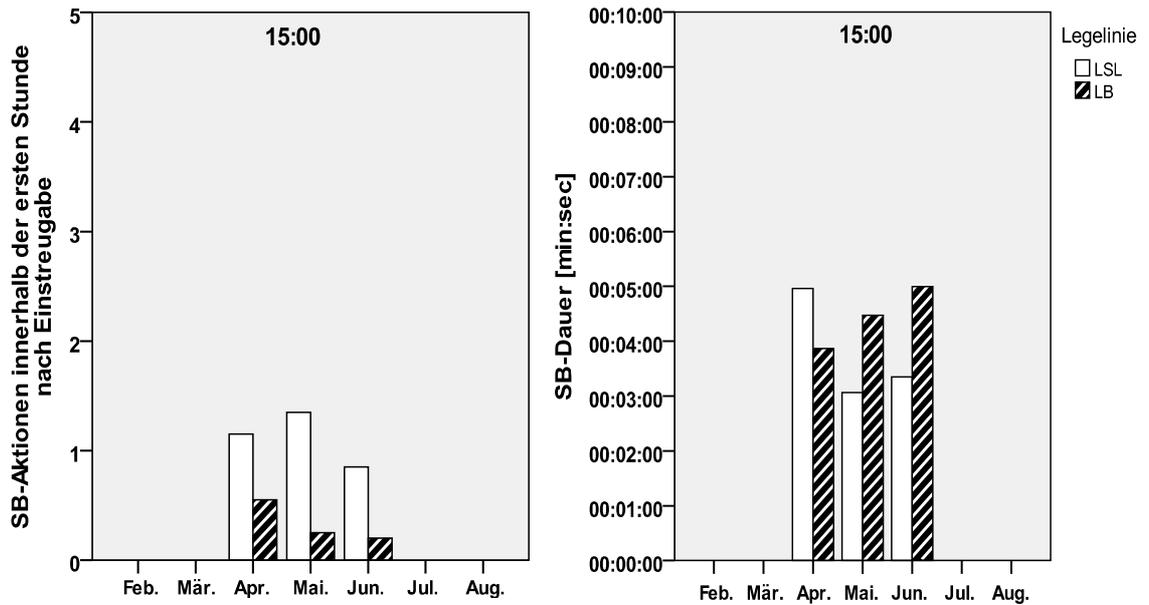
Die durchschnittlichen Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe und Staubbadedauer bezüglich des jeweiligen Einstreuzeitpunktes sind den Abbildungen 77-80 zu entnehmen. Während der Hauptstaubbadezeit (11:00-12:00 Uhr) wurden die Staubbadeaktionen mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit deutlich weniger und die Staubbadedauer länger bei den LB-Hennen. Dagegen schwankten die Werte bei den LSL-Hennen im zeitlichen Verlauf, zeigten aber eine ähnliche Tendenz wie bei den LB-Hennen (siehe Abb. 77). Die gesamten Staubbadeaktionen in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit wurden in der Abbildung 81 gekennzeichnet.



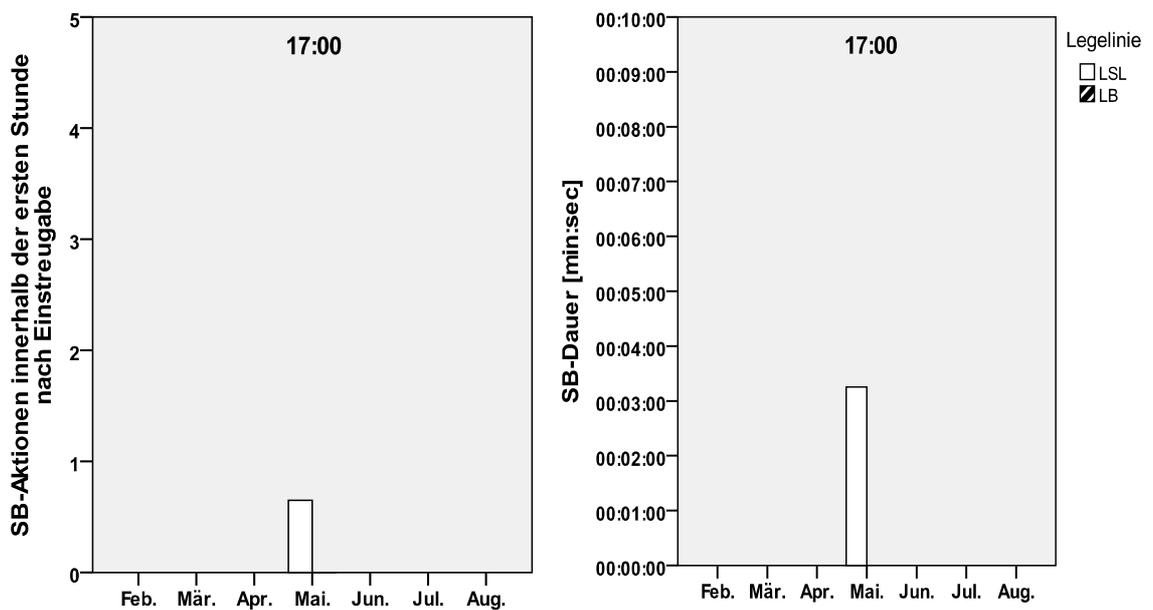
**Abbildung 77: Durchschnittliche Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe und durchschnittliche Staubbadedauer um 11:00 Uhr in Abhängigkeit des Monats und der Legelinie**



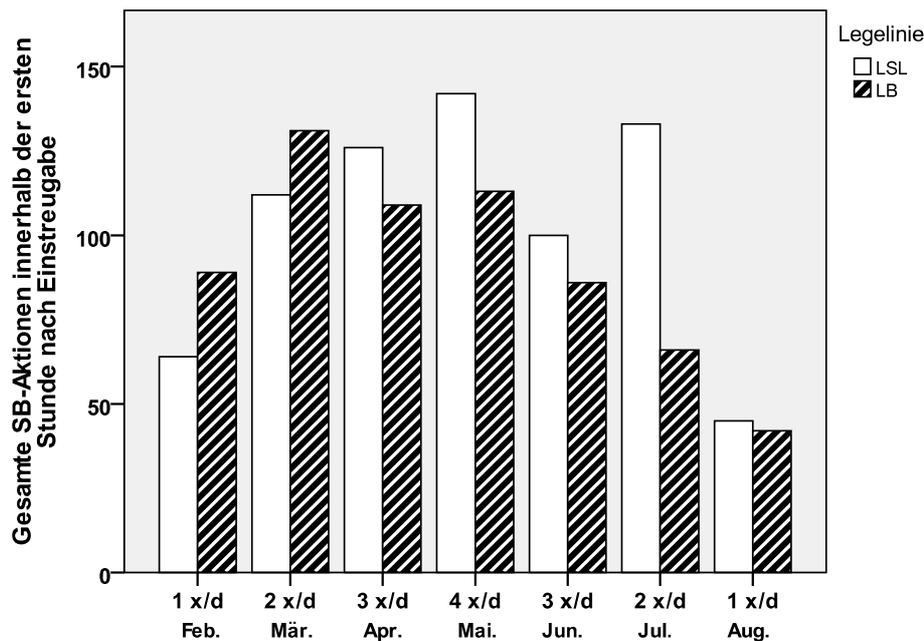
**Abbildung 78: Durchschnittliche Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe und durchschnittliche Staubbadedauer um 13:00 Uhr in Abhängigkeit des Monats und der Legelinie**



**Abbildung 79: Durchschnittliche Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe und durchschnittliche Staubbadedauer um 15:00 Uhr in Abhängigkeit des Monats und der Legelinie**



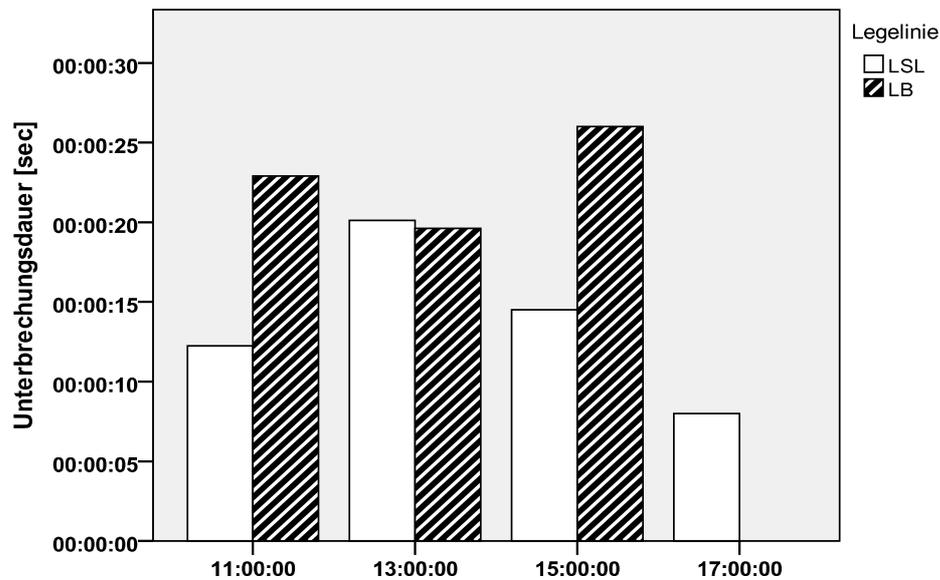
**Abbildung 80: Durchschnittliche Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe und durchschnittliche Staubbadedauer um 17:00 Uhr in Abhängigkeit des Monats und der Legelinie**



**Abbildung 81: Gesamte Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit des Monats und der Legelinie**

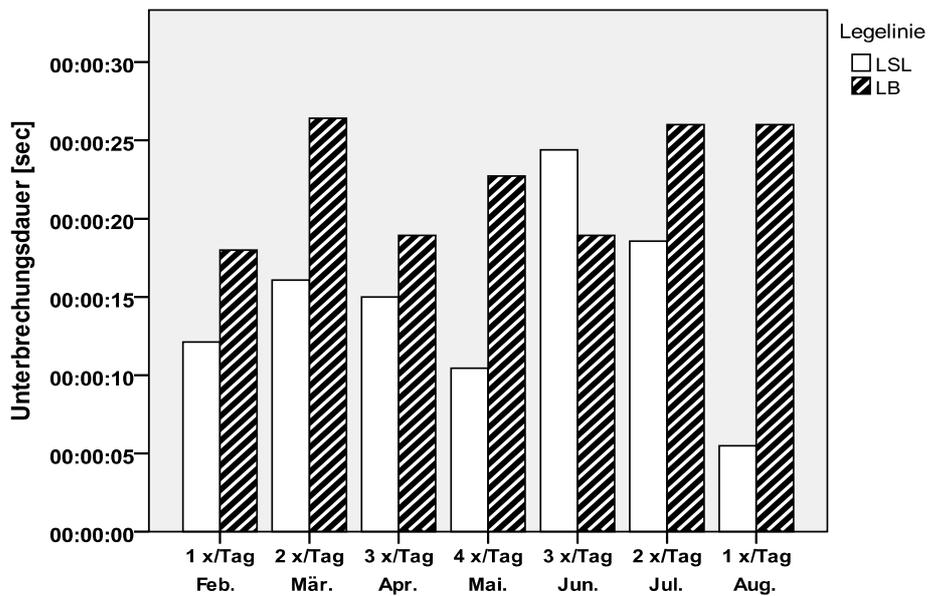
#### 4.8.1.3. Unterbrechungen während des Staubbadens

Die durchschnittliche Dauer der Unterbrechung während des Staubbadens (staubbadende Henne wird während einer Staubbadeaktion gestört, unterbricht das Staubbad für eine bestimmte Zeit und nimmt es aber innerhalb einer Minute wieder auf) lag bei den LSL-Hennen bei 14 sec und bei den LB-Hennen bei 21 sec. Die Dauer der Unterbrechungen beim Staubbaden schwankte im Tagesverlauf bei beiden Legelinien. Der Mittelwert der Unterbrechungsdauer lag bei den LSL-Hennen um 11:00 Uhr bei 12 sec und bei den LB-Hennen bei 22 sec. Um 13:00 ergab sich für die LSL-Hennen ein Wert von 20 sec und für die LB-Hennen von 19 sec. Um 15:00 Uhr lag der Wert bei den LSL-Hennen bei 14 sec und bei den LB-Hennen bei 26 sec. Um 17:00 Uhr lag der Wert bei den LSL-Hennen bei 8 sec. Für die LB-Hennen ergab sich kein Wert, da kein Staubbadverhalten zu diesem Zeitpunkt beobachtet werden konnte. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien nachgewiesen werden.



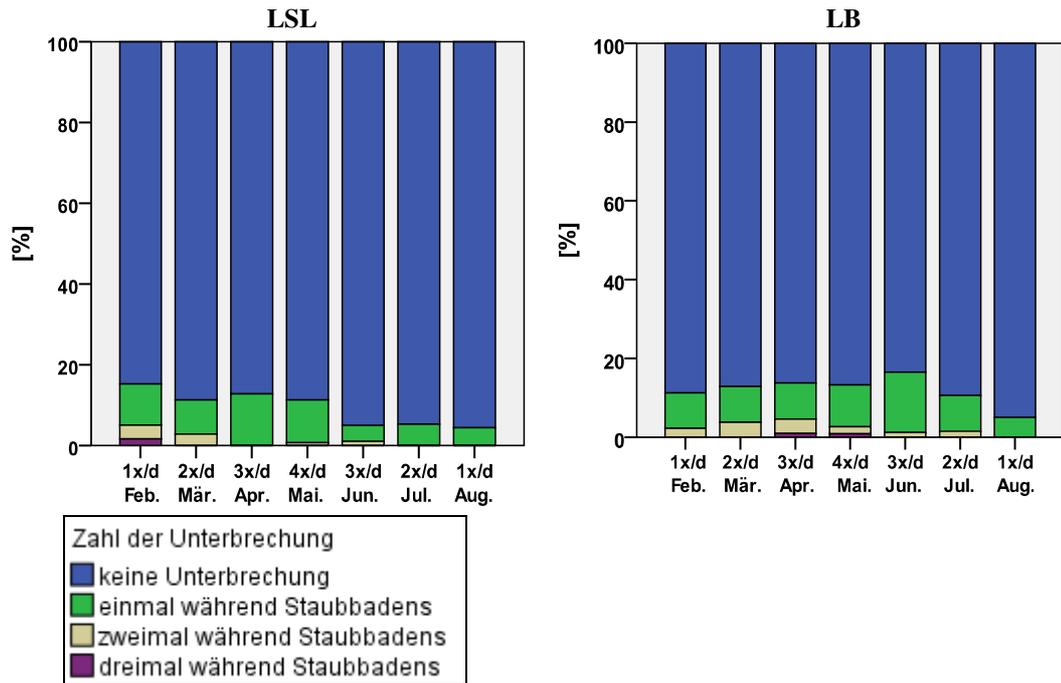
**Abbildung 82: Durchschnittliche Unterbrechungsdauer des Staubbadeverhaltens in Abhängigkeit des Einstreuzeitpunktes und der Legelinie** (Bei LSL: n = 68, bei LB: n = 79,  $p < 0,01$ , signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 71 im Anhang)

Die Mittelwerte der Unterbrechungsdauer der beiden Legelinien schwankten im zeitlichen Verlauf. Als einmal am Tag eingetreut wurde, lag der Wert bei den LSL-Hennen bei zehn Sekunden und bei den LB-Hennen bei 19 Sekunden. Bei zweimaliger Einstreugabe pro Tag betrug der Wert bei den LSL-Hennen 16 Sekunden und bei den LB-Hennen 26 Sekunden. Als dreimal am Tag eingestreut wurde ergab sich bei den LSL-Hennen ein Wert von 17 Sekunden und bei den LB-Hennen von 18 Sekunden. Bei viermaliger Einstreugabe pro Tag lag der Wert bei den LSL-Hennen bei 10 Sekunden und bei den LB-Hennen bei 22 Sekunden. Somit war der ermittelte Unterschied zwischen den beiden Legelinien signifikant.

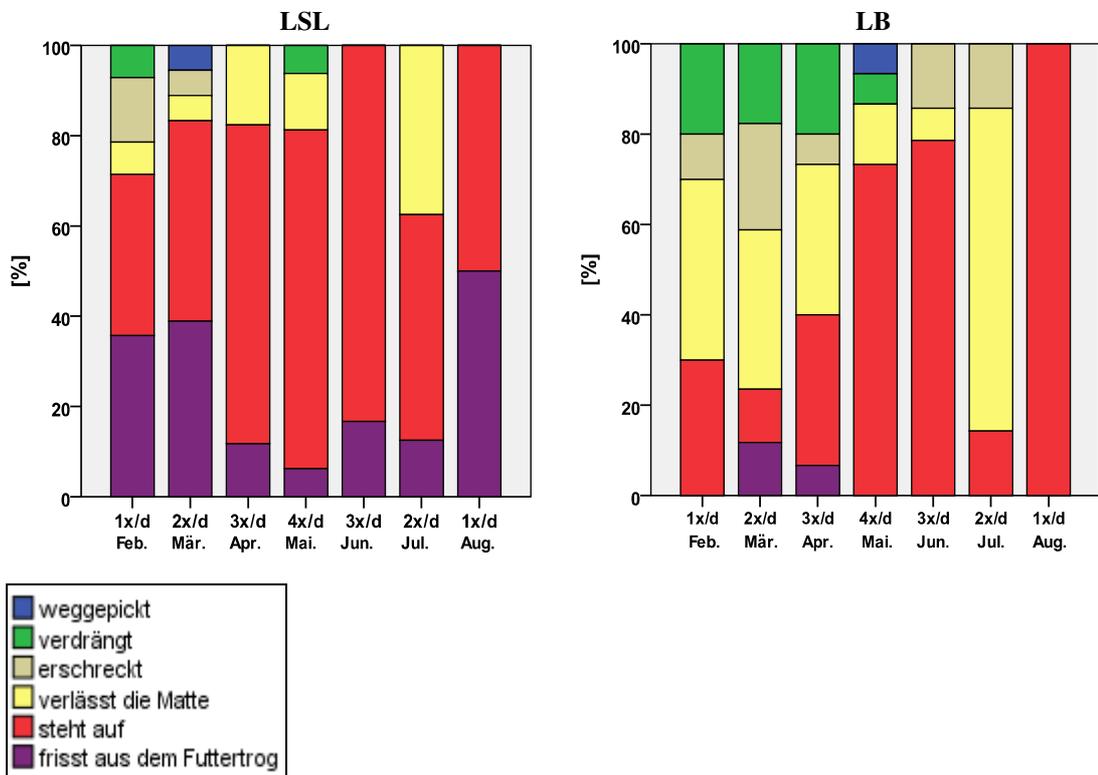


**Abbildung 83: Durchschnittliche Unterbrechungsdauer des Staubbadeverhaltens in Abhängigkeit des Einstreuintervalls und der Legelinie über die gesamte Legeperiode** (Bei LSL: n = 68, bei LB: n = 79,  $p < 0,01$ , signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 72 im Anhang)

Für den Prozentanteil von Unterbrechungen an der gesamten Anzahl an Staubbadeaktionen ergab sich insgesamt während der gesamten Beobachtungszeit bei den LSL-Hennen ein Wert von 9,27 % (67 Fälle von insg. 722 Staubbadeaktionen) und bei den LB-Hennen von 12,58 % (80 Fälle von insg. 636 Staubbadeaktionen). Das Staubbaden wurde mitunter nicht nur einmal, sondern bisweilen auch mehrmals unterbrochen. Einmalige Unterbrechungen traten bei den LSL-Hennen in 88,06 % aller Unterbrechungsfälle auf, bei den LB-Hennen in 78,75 % aller Fälle; der Anteil der zweimaligen Unterbrechungen bei den LSL-Hennen lag bei 10,45 % und bei den LB-Hennen bei 18,75 %. Für die dreimaligen Unterbrechungen wurden bei den LSL-Hennen Werte von 1,49 % und für die LB-Hennen von 2,50 % ermittelt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien nachgewiesen werden. Die häufigste Ursache für Unterbrechungen bei beiden Legelinien war ein kurzes Aufstehen (ohne Verlassen der Staubbadematte), das ohne Störung durch eine andere Henne geschah (58,02 % bei den LSL-Hennen und 43,75 % bei den LB-Hennen). Unterbrechungen durch Artgenossen, aus Gründen wie z.B. Verdrängen und Picken, wurden relativ selten beobachtet: bei den LSL-Hennen in 3,70 % aller Fälle und bei den LB-Hennen in 12,5 % aller Fälle.



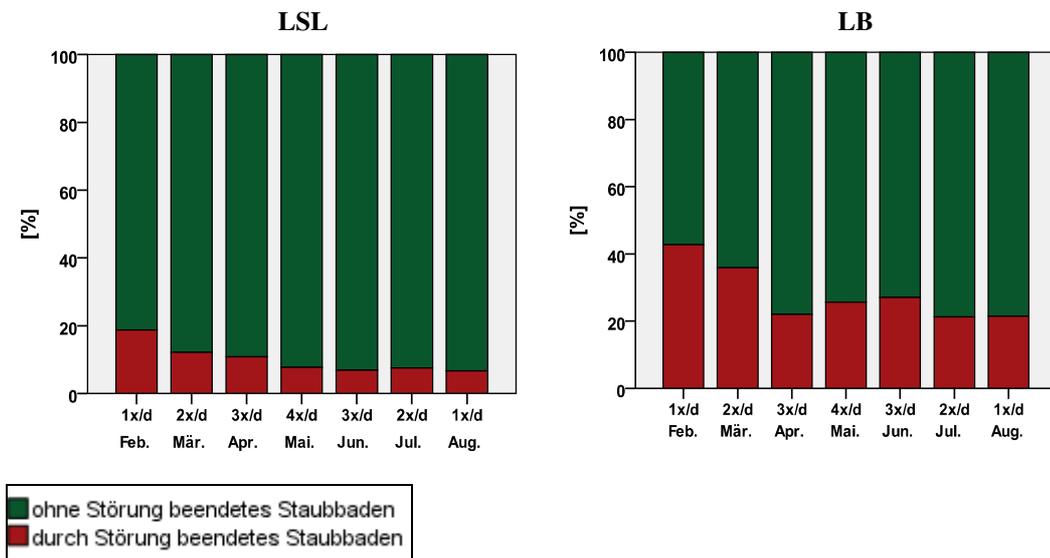
**Abbildung 84: Anteil der verschiedenen Unterbrechungshäufigkeiten an der gesamten Anzahl an Staubbadeaktionen [in %] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**



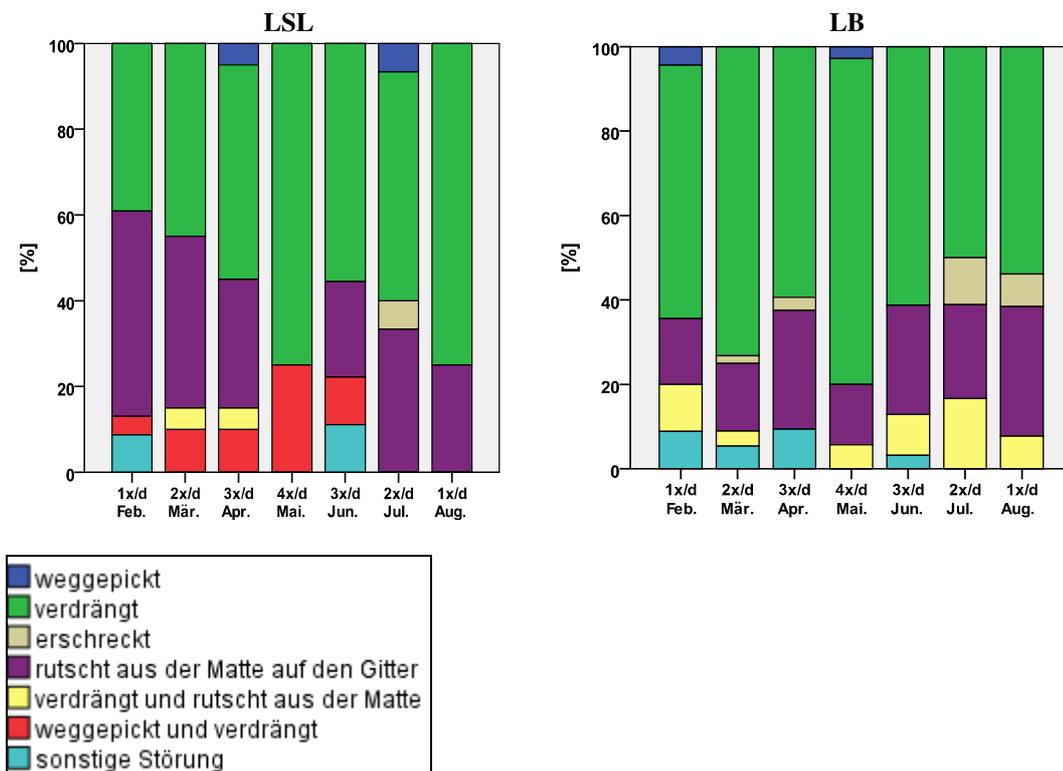
**Abbildung 85: Anteil der verschiedenen Unterbrechungsursachen an der gesamten Fälle der Unterbrechungen [in %] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (Werte siehe Tab. 74 im Anhang)**

#### 4.8.1.4. Störungsbedingtes Beenden des Staubbadens

LB-Hennen beendeten das Staubbaden häufiger aufgrund von Störungen als LSL-Hennen (36,16 % bzw. 14,27 % der gesamten Staubbadeaktionen). Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien ermittelt. Als einmal am Tag (im Monat Februar 2010) eingestreut wurde, war das Beenden des Staubbadens in Folge einer Störung bei beiden Legelinien am häufigsten; 18,75 % bei den LSL-Hennen und 42,70 % bei den LB-Hennen der gesamten Staubbadeaktionen im Februar 2010. Die Anzahl für dieses Verhalten nahm mit Zunahme der Einstreuhäufigkeit zunächst bei beiden Legelinien ab. Ab einer Einstreuhäufigkeit von viermal am Tag waren bei den LSL-Hennen keine deutlichen Veränderungen mehr beobachtbar. Bei den LB-Hennen schwankte der Störungsanteil dagegen bei der weiteren Abnahme der Einstreuhäufigkeit. Der niedrigste Anteil ergab sich bei den LSL-Hennen mit einem Wert von 6,67 % im August 2010 und bei den LB-Hennen ein Wert von 21,21 % im Juli 2010. Die häufigste Ursache für durch Störung beendetes Staubbaden war bei beiden Legelinien eine Störung durch die andere Henne (Anteile von 65,05 % bei den LSL-Hennen bzw. von 74,78 % bei den LB-Hennen am insgesamt durch Störungen beendeten Staubbaden). Die am zweithäufigsten vorkommende Ursache war bei beiden Legelinien selbstverschuldetes „Rutschen von der Matte auf das Gitter“ (32,04 % bei den LSL-Hennen bzw. 20 % bei den LB-Hennen). Wie in der Abbildung 87 gekennzeichnet, wurden die staubbadenden LB-Hennen nicht einmal weggepickt und/oder verdrängt durch die andere Henne, was bei LSL-Hennen nicht selten beobachtet werden konnte (Anteil von 9,73 % am insgesamt durch Störungen beendeten Staubbaden). Als sonstige Störung wurde aufgenommen, wenn „die andere Henne die Matte bepickt, wo die staubbadende Henne sich befindet“ und die „Anwesenheit von Betreuungspersonal“.



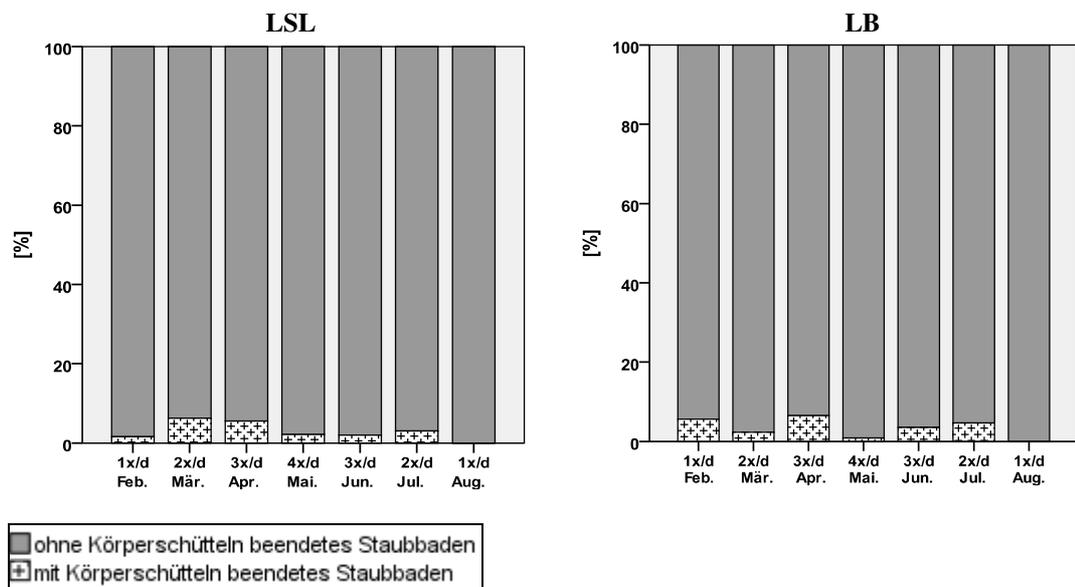
**Abbildung 86: Anteil des störungsbedingten Beendens des Staubbades [in %] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**



**Abbildung 87: Anteil der verschiedenen Störungsursachen am durch Störung beendeten Staubbades [in %] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie**

#### 4.8.1.5. Axiales Körperschütteln zum Abschluss des Staubbadens

Das axiale Körperschütteln, das beim Staubbadeverhalten auf ein vollständiges Beenden des Staubbadens hindeutet, wurde in der gesamten Beobachtungszeit nur sehr selten beobachtet. Bei den LSL-Hennen in 3,33 % und bei den LB-Hennen in 3,46 % aller beobachteten Staubbadeaktionen. Das Körperschütteln wurde ausschließlich gezählt, wenn die Henne dieses innerhalb von drei Minuten nach dem Aufstehen (bzw. Verlassen der Staubbadematte) durchführte. Die Zahlen schwankten im zeitlichen Verlauf bei beiden Legelinien. Die höchsten Werte für das Abschlusschütteln wurden bei beiden Legelinien beim dreimaligen Einstreuintervall gemessen, und zwar bei den LSL-Hennen mit 10,77 % und bei den LB-Hennen mit einem Anteil von 8,70 %. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien.



**Abbildung 88: Anteil des axialen Körperschüttelns an der Gesamtzahl der beobachteten Staubbadeaktionen [in %] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (Werte siehe Tab. 76 im Anhang)**

#### 4.8.2. Aufenthalt in der Hellphase

Wie der Abbildung 89 zu entnehmen ist, hielten sich beide Legelinien während der gesamten Legeperiode am häufigsten auf dem Gitterboden auf. Danach folgen in absteigender Reihenfolge die Staubbadematte, Sitzstange und das Nest.

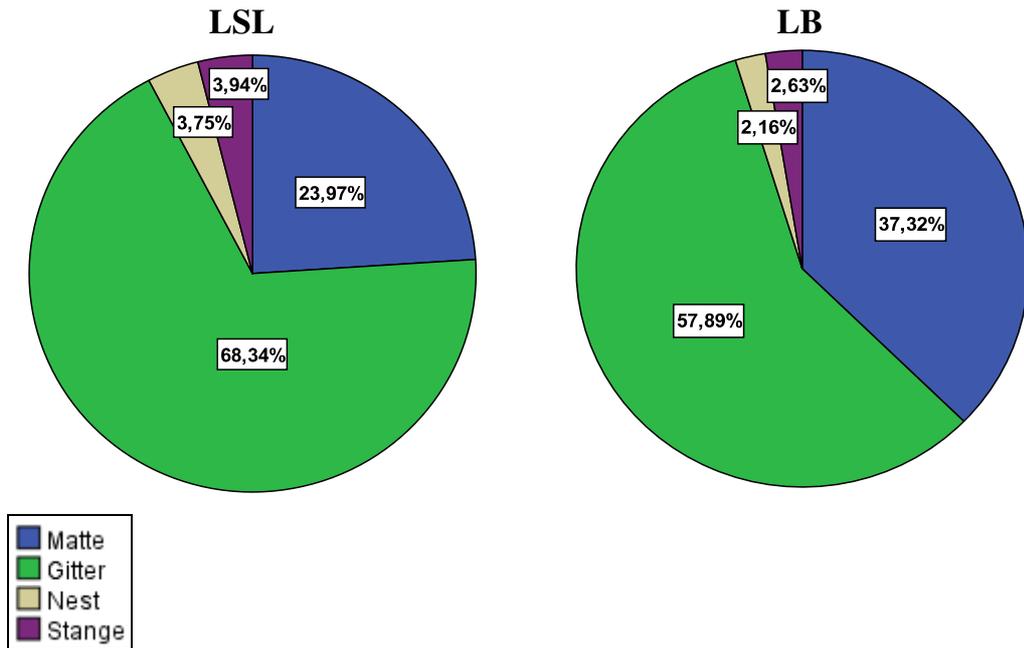


Abbildung 89: Anteil der verschiedenen Aufenthaltsorte [in %] während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie in der Hellphase

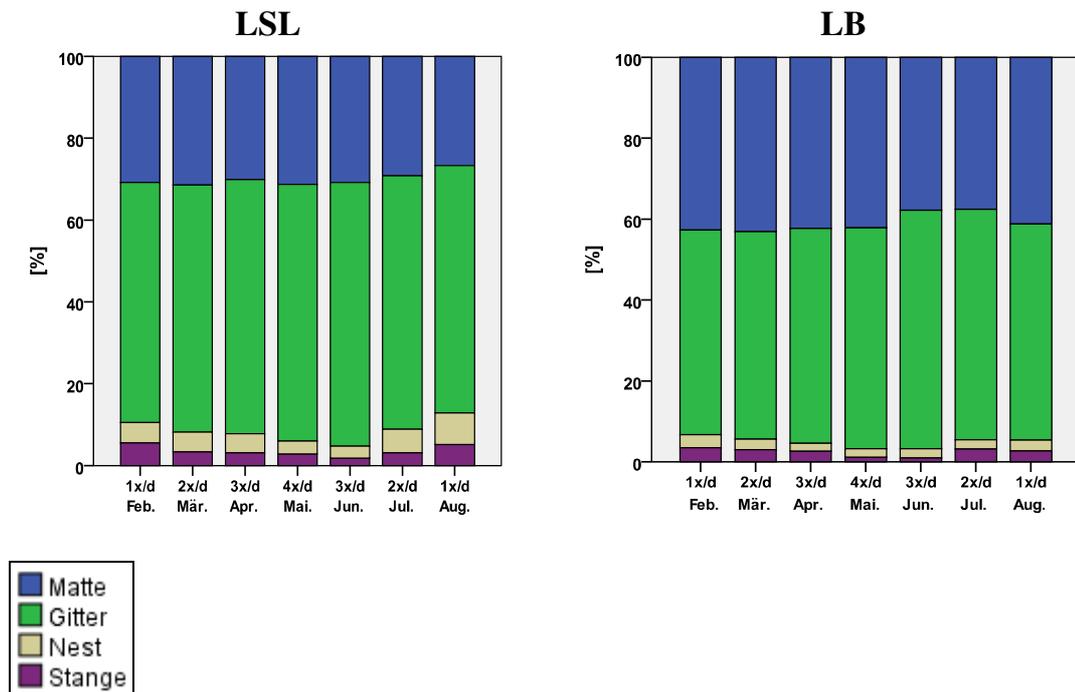
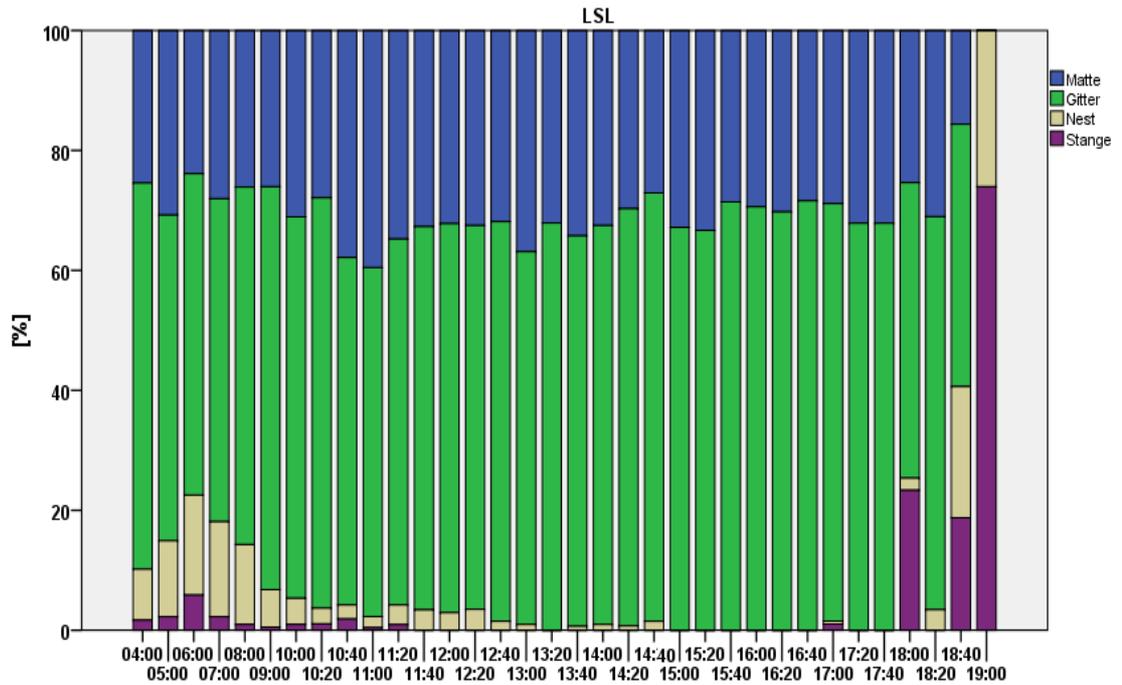
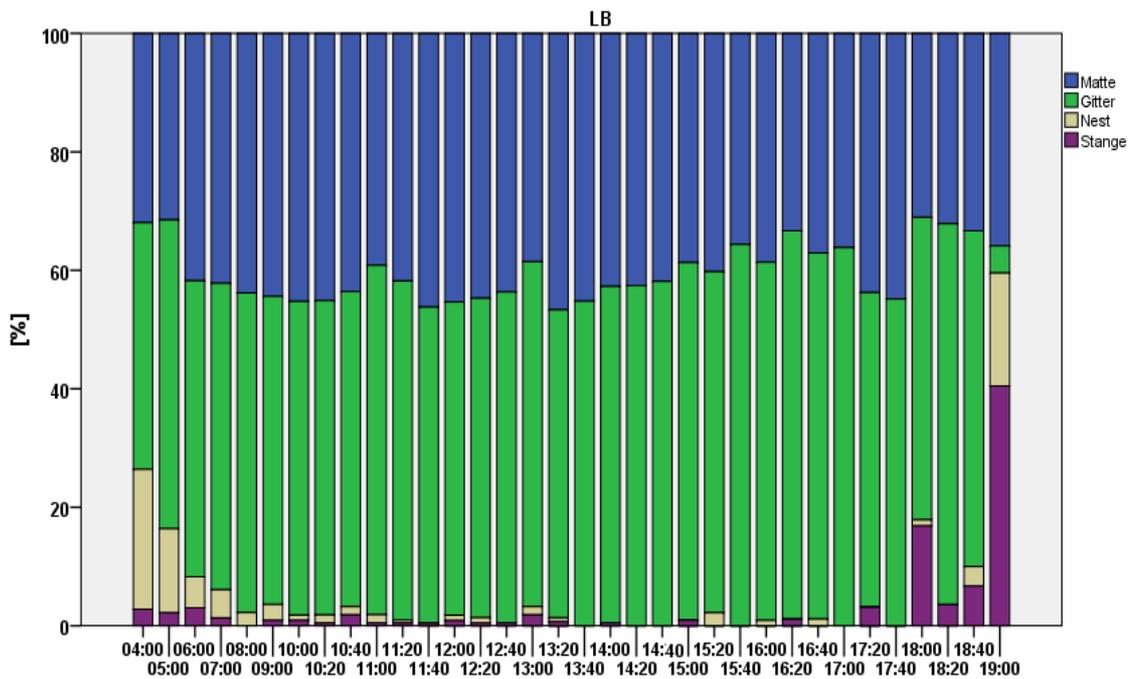


Abbildung 90: Anteil der verschiedenen Aufenthaltsorte [in %] während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und Legelinie in der Hellphase (Je Aufenthaltsort bei LSL: n = 3660, bei LB: n = 3660, p < 0,01 (Matte), p = 0,01 (Gitter), p = 0,05 (Nest), p = 0,10 (Sitzstange), lineare gemischte Modelle)



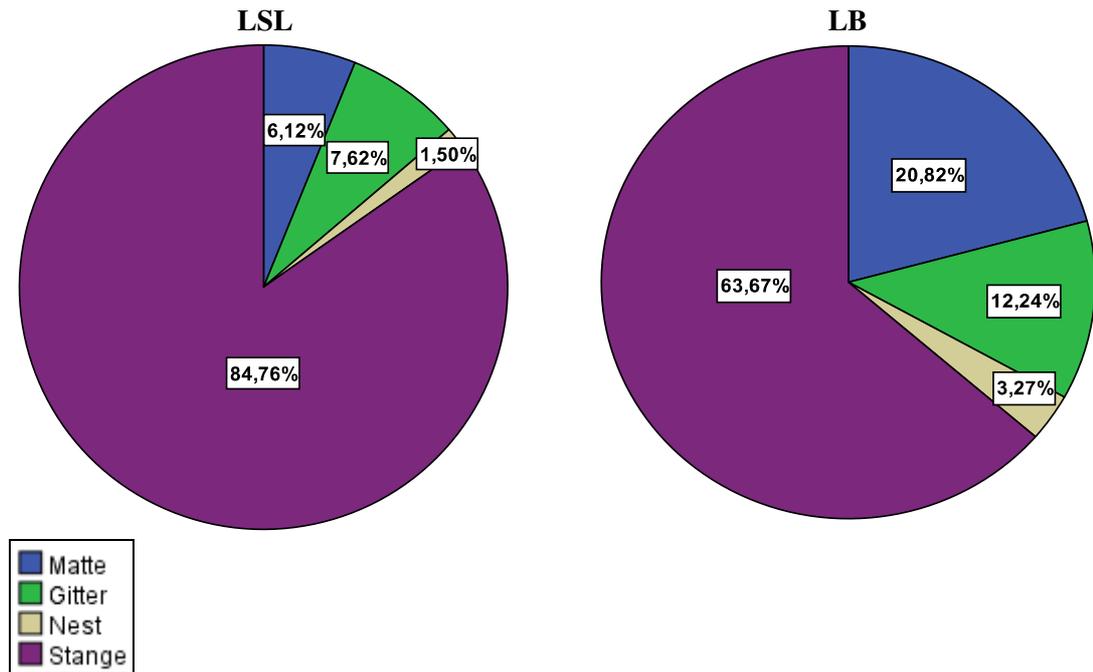
**Abbildung 91: Anteil der verschiedenen Aufenthaltsorte der LSL-Hennen [in %] im tageszeitlichen Verlauf (Werte siehe Tab. 77, 79, 81, 83 im Anhang)**



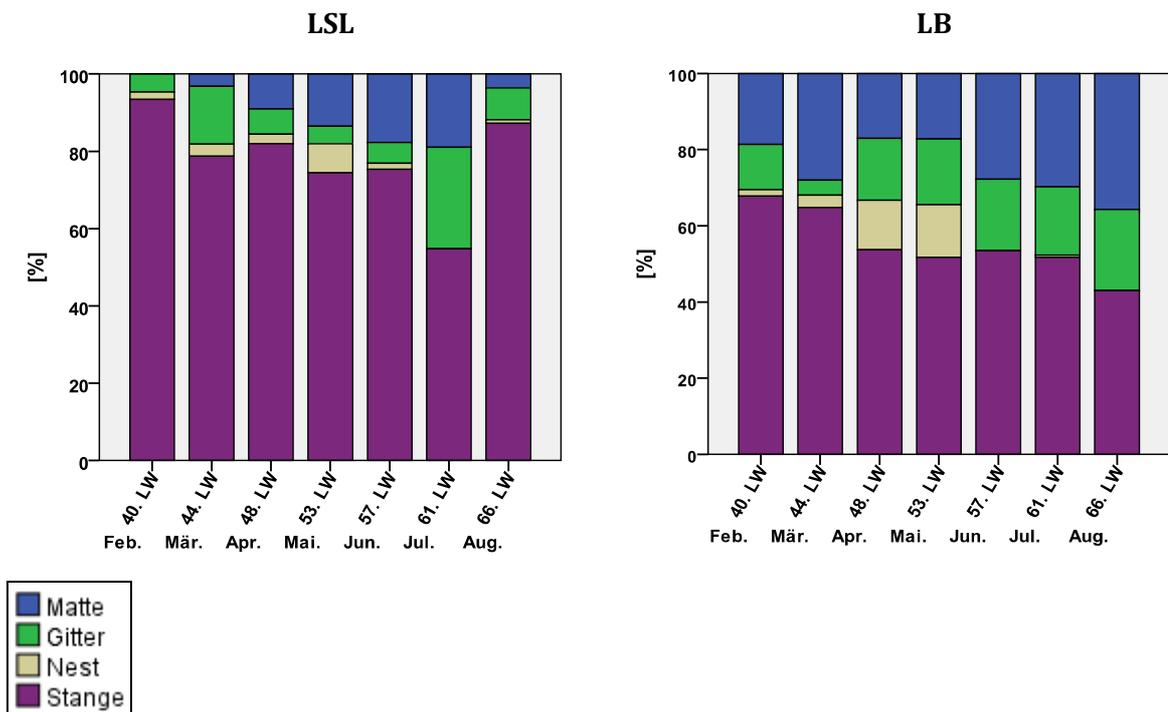
**Abbildung 92: Anteil der verschiedenen Aufenthaltsorte der LB-Hennen [in %] im tageszeitlichen Verlauf (Werte siehe Tab. 78, 80, 82, 84 im Anhang)**

### 4.8.3. Aufenthalt in der Dunkelphase

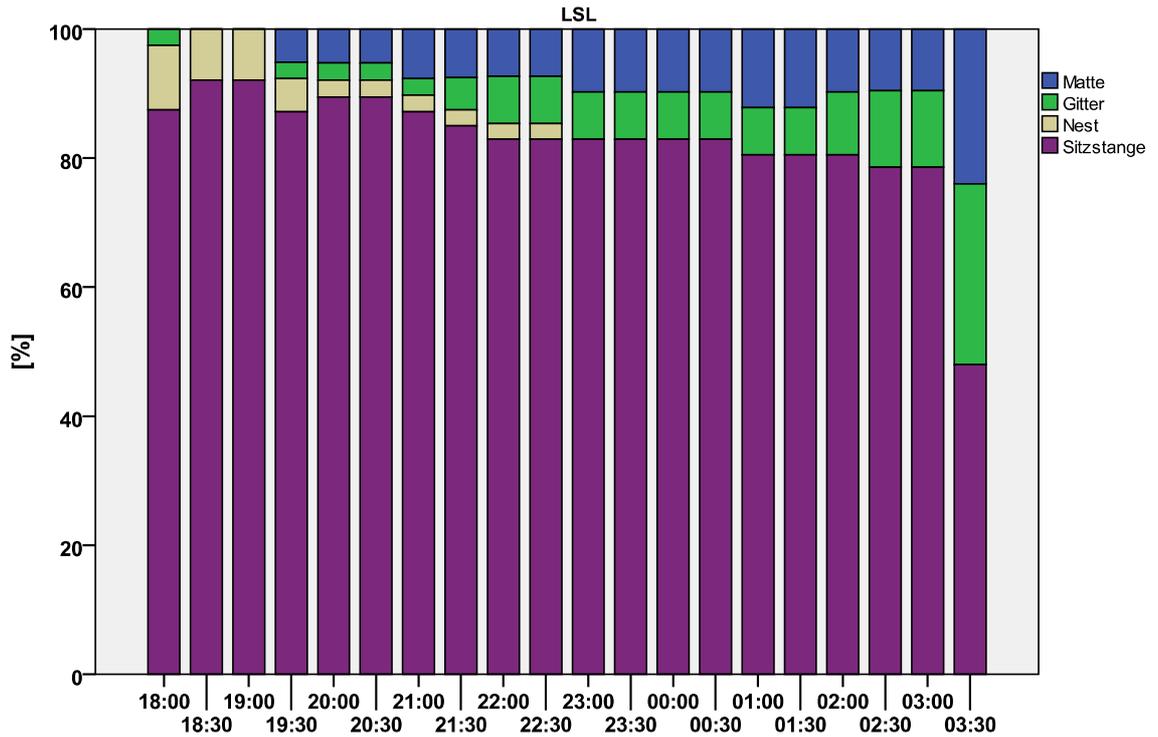
Während der Dunkelphase wurden die Hennen beider Legelinie die meiste Zeit über auf der Sitzstange beobachtet (LSL-Hennen: 84,76 %, LB-Hennen: 63,67 %). Es folgen in abnehmender Reihenfolge Staubbadematte, Gitterboden und Nest (siehe Abb. 93). Die Anteile der Sitzstangenutzung schwankten die gesamte Beobachtungsphase über im monatlichen Verlauf bei beiden Legelinien, die Werte nahmen jedoch in beiden Fällen insgesamt ab (siehe Abb. 94). Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien ermittelt (Matte:  $p = 0,21$ , Gitter:  $p = 0,53$ , Nest:  $p = 0,43$ , Sitzstange:  $p = 0,25$ ). Mit Beginn der Dämmerung um 3:30 Uhr, wurden über die Hälfte (LSL: 52 %, LB: 66,1 %) der beobachteten Hennen auf dem Gitterboden oder der Staubbadematte gezählt. Die LSL-Hennen befanden sich auf der Sitzstange zu Beginn der Dunkelphase, jedoch wurden die Anteile auf dem Gitterboden oder der Staubbadematte deutlich größer im zeitlichen Verlauf. Dagegen wurden die LB-Hennen öfter auf dem Gitterboden oder Staubbadematte auch am Beginn der Dunkelphase beobachtet und verblieben während der Dunkelphase auf dem Gitterboden bzw. der Staubbadematte (siehe Abb. 95 und Abb. 96).



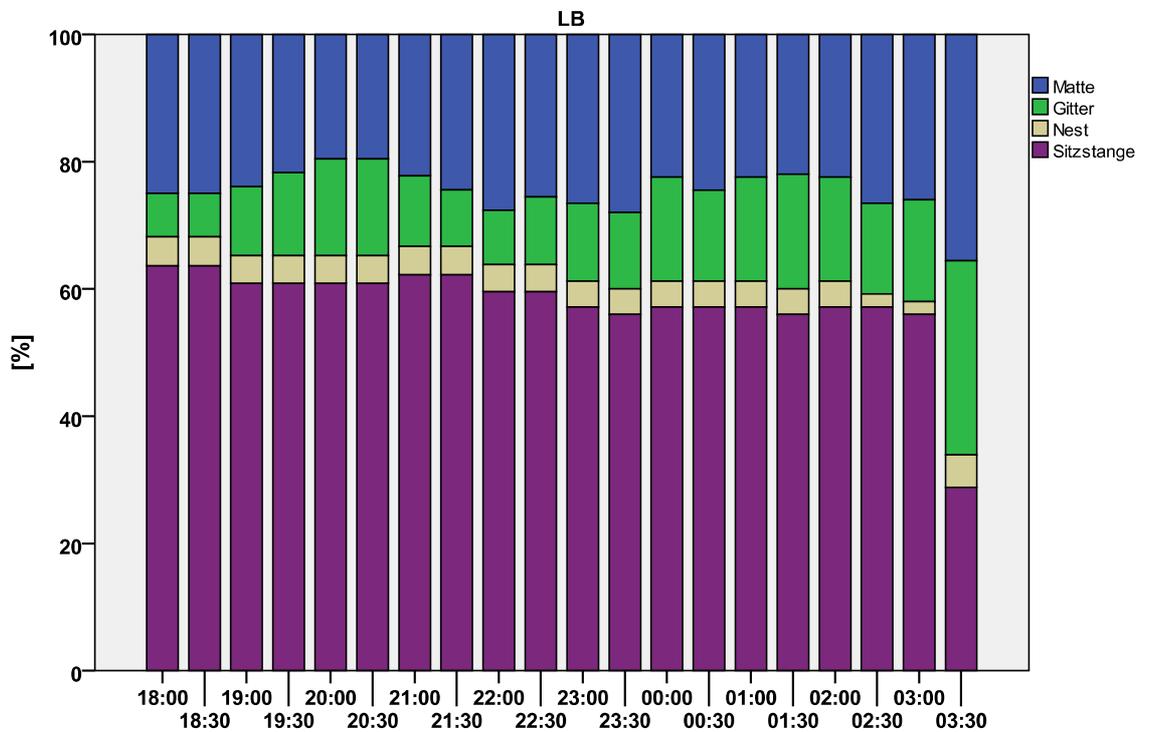
**Abbildung 93:** Anteil der verschiedenen Aufenthaltsorte [in %] während der gesamten Legeperiode in Abhängigkeit von der Legelinie in der Dunkelphase



**Abbildung 94:** Anteil der verschiedenen Aufenthaltsorte [in %] im monatlichen Verlauf während der Dunkelphase in Abhängigkeit der Legelinie (Je Aufenthaltsort bei LSL: n = 735, bei LB: n = 735; Matte: p = 0,21, Gitter: p = 0,53, Nest: p = 0,43, Sitzstange: p = 0,25, lineare gemischte Modelle)



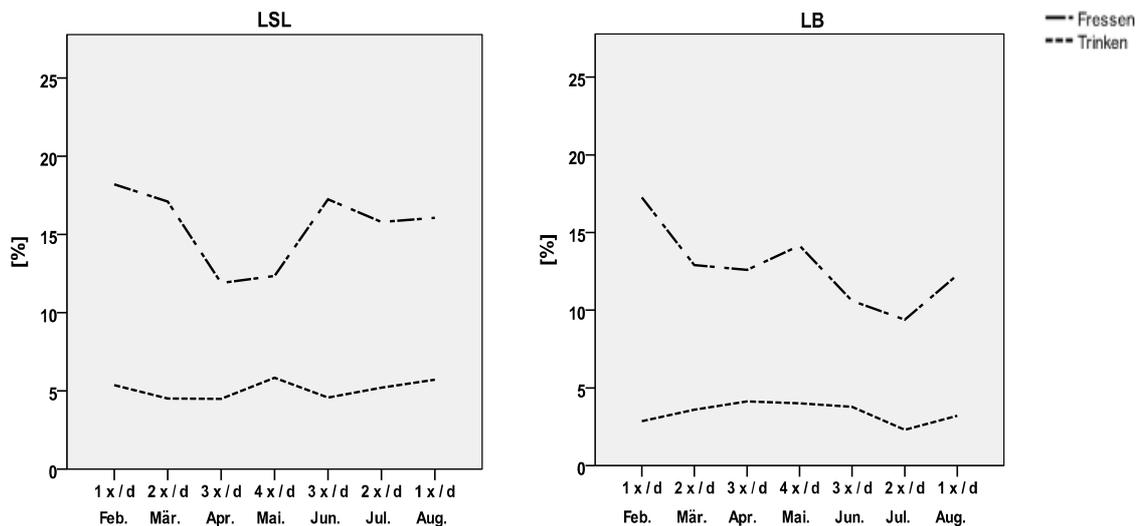
**Abbildung 95: Durchschnittliche Anteil des Aufenthaltsortes der LSL-Hennen [in %] während der Dunkelphase im zeitlichen Verlauf (Werte siehe Tab. 90-93 im Anhang)**



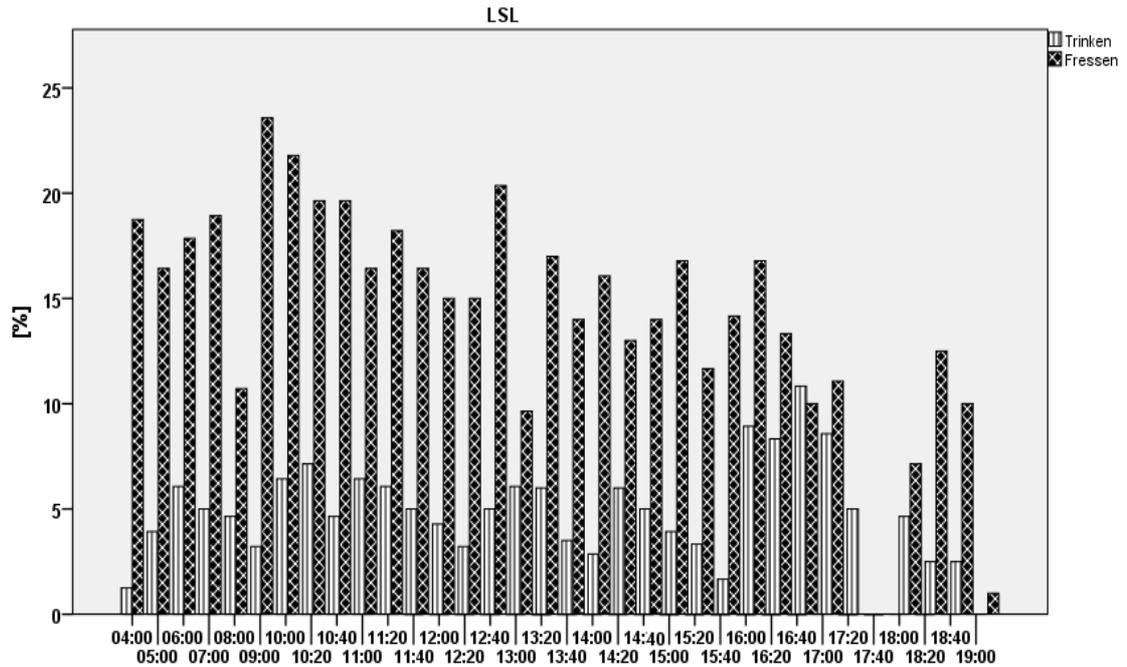
**Abbildung 96: Durchschnittliche Anteil des Aufenthaltsortes der LB-Hennen [in %] während der Dunkelphase im zeitlichen Verlauf (Werte siehe Tab. 90-93 im Anhang)**

#### 4.8.4. Nahrungsaufnahmeverhalten in der Hellphase

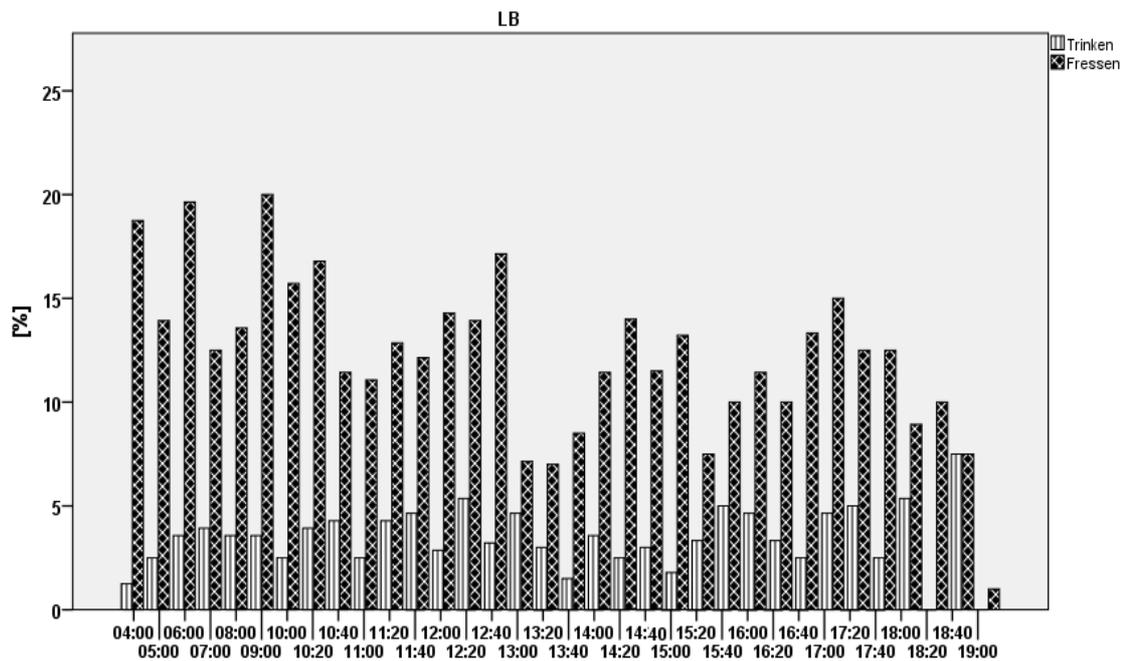
Die durchschnittliche Futtermittelaufnahme der beiden Legelinien schwankte während der gesamten Beobachtungszeit. Der durchschnittliche Anteil der auf Futtermittelaufnahme verwendeten Zeit im gesamten Beobachtungszeitraum lag für die LSL-Hennen bei 15,27 % ( $\pm$  SEM 0,47 %) und bei den LB-Hennen bei 12,66 % ( $\pm$  SEM 0,44 %). Der höchste Mittelwert der beiden Legelinien wurde für den Monat Februar 2010 ermittelt (einmaliges Einstreuintervall pro Tag) bei den LSL-Hennen mit 18,21 % und bei den LB-Hennen mit 17,26 %. Der insgesamt niedrigste Wert wurde für die LSL-Hennen im Monat April 2010 gemessen (11,90 %) und bei den LB-Hennen im Monat Juli 2010 (9,4 %). Die Mittelwerte des Wasseraufnahmeverhaltens der beiden Legelinien zeigten keine große Veränderung im zeitlichen Verlauf. Die Mittelwerte bei den LSL-Hennen variierten zwischen 4,48 % und 5,83 % (Durchschnitt: 5,08 %,  $\pm$  SEM 0,29 %) und bei den LB-Hennen zwischen 2,30 % und 4,14 % (Durchschnitt: 3,48 %,  $\pm$  SEM 0,24 %). Die LSL-Hennen tranken deutlich mehr als die LB-Hennen. Bei den Mittelwerten für das Futteraufnahmeverhalten wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien ermittelt. Beim Wasseraufnahmeverhalten ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien.



**Abbildung 97: Anteil des Futter- und Wasseraufnahmeverhaltens [in %] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (bei LSL: n = 3660, bei LB: n = 3660, p = 0,28 (Futteraufnahmeverhalten), p = 0,12 (Wasseraufnahmeverhalten), lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 88 und 89 im Anhang)**



**Abbildung 98: Anteil des Futter- und Wasseraufnahmeverhaltens der LSL-Hennen [in %] während der Hellphase im tageszeitlichen Verlauf**

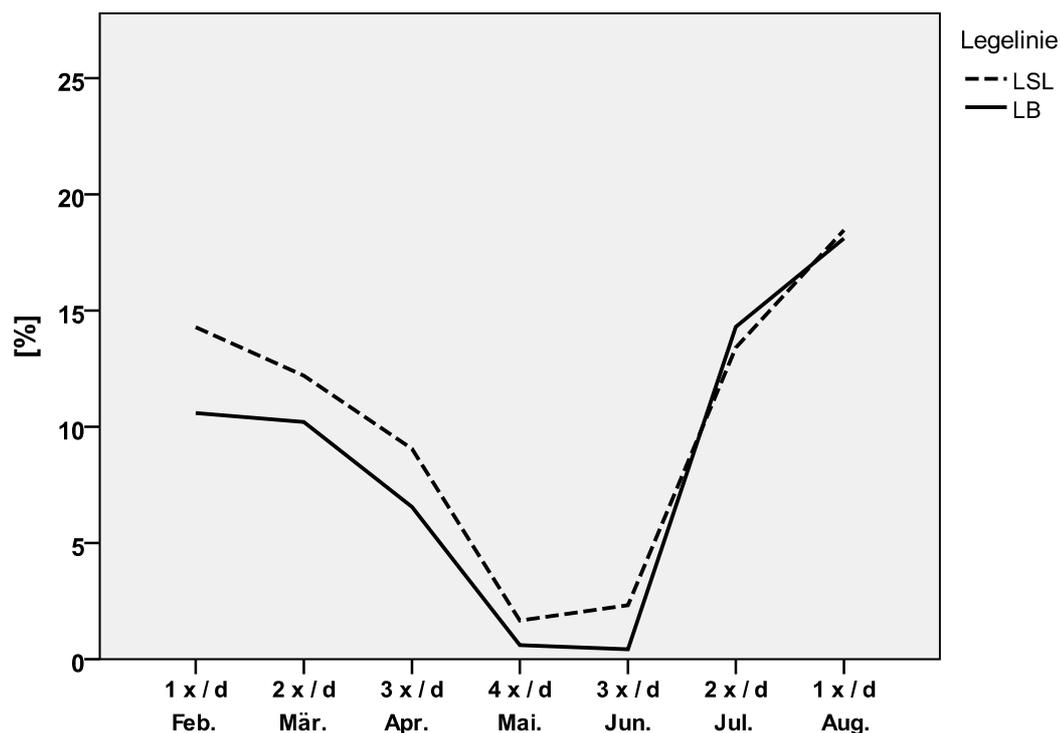


**Abbildung 99: Anteil des Futter- und Wasseraufnahmeverhaltens der LB-Hennen [in %] während der Hellphase im tageszeitlichen Verlauf**

## 4.8.5. Komfortverhalten

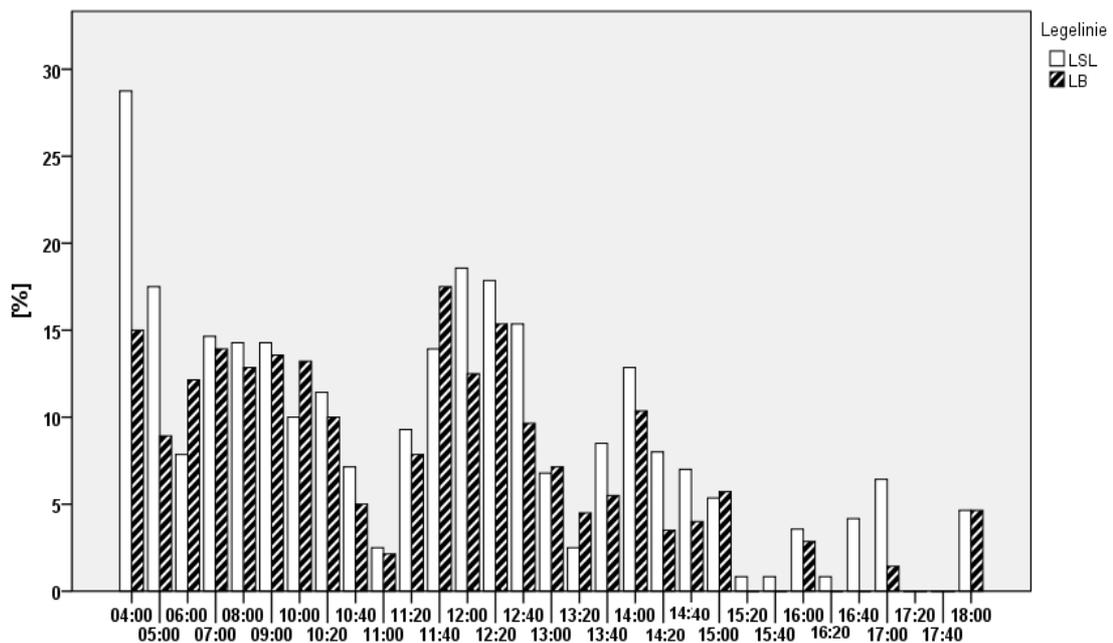
### 4.8.5.1. Gefiederpflege während der Hellphase

Die beiden Legelinien zeigten einen ähnlichen Verlauf in Bezug auf ihre Gefiederpflegeaktivität während der Hellphase. Der Mittelwert der Gefiederpflegeaktionen während der gesamten Beobachtungszeit lag bei den LSL-Hennen bei 9,36 % ( $\pm$  SEM 0,20 %) und bei den LB-Hennen bei 7,86 % ( $\pm$  SEM 0,19 %). Die beiden Legelinien zeigten den höchsten Anteil an Gefiederpflege im August 2010 mit einem Wert von 18,45 % (LSL-Hennen) und 18,10 % (LB-Hennen). Der niedrigste Anteil der Gefiederpflegeaktivität lag bei den LSL-Hennen bei 1,67 % im Mai und bei den LB-Hennen bei 0,43 % im Juni. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien.



**Abbildung 100: Anteil der Gefiederpflege [in %] während der Hellphase im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (Bei LSL: n = 3660, bei LB: n = 3660, p = 0,11, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 85 im Anhang)**

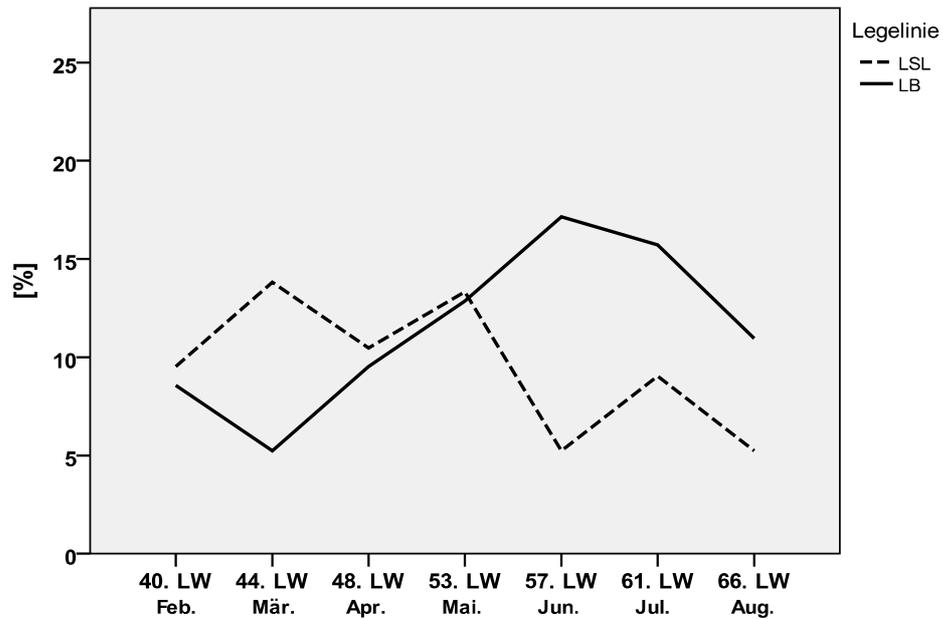
Die Mittelwerte der Gefiederpflegehäufigkeit während der Hellphase schwankten bei den beiden Legelinien im tageszeitlichen Verlauf. Die LSL-Hennen zeigten um 4 Uhr morgens die höchste Gefiederpflegeaktivität mit einem Anteil von 28,75 %. Bei den LB-Hennen wurde der höchste Wert um 11:40 Uhr ermittelt (17,50 %). Es konnte beobachtet werden, dass die Hennen beider Legelinien nach der Einstreugabe auf die Matte tendenziell wenig Gefiederpflege durchführten.



**Abbildung 101: Durchschnittliche Gefiederpflege [in %] während der Hellphase im tageszeitlichen Verlauf und in Abhängigkeit der Legelinie** (Werte siehe Tab. 86 und 87 im Anhang)

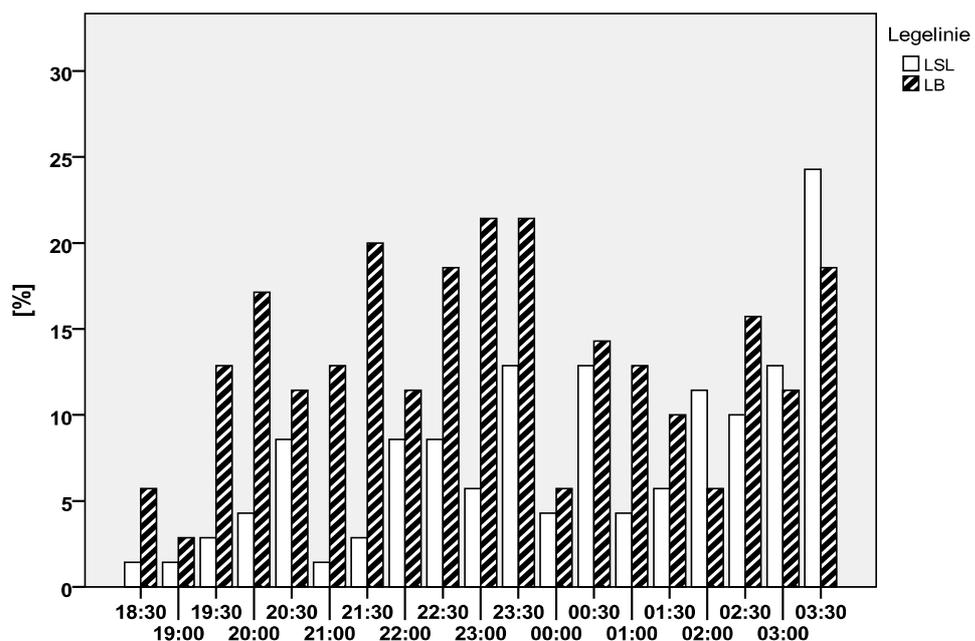
#### 4.8.5.2. Gefiederpflege in der Dunkelphase

Die Mittelwerte der Gefiederpflegehäufigkeit während der Dunkelphase in der gesamten Beobachtungszeit lagen bei den LSL-Hennen bei 9,52 % und bei den LB-Hennen bei 11,43 %. Der höchste ermittelte Wert betrug bei den LSL-Hennen 13,81 % in der 44. LW und bei den LB-Hennen 17,14 % in der 57. LW. Der niedrigste Wert lag bei den LSL-Hennen bei 5,24 % in der 57. LW und bei den LB-Hennen bei 5,24 % in der 44. LW. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien.



**Abbildung 102: Anteil der Gefiederpflege [in %] während der Dunkelperiode im zeitlichen Verlauf der Legeperiode und in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (Bei LSL: n = 735, bei LB: n = 735, p = 0,45, kein signifikanter Unterschied, lineare gemischte Modelle, Werte siehe Tab. 94 im Anhang)

Die Mittelwerte der Gefiederpflegehäufigkeit während der Dunkelperiode schwankten bei beiden Legelinien im zeitlichen Verlauf. Die höchste Gefiederpflegeaktivität wurde bei den LSL-Hennen mit 24,29 % um 3:30 Uhr gemessen und bei den LB-Hennen mit 21,43 % um 23:00 und 23:30 Uhr.



**Abbildung 103: Durchschnittlichen Gefiederpflegehäufigkeit [in %] während der Dunkelperiode im zeitlichen Verlauf und in Abhängigkeit der Legelinie** (Werte siehe Tab. 95 im Anhang)

#### 4.8.6. Synchronisation des Verhaltens

Da Hennen in sozialen Verbänden leben, synchronisiert sich bei ihnen normalerweise das Komfort- und Nahrungserwerbsverhalten (MARTIN, 2005). In diesem Kapitel wurde daher ausgewertet, ob die Hennen die verschiedenen Verhaltensweisen allein oder zu zweit durchführen. Die prozentualen Anteile sind in der Tabelle 19 nach Aufenthaltsort bzw. Komfort- oder Nahrungserwerbsverhalten aufgeschlüsselt dargestellt.

**Tabelle 19: Anteile der allein bzw. zu zweit gezeigten Verhaltensweisen [in %], aufgeschlüsselt nach Aufenthaltsort bzw. Komfort- und Nahrungserwerbsverhalten in Abhängigkeit der Legelinie (HP = Hellphase, DP = Dunkelphase)**

Aufenthaltsort bzw. Komfort- und Nahrungserwerbsverhalten	LSL		LB	
	alleine	beide gemeinsam	Alleine	beide gemeinsam
<b>Sitzstange (HP)</b>	41,67 %	58,33 %	54,20 %	45,80 %
<b>Sitzstange (DP)</b>	13,47 %	86,53 %	29,82 %	70,18 %
<b>Staubbadematte (HP)</b>	91,55 %	8,45 %	83,00 %	17,00 %
<b>Staubbadematte (DP)</b>	95,35 %	4,65 %	80,93 %	19,07 %
<b>Gefiederpflege (HP)</b>	76,13 %	23,87 %	72,22 %	27,78 %
<b>Gefiederpflege (DP)</b>	78,85 %	21,15 %	80,26 %	19,74 %
<b>Fressen (HP)</b>	77,55 %	22,45 %	76,56 %	23,44 %
<b>Trinken (HP)</b>	83,75 %	16,25 %	81,94 %	18,06 %

#### 4.9. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

In der Tabelle 20 wurden die Ergebnisse der untersuchten Parameter zusammengefasst.

**Tabelle 20: Ergebnisse aller untersuchten Parameter in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes, p = Signifikanz, HP = Hellphase, DP = Dunkelphase)

	Legelinie	n	MW	SD	± SEM	p
<b>Legeleistung (%)</b>	LSL	1740	88,62	23,98	0,58	0,09
	LB	1690	74,89	32,51	0,78	
<b>verlegte Eier (%)</b>	LSL	1740	1,72	10,45	0,25	-
	LB	1690	14,08	24,16	0,58	
<b>Schmutzeier (%)</b>	LSL	1740	0,46	4,77	0,11	0,03
	LB	1690	5,49	16,96	0,41	
<b>Bruch- u. Knickeier (%)</b>	LSL	1740	1,18	8,31	0,20	0,35
	LB	1690	2,44	13,72	0,33	
<b>Futtermittelverbrauch (g)*</b>	LSL	1217	91,78	39,88	1,14	0,35
	LB	1518	81,22	36,09	0,93	
<b>Eigewicht (g)</b>	LSL	2808	62,48	7,31	0,14	0,66
	LB	2367	61,76	4,87	0,10	
<b>Eierschalendicke (mm)</b>	LSL	95	0,41	0,05	0,01	0,65
	LB	80	0,41	0,06	0,01	
<b>Eibruchfestigkeit (N)</b>	LSL	93	23,19	7,40	0,77	0,19
	LB	79	25,18	8,45	0,95	
<b>Hämatokrit (%)</b>	LSL	109	28,19	3,82	0,37	0,31
	LB	110	27,48	2,56	0,24	
<b>Hämoglobin (mmol/l)</b>	LSL	109	5,92	1,04	0,10	0,04
	LB	110	5,55	0,82	0,08	
<b>Calcium (mmol/l)</b>	LSL	71	7,10	0,90	0,11	0,34
	LB	52	6,52	1,67	0,23	
<b>Phosphor (mmol/l)</b>	LSL	73	1,83	0,29	0,03	0,77
	LB	57	1,85	0,41	0,05	
<b>IgY im Dotter (g/l)</b>	LSL	91	12,24	6,22	0,65	<0,01
	LB	83	15,84	8,62	0,95	

\* Einstreufutter wurde nicht berücksichtigt.

	<b>Legelinie</b>	<b>n</b>	<b>MW</b>	<b>SD</b>	<b>± SEM</b>	<b>p</b>
<b>IgY im Serum (g/l)</b>	LSL	104	13,44	5,93	0,58	0,32
	LB	107	14,36	7,28	0,70	
<b>Gefiederzustand (Note) 1 (schlecht) - 4 (sehr gut)</b>	LSL	660	3,54	0,84	0,03	<0,01
	LB	660	3,84	0,47	0,02	
<b>Verletzung am Kamm (Note) 0 (o.b.B.) - 2 (Wunde)</b>	LSL	110	0,60	0,51	0,05	0,01
	LB	110	0,18	0,39	0,04	
<b>Hyperkeratose der Sohlenballen (Note)*</b>	LSL	110	0,03	0,16	0,02	0,15
	LB	110	0,13	0,33	0,03	
<b>Hyperkeratose der Zehenballen (Note)*</b>	LSL	110	0,02	0,13	0,01	0,01
	LB	110	0,16	0,37	0,04	
<b>Epithelläsion der Sohlenballen (Note)**</b>	LSL	110	2,63	0,98	0,09	0,69
	LB	110	2,87	0,87	0,08	
<b>Epithelläsion der Zehenballen (Note)**</b>	LSL	110	3,74	0,54	0,05	0,08
	LB	110	3,59	0,60	0,06	
<b>Brustbein (Note)***</b>	LSL	110	3,12	0,70	0,07	0,18
	LB	110	2,87	0,83	0,08	
<b>Körpergewicht (kg)</b>	LSL	110	1,70	0,19	0,02	0,03
	LB	110	1,88	0,23	0,02	
<b>Krallenlänge (cm)</b>	LSL	110	2,44	0,31	0,03	<0,01
	LB	110	2,13	0,26	0,02	
<b>Lebergewicht (g)</b>	LSL	10	29,34	7,48	2,36	0,17
	LB	10	33,23	4,06	1,28	
<b>Leberfettgehalt (Note) 1 (hochgradig)-4 (o.b.B.)</b>	LSL	10	1,70	0,48	0,15	0,42
	LB	10	1,90	0,57	0,18	
<b>Milzgewicht (g)</b>	LSL	10	1,27	0,28	0,09	0,21
	LB	9	1,57	0,65	0,22	

\* 0 = keine Hyperkeratose bzw. geringgradig, 1 = mittel- bis hochgradig

\*\* 1 = hochgradige Läsion mit von dorsal sichtbarer Schwellung

2 = Läsion ab 2 mm, evtl. verdickt aber Schwellung nicht von dorsal sichtbar

3 = geringgradige, oberflächliche Läsion, bis ca. 2 mm, keine Schwellung

4 = keine Läsionen

\*\*\* 2 = starke Abweichungen in Form und/oder Struktur

3 = geringgradige Abweichung

4 = o.b.B.

	<b>Legelinie</b>	<b>n</b>	<b>MW</b>	<b>SD</b>	<b>± SEM</b>	<b>p</b>
<b>Humerusknochenlänge (mm)</b>	LSL	9	76,84	1,58	0,53	0,01
	LB	8	79,61	2,06	0,73	
<b>Tibiaknochenlänge (mm)</b>	LSL	8	114,52	2,34	0,83	0,88
	LB	9	114,78	4,06	1,53	
<b>Humerusknochenbruchfestigkeit nach MUC-Methode (N)</b>	LSL	10	117,17	31,26	9,89	0,43
	LB	9	127,85	24,85	8,28	
<b>Humerusknochenbruchfestigkeit nach Holz-Methode (N)</b>	LSL	10	128,71	28,05	8,87	0,58
	LB	9	120,43	36,22	12,07	
<b>Tibiaknochenbruchfestigkeit nach MUC-Methode (N)</b>	LSL	10	101,11	22,55	7,13	0,38
	LB	10	90,50	29,68	9,38	
<b>Tibiaknochenbruchfestigkeit nach Holz-Methode (N)</b>	LSL	10	103,46	23,01	7,28	0,27
	LB	10	87,62	37,14	11,75	
<b>Staubbadeanzahl innerhalb einer Stunde nach Einstreugabe (n)</b>	LSL	320	2,26	1,91	0,11	0,61
	LB	320	1,99	2,38	0,13	
<b>Staubbadedauer (sec)</b>	LSL	722	302	350	13,00	0,19
	LB	636	352	347	13,78	
<b>Unterbrechungsdauer (sec)</b>	LSL	68	14	10	1	<0,01
	LB	79	21	16	1	
<b>Anteil der Gitterbodenbenutzung in der HP (%)</b>	LSL	3660	68,34	33,23	,55	0,01
	LB	3660	57,89	33,51	,55	
<b>Anteil der Gitterbodenbenutzung in der DP (%)</b>	LSL	735	7,62	21,75	,80	0,53
	LB	735	12,24	24,34	,90	
<b>Anteil der Nestbenutzung in der HP (%)</b>	LSL	3660	3,75	14,20	,23	0,05
	LB	3660	2,16	11,40	,19	
<b>Anteil der Nestbenutzung in der DP (%)</b>	LSL	735	1,50	8,53	,31	0,43
	LB	735	3,27	12,63	,47	

	<b>Legelinie</b>	<b>n</b>	<b>MW</b>	<b>SD</b>	<b>± SEM</b>	<b>p</b>
<b>Anteil der Sitzstangebenutzung in der HP (%)</b>	LSL	3660	3,94	17,97	,30	0,10
	LB	3660	2,63	14,34	,24	
<b>Anteil der Sitzstangebenutzung in der DP (%)</b>	LSL	735	84,76	31,41	1,16	0,25
	LB	735	63,67	41,92	1,55	
<b>Anteil der Staubbademattebenutzung in der HP (%)</b>	LSL	3660	23,97	28,42	0,47	<0,01
	LB	3660	37,32	31,91	0,53	
<b>Anteil der Staubbadebemattenutzung in der DP (%)</b>	LSL	735	6,12	17,21	,63	0,21
	LB	735	20,82	30,69	1,13	
<b>Futteraufnahmeverhalten (%)</b>	LSL	3660	15,27	28,47	,47	0,28
	LB	3660	12,66	26,71	,44	
<b>Wasseraufnahmeverhalten (%)</b>	LSL	3660	5,08	17,30	,29	0,12
	LB	3660	3,48	14,68	,24	
<b>Gefiederpflegeverhalten in der HP (%)</b>	LSL	3660	9,36	23,68	,39	0,11
	LB	3660	7,86	22,40	,37	
<b>Gefiederpflegeverhalten in der DP (%)</b>	LSL	735	9,52	23,59	,87	0,45
	LB	735	11,43	25,01	,92	

## 5. Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, die zwei Legelinien Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown Classic (LB) miteinander zu vergleichen und die Legeleistung, die Gesundheit und das Verhalten, insbesondere bezüglich der Ressourcennutzung bei einem Tier-/Angebotsverhältnis von 1:1, in einem Käfigsystem zu überprüfen. In insgesamt zehn ausgestalteten Käfigen wurden jeweils zwei Hennen der gleichen Legelinie über den Zeitraum einer Legeperiode (12 Monate) gehalten. Jeder Henne standen dabei 4.160 cm<sup>2</sup> nutzbare Fläche mit uneingeschränktem Zugang zu je einer Tränke (ein Liter Plastikflasche), einem Futtertrog (31 x 12,5 x 13 cm, 2,6 Liter Volumen), einer Einstreumatte (37 x 25cm, 925 cm<sup>2</sup>), einer Sitzstange (55 cm) und einem Nest (27 x 39 x 39,5 cm, 1.053 cm<sup>2</sup>) zur Verfügung. Ausführliche Beobachtungen des Verhaltens der Legehennen wurden mittels digitaler Videobeobachtung durchgeführt und zusätzlich die Auswirkungen unterschiedlicher Einstreuhäufigkeiten auf die Staubbadematte auf das Verhalten und den Futterverbrauch der Legehennen ausgewertet.

### 5.1. Beleuchtung

Die Legehennen dieser Studie wurden in Bodenhaltung mit täglich zehnstündiger Beleuchtung aufgezogen. In der 19. LW wurden sie dann in ausgestaltete Käfige eingestallt, die täglich 14 Stunden lang mit durchschnittlich 1,76 lx beleuchtet wurden. In der 27. LW fand eine Erhöhung der Lichtstärke auf 7,98 lx statt. Jedoch soll es berücksichtigt werden, dass die Lichtstärke nach dem „sechs-Seiten-Prinzip“ gemessen wurde und dadurch große Unterschiede der gemessenen Werte vorhanden sind; z. B. lag der maximale Wert am 26.10.2009 bei 13,66 lx am Futtertrog und der minimale Wert bei 0,21 lx. Der Europarat (1995) empfiehlt eine Mindestbeleuchtung von 20 lx. Das BML (1999) stellte fest, dass eine Lichtstärke von bis zu 10 lx für die Tiere ausreicht um sich gegenseitig zu erkennen und Futter und Wasser aufzusuchen. Die Hennen dieser vorliegenden Arbeit wurden über 43 Kalenderwochen bei einer durchschnittlichen Lichtstärke von 7,98 lx gehalten und es wurden keine Fälle beobachtet, dass sie sich gegenseitig nicht erkannten oder Futter bzw. Wasser nicht fanden. Somit konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass eine

Lichtstärke um 10 lx ausreicht, dass sich die Tiere in einem beschränkten Käfigsystem erkennen und Futter und Wasser aufsuchen können. Da allerdings nach MANSER (1996) die Lichtintensität sowohl das Verhalten als auch die Physiologie von Geflügel beeinflusst und die Auswirkungen unterschiedlicher Beleuchtungsstärken und – qualitäten noch nicht hinreichend untersucht sind, besteht dahingehend weiterer Forschungsbedarf.

## 5.2. Leistung- und Produktmerkmale

Die Legereife wurde bei den LSL-Hennen in der 20. LW (140 Tage) und bei den LB-Hennen in der 22. LW (154 Tage) erreicht. Vergleichend mit den Angaben der LOHMANN TIERZUCHT (2011) für LSL-Hennen (zwischen 155 und 160 Tage) und LB-Hennen (zwischen 150 und 160 Tage) wurde die Legereife in dieser Untersuchung somit vergleichsweise früh erreicht. Die Angaben der Legeleistung von LOHMANN TIERZUCHT (2011) für LSL-Hennen (94-96 %) und LB-Hennen (93-95 %) beziehen sich auf eine kurzfristige maximale Legeleistung. Die in dieser Studie ermittelte Legeleistung beruht dagegen auf dem Gesamtdurchschnitt einer 50-wöchigen Legeperiode und wurde für die LSL-Hennen mit 88,62 % bestimmt, für die LB-Hennen mit 74,89 %. Die Werte sind daher nicht direkt vergleichbar. In der Studie von FISCHER (2009) wurde ein Mittelwert von 86,68 % für die LSL-Hennen und von 86,60 % für die LB-Hennen in der Kleingruppenhaltung ermittelt. In der Bodenhaltung lagen die gemessenen Werte bei 90,85 % für die LSL-Hennen und bei 88,85 % für die LB-Hennen. Für einen Vergleich geeignet war dagegen die jährlich gelegte Anzahl an Eiern je Anfangshenne. Diese lag bei 309,4 Eiern je LSL-Henne und bei 261 Eiern je LB-Henne. Die in dieser Studie gemessenen Eierzahlen lagen somit unter den in LOHMANN TIERZUCHT (2011) angegebenen Werten. Es gilt dabei zu beachten, dass vier LB-Hennen in verschiedenen Zeiträumen das unerwünschte Verhalten „Eierfressen“ zeigten und diese Eier daher nicht mitgezählt werden konnten. Damit verringerte sich der Wert der Legeleistung der LB-Hennen in dieser Studie deutlich. PEITZ und PEITZ (1987) behaupten, dass das Vorkommen für das Fressen von Eiern bei Hennen mit zunehmendem Alter vermehrt zu sehen ist. Das war bei den LB-Hennen der vorliegenden Studie nicht der Fall, da einige Hennen schon am Beginn der Legeperiode ihre Eier fraßen. SIEGMANN et al. (2005) ermittelten, dass sich das „Eierfressen“ durch Nachahmung schnell in der Herde

verbreiten kann. Die Hennen, die später angefangen haben Eier zu fressen, wurden genau gegenüber der Hennen gehalten, die schon zu Beginn ihre Eier fraßen. Somit kann die Aussage von SIEGMANN et al. (2005) hier auch bestätigt werden. Außerdem konnte drei Mal innerhalb der gesamten Legeperiode (in den Monaten Dezember 2009, März 2010 und Juni 2010) eine hohe Infestation mit Milben nachgewiesen werden, wodurch es höchstwahrscheinlich zu einem signifikanten Legeleistungsabfall kam. Dieses Phänomen entspricht der Aussage von SCHNIEDER (2006), dass die Legeleistung bei Milbenbefall abfallen kann. LÜHMANN (1983) behauptet, dass die Hennen, die früh mausern, keine hohe Legeleistung erreichen können. Dies wurde bei der vorliegenden Untersuchung auch beobachtet: Nach der Mauser der LSL-Henne Nr. 20 fiel die Legeleistung ab der 56. LW deutlich ab. Es ergab sich dadurch eine Legeleistung von 71 % in der gesamten Legeperiode.

Obwohl jeder Henne ein eigenes Nest zur Verfügung stand, ergab sich bei den LSL-Hennen ein durchschnittlicher Anteil an verlegten Eier von 1,72 % und bei den LB-Hennen von 14,08 %. Der letztgenannte Wert liegt somit weitaus höher als der in der Studie von LayWel (2006) ermittelten Wert von 7,24 %. DAMME et al. (2010) geben sogar noch niedrigere Werte von 0,3 % für LSL-Hennen und 1,5 % für LB-Hennen an. Es ist allerdings anzumerken, dass die Hennen der letztgenannten Studie in Bodenhaltung gehalten wurden. Die LSL-Hennen verlegten zu Beginn der Legeperiode der hier vorliegenden Studie noch Eier, lernten dann jedoch recht schnell, die Eier in das Nest zu legen. Dieses Phänomen kann mit der Aussage von APPLEBY (1984) erklärt werden, dass der Anteil der verlegten Eier durch die Unerfahrenheit der Junghennen zu Beginn der Legeperiode groß sein kann und mit zunehmender Legetätigkeit reduziert werden kann. Dagegen legten einige LB-Hennen ihre Eier während der gesamten Legeperiode auf dem Gitterboden und fraßen mitunter auch die verlegten Eier. In der Abbildung 21 ist zu sehen, dass die Werte bei den LB-Hennen in den letzten 12 Wochen abfielen. Dies darf allerdings nicht fälschlicherweise darauf zurückgeführt werden, dass die Eier nicht verlegt wurden, sondern liegt vielmehr daran, dass die Eier gefressen wurden und so nicht gezählt werden konnten. Es gilt zu berücksichtigen, dass durch die geringe Anzahl an Versuchstieren das Verhalten jeder einzelnen Henne großen Einfluss auf die Ergebnisse hatte. Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Anteil an verschmutzten und dem an verlegten Eiern (BRADE et al., 2008). Der mittlere Schmutzeanteil lag bei den LSL-Hennen bei 0,46 % und bei den LB-Hennen bei 5,46 %. Der oben beschriebene Zusammenhang

besteht, da die auf dem Boden verlegten Eier mit Kot verschmutzt wurden. Verglichen mit den von LÜCKE et al. (2004) gemessenen Wert (2,1 % in Kleingruppenhaltung) waren die in dieser Studie ermittelten Anteile an Schmutzeiern der LSL-Hennen niedriger, die der LB-Hennen dagegen höher. BRADE et al. (2008) ermittelten, dass der Schmutzeieranteil von der Haltungsform und vom Management abhängig ist. Es kann mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie vermutet werden, dass die LSL-Hennen diesbezüglich besser an diese Haltungsform und dieses Management angepasst sind als die LB-Hennen. Der Anteil der Knick- und Brucheier lag bei den LSL-Hennen mit 1,18 % unter den Angaben der LAYWEL-Studie (2006) von 1,96 % und bei den LB-Hennen mit 2,44 % dagegen darüber. Die Ergebnisse, von LE BRIS (2005) mit einem Wert von 0,22 % und von DAMME et al. (2010) mit einem Wert von 0,4 % bei Weißlegern und 0,5 % bei Braunlegern, liegen deutlich unter den Werten der hier vorliegenden Untersuchung. Es gilt zu bedenken, dass auf dem Gitterboden verlegte Eier nach beim Legen zufällig knicken oder brechen. Dies liegt nicht notwendigerweise an der Eischalenqualität, sondern kann auch haltungsbedingt sein (BRADE et al., 2008). Das durchschnittliche Eigewicht lag bei den LSL-Hennen während der 45-wöchigen Legeperiode bei 62,48 g und damit im Bereich der Angaben von LOHMANN TIERZUCHT (2011), die hier Werte von 62-63 g angeben. Bei den LB-Hennen lag der Wert mit 61,76 g unter den von LOHMANN TIERZUCHT (2011) beschriebenen Werte, die dort mit 63,5-64,5 g angegeben werden. In der Untersuchung von FISCHER (2006) finden sich sogar noch höhere Angaben für das Eigewicht mit 66,55 g für die LSL-Hennen und 67,63 g für die LB-Hennen in Kleingruppenhaltung. In der vorliegenden Untersuchung schwankte das Eigewicht im zeitlichen Verlauf immer wieder (siehe Abb. 30). Dies steht im Widerspruch zu den Aussagen von GRASHORN (2008) und LE BRIS (2005), die annehmen, dass das Eigewicht mit dem Alter stetig zunimmt. Nach PETERSEN (1986) und SUDHOP (1999) beeinflusst der Futterverbrauch, die Futterqualität und das gesamte Management (z.B. Lichtprogramm) neben der Herkunft und dem Alter das Eigewicht. Es ist zu vermuten, dass das schwankende Eigewicht durch die Lichtumstellung, die Milbenproblematik und die Einstreuhäufigkeit verursacht wurde. Der von VITS (2005) ermittelte Mittelwert von 0,33 mm für die Eischalendicke ist verglichen mit dem Wert von 0,41 mm für die LSL- und LB-Hennen in dieser Studie deutlich niedriger. Verglichen mit den Angaben der in Tabelle 4 angeführten Autoren sind die Werte der in dieser Studie gemessenen Eischalendicke ebenfalls deutlich höher. Die Mittelwerte der

Schalendicke sanken bei beiden Legelinien ab der 33. LW kontinuierlich. Dies stimmt mit der Aussage von CORDTS et al. (2001) und GRASHORN (2008) überein, die beobachten, dass die Schalendicke mit dem Alter abnimmt. Die Ursache dafür kann mit der Aussage von GRASHORN (2008) erklärt werden, dass die Abnahme der Schalendicke auf einer mit zunehmendem Alter schlechteren Calciumaufnahme aus dem Futter und dem gleichzeitigen Abbau der Calciumvorräte in den Medullarknochen beruht. Der durchschnittliche Wert der Eibruchfestigkeit mit 23,19 N bei den LSL-Hennen und 25,18 N bei den LB-Hennen lag für beide Legelinien deutlich unter den Angaben der in Tabelle 4 angeführten Autoren. Die Ergebnisse der beiden Legelinien schwankten während der Messperiode, zeigten dabei allerdings einen ähnlichen Kurvenverlauf. In der 61. LW und 63. LW ergab sich für beide Legelinien der insgesamt niedrigste Wert. Die Werte stiegen jedoch in der 69. LW wieder an. Die Beobachtung von GRASHORN (2004), wonach die Schalenstabilität mit dem Alter abnimmt, konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Nach NICHELMANN (1992) kann die Eibruchfestigkeit durch die Faktoren wie hormoneller Status, klinisch-latente Infektionskrankheiten, Calciummangel, hohe Umgebungstemperaturen und Alter der Legehennen beeinflusst werden. Es ist zu vermuten, dass die Eibruchfestigkeit im zeitlichen Verlauf auch aufgrund des Milbenbefalls schwankte und es ist zu empfehlen, dass den Hennen zusätzliche Calciumquellen, wie durch das Angebot von Muschelgrit, zur Verfügung gestellt werden.

### 5.3. Futterverbrauch

Der Futterverbrauch bei der Einstreugabe ist aus wirtschaftlicher Hinsicht von enormer Bedeutung. Einige Legehennenhalter verzichten auf die Einstreugabe, da sie befürchten, dass die Einstreugabe, in den meisten Fällen Futter, nicht verzehrt wird und dies deshalb zu Futterverlusten und damit wirtschaftlichen Einbußen führt. Laut LOHMANN TIERZUCHT (2011) verbraucht eine LB-Henne zwischen 115 und 125 g pro Tag an Futtermenge und eine LSL-Henne 110-120 g. Nach einer Studie von DAMME et al. (2010) mit Legehennen in Bodenhaltung, verbraucht eine LB-Henne 119,7 g an Futter täglich und eine LSL-Henne 126,6 g. TAUSON und SVENSSON (1980) berichten, dass eine Legehennen mit guter Befiederung in der Käfighaltung 115 g Futter pro Tag, eine mit schlechter Befiederung 159 g Futter pro Tag verbraucht.

Aufgrund der schlechten Befiederung wird die Funktion der Wärmeisolation außer Kraft gesetzt und der Futterverbrauch wird gesteigert (LÜHMANN, 1983; DAMME, 1984). Bei den Tieren der hier vorliegenden Untersuchung lag der durchschnittliche Verbrauch an Futter, welches rein aus dem Futtertrog aufgenommen wurde, während der gesamten Legeperiode bei den LSL-Hennen bei 91,78 g und bei den LB-Hennen bei 81,22 g. Die Werte sind mit den oben genannten Zahlen allerdings nicht vergleichbar, da in der vorliegenden Studie die Einstreuhäufigkeit variiert wurde und dies bekanntlich die Futterverbrauchsmenge beeinflusst (AERNI et al., 2000). Die durchschnittliche Einstreumenge, die die LSL-Hennen und LB-Hennen pro Tag bekamen, liegt bei 93,59 g. Die Menge des Futterverbrauchs sank deutlich, als die Einstreueingabe häufiger durchgeführt wurde. Bei den LSL-Hennen sank der Wert von 116,06 g (bei einmaliger Einstreugabe pro Tag) auf 51,14 g (bei viermaliger Einstreugabe pro Tag) und bei den LB-Hennen entsprechend von 106,48 g auf 45,15 g. Das Einstreumittel wurden teilweise verzehrt, jedoch fiel dieses durch Scharren oder Staubbaden zum Teil auch auf den Gitterboden, sodass die genaue Menge an aufgenommenem Futter nicht messbar war. Es gilt dabei zu bedenken, dass die Gesamtmenge an verbrauchtem Futter sich lediglich halbierte, obwohl die Einstreumenge vervierfacht wurde. Nach LOHMANN TIERZUCHT (2011) nehmen LB-Hennen mehr Futter zu sich als LSL-Hennen, was bei den Hennen dieser Untersuchung und nach DAMME et al. (2010) gerade umgekehrt war. In der Abbildung 23 ist zu sehen, dass die LSL-Hennen deutlich größere Mengen an Futter verbrauchten als die LB-Hennen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass es einigen Hennen gelungen ist, mit ihrem Schnabel das Gitter im Futtertrog beiseite zu heben und so Futter aus dem Trog schaufelten was zusätzlich zu Futterverlusten führte. Nach TAUSON und SVENSSON (1980) fressen Hennen mit schlechter Befiederung mehr als solche mit guter Befiederung. Die in dieser Studie untersuchten LSL-Hennen mit einer durchschnittlichen Note von 3,54 hatten eine deutlich schlechtere Befiederung als die LB-Hennen mit einer durchschnittlichen Note von 3,84, was sich gut mit der Aussage von TAUSON und SVENSSON (1980) verträgt.

### 5.3. Physiologische Parameter

Der gemessene Mittelwert für den Hämatokrit von durchschnittlich 28,19 % (LSL) und 27,48 % (LB) lag in dieser Studie für beide Legelinien unter den Angaben von

SIEGMANN (1992) und GASSMANN et al. (2010), die Werte von 45 % bzw. 32 % angeben. Die Werte beider Legelinien zeigten ähnliche Verlaufskurven während der gesamten Legeperiode. Der ermittelte Unterschied zwischen den beiden Legelinien ist allerdings nicht signifikant. In der 33. LW und 61. LW ergaben sich etwas niedrigere Werte, da der Untersuchungsstall in dieser Zeit stark von Milben befallen war. Bei dem starken Milbenbefall leiden die Hennen unter Anämie (SCHNIEDER, 2006). Außerdem können Stresssituationen zu einer Erniedrigung des Hämatokritwertes führen (GYLSTORFF und GRIMM, 1998). Die Werte der Hämoglobinkonzentration lagen bei den LSL-Hennen bei 5,92 mmol/l und bei den LB-Hennen bei 5,55 mmol/l. Diese Zahlen sind niedriger als die von SIEGMANN (1992) und GASSMANN et al. (2010) gemessenen Werte, die mit 6,21 mmol/l bzw. 6,95 mmol/l angegeben werden. Zwischen den Kurvenverläufen beider Legelinie konnte in dieser Studie ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. In den Monaten November 2009, Juni 2010, Juli 2010 und August 2010 ergab sich ein deutlicher Abfall der Hämoglobinwerte. Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit wie schon beim Abfallen des Hämatokritwertes auf den starken Milbenbefall zurückzuführen (GYLSTORFF und GRIMM, 1998; SCHNIEDER, 2006).

Die Medianwerte der Serumcalciumkonzentration lagen bei den LSL-Hennen bei 6,97 mmol/l und bei den LB-Hennen bei 6,54 mmol/l. Der Wert der LSL-Hennen lag somit leicht über den Angaben von FITZ (2007) mit einem Wertebereich von 25,5-26,6 mg/dl (SI-Einheit: 6,36-6,64 mmol/l) und von DENLI et al. (2008) mit einem Wert von 24,6 mg/dl (SI-Einheit: 6,14 mmol/l). Der Wert für die LB-Hennen lag dagegen innerhalb des angegebenen Bereichs von FITZ (2007). In der 61. LW fiel der Wert bei den LB-Hennen stark ab. Dies wurde auch bei der Eischalendicke und der Eibruchfestigkeit beobachtet. Es entspricht der Aussage von NICHELMANN (1992), dass Calciummangel einen bestimmten Einfluss auf die Eischalenqualität hat. Die Mittelwerte der Phosphorkonzentration im Serum lagen bei den LSL-Hennen bei 1,83 mmol/l und bei den LB-Hennen bei 1,85 mmol/l. Die Werte sind ungefähr so hoch wie DENLI et al. (2008) ermittelten Wert von 5,7 mg/dl (SI-Einheit: 1,84 mmol/l). Die Werte der Phosphorkonzentration zeigten keine große Veränderung im zeitlichen Verlauf. Nach GYLSTORFF und GRIMM (1998) beträgt das Calcium-Phosphor-Verhältnis im Serum des Geflügels idealerweise 1,5-2,0:1. Bei der vorliegenden Untersuchung ergab sich bei den LSL-Hennen ein Verhältnis von 3,94:1 und bei den LB-Hennen von 3,54:1. HÄRTEL (1989) behauptet, dass bei hohen

Calcium- und geringen Phosphormengen nicht nur ein Rückgang der Leistung sondern auch eine Verschlechterung der Schalenqualität beobachtet wurden. Mit dem Calcium-Phosphor-Verhältnis dieser vorliegenden Studie kann die niedrige Legeleistung und die geringe Eibruchfestigkeit erklärt werden. Nach LÖSCH et al. (1986) lagen die durchschnittlichen Werte der IgY-Konzentration im Eidotter bei 3-25 mg/ml (nach SI-Einheit g/l), nach SCHADE et al. (1991) bei 10-20 mg/ml (g/l). Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nachgewiesenen Werte der LSL-Hennen liegen bei 12,24 g/l und die der LB-Hennen bei 15,84 g/l. Damit liegen sie im Bereich der oben genannten Zahlen. Die IgY-Konzentration im Eidotter stieg zu Beginn der Legeperiode stark an und fiel ab der 29. LW bis 38. LW wieder ab. Dies ist auch bei den Untersuchungen von LE BRIS (2005) und FITZ (2007) beobachtet worden. LE BRIS (2005) erklärte dieses Phänomen mit dem Legebeginn, der bei den betroffenen Hennen durch starke Belastung des Stoffwechsels durch die Legetätigkeit mit einem Immundefizit einhergeht. Die Werte der IgY-Konzentration im Eidotter der beiden Legelinien stiegen bis zur 56. LW wieder an. Die Mittelwerte der IgY-Konzentration im Serum lagen bei den LSL-Hennen bei 13,44 g/l und bei den LB-Hennen bei 14,36 g/l. Die Werte entsprechen den Angaben von LÖSCH et al. (1986) und SCHADE et al. (1991). Die Verlaufskurve der IgY-Konzentration im Serum der beiden Legelinien ist ähnlich zu der im Eidotter. Die IgY-Konzentration im Eidotter und im Serum stimmen nicht überein, da die Immunglobuline im Serum ca. sechs Tage benötigen bis sie dann auch im Eidotter nachzuweisen sind (ROSE et al., 1974). Zu Beginn der Legeperiode stiegen die IgY-Konzentrationen der beiden Legelinien an und fielen bei den LSL-Hennen bis zur 33. LW und bei den LB-Hennen bis zur 42. LW wieder ab, stiegen aber dann in der Folge wieder bis zur 56. LW an. ROSE und ORLANS (1981) stellen die Behauptung auf, dass die IgY-Konzentration des Vogels im Dotter regelmäßig höhere Konzentrationen aufweist als diejenige im Serum. Als Grund dafür wird u.a. der aktive Transport der Immunglobuline vom Plasma in den Dotter (LARSSON et al., 1993) genannt. Dies könnte für die LB-Hennen zutreffen, da die IgY-Konzentration im Eidotter (15,84 g/l) geringfügig höher ist als im Serum (14,36 g/l) bei den LB-Hennen.

#### 5.4. Bonitur

Der Gefiederzustand ist ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung des Wohlbefindens der Tiere und ihres Gesundheitszustandes (BRADE et al., 2008).

Außerdem weisen der Zustand des Gefieders und das Vorliegen von Verletzungen auf Federpicken und Kannibalismus hin (MARTIN, 2005). In der gesamten Legeperiode ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den LSL-Hennen und den LB-Hennen bezüglich des Gefiederzustandes. Die LSL-Hennen zeigten im Allgemeinen einen schlechteren Gefiederzustand als die LB-Hennen. Die durchschnittliche Note der LSL-Hennen im Gefiederzustand betrug 3,54 und die der LB-Hennen 3,84. Wie in der Tabelle 13 beschrieben, wurden für die Bewertungen das Scoringsystem von LAYWEL (2006) verwendet. FÖLSCH et al. (2002) und BAZER (2005) ermittelten, dass sich der Gefiederzustand im Laufe der Zeit während der Legeperiode verschlechtert. Dies konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden. Die Hennen der vorliegenden Studie stammten aus derselben Aufzucht, wie die der Studie von TELLE (2011). Daher sind die Werte gut miteinander vergleichbar. Der Gefiederzustand der Hennen der vorliegenden Studie war im Allgemeinen besser zu beurteilen als der der Hennen in Kleingruppenhaltung von TELLE (2011). Es ist zu vermuten, dass dieser Zustand an der Besatzdichte liegen könnte, da jede Henne dieser Untersuchung eine größere nutzbare Fläche pro Tier zur Verfügung hatten, als die Hennen von TELLE (2011). Nach LÜHMANN (1983) haben unterschiedliche Haltungssysteme Auswirkungen auf das Gefiederzustand. Außer Haltungssysteme können Mangelernährung, Federpicken von Artgenossen und Ektoparasitenbefall die Gefiederschäden verursachen (LÖLIGER, 1992). Bei TELLE (2011) wurde auch starker Milbenbefall beobachtet und dies könnte für den schlechteren Gefiederzustand ursächlich sein. Verletzungen der Haut wurden bei beiden Legelinien in der gesamten Legeperiode nur in Einzelfällen bei den LSL-Hennen gesehen und ergaben eine durchschnittliche Note von 0,01. Bei den LB-Hennen wurden überhaupt keine derartigen Verletzungen beobachtet. Verletzungen am Kamm konnten häufiger beobachtet werden als Verletzungen in anderen Bereichen. Hier ergab sich analog zur Bewertung des Gefiederzustandes eine schlechtere Benotung bei den LSL-Hennen (durchschnittliche Note von 0,60) als bei den LB-Hennen (durchschnittliche Note von 0,18). Die Auswertung des Vorkommens von Hyperkeratose der Sohlenballenhaut ergab allerdings umgekehrte Verhältnisse: bei den LB-Hennen (Sohlen- und Zehenballen jeweils 0,13 und 0,16) ergaben sich häufigere Beobachtungen bezüglich des Vorkommens von Hyperkeratose als bei den LSL-Hennen (0,03 und 0,02). Bezüglich der Epithelläsionen der Sohlen- und Zehenballen ergab sich eine durchschnittliche Note von 2,63 und 3,74 bei den LSL-Hennen, 2,87 und 3,59 bei den

LB-Hennen. Bei den LSL-Hennen waren Sohlenballenepithelläsionen (76,39 %) insgesamt häufiger und Zehenballenläsion (18,89 %) seltener als bei den LB-Hennen (72,50 % bzw. 32,22 %). Nach WEITZENBÜRGER (2005) waren LB-Hennen häufiger von Hyperkeratosen der Sohlen- und Zehenballen (80,6 % bzw. 88,8 %) betroffen, dagegen wiesen LB-Hennen vermehrt Epithelläsionen (15,5 % bzw. 2,3 %) auf. WEITZENBÜRGER (2005) stellte weiter fest, dass es in Kleingruppenhaltung bzw. ausgestalteten Käfigen als Folge einer erhöhten mechanischen Druckbelastung durch die Sitzstangennutzung und den Aufenthalt auf Gitterboden zur Ausbildung von Proliferationshyperkeratosen der Fußballen kommt; stark ausgeprägte Hyperkeratosen sind dann häufig mit einer sekundären Erosion des Epithels assoziiert. Die durchschnittliche Note der Brustbeindeformation lag bei den LSL-Hennen bei 3,12 und bei den LB-Hennen bei 2,87. Die LB-Hennen litten somit unter stärkerer Brustbeindeformation als die LSL-Hennen. Die LSL-Hennen in Kleingruppenhaltung von TELLE (2011) wiesen ein Mittelwert von 3,73 auf. Dies entspricht dem Ergebnis von WEITZENBÜRGER (2005), mit einer gering- bis hochgradigen Brustbeindeformation 33,68 % im ausgestalteten Käfig und 25,69 % in Kleingruppenhaltung und dass damit das Auftreten von Brustbeindeformation in ausgestalteten Käfigen häufiger im direkten Vergleich zur Kleingruppenhaltung vorkommt. Wie STAACK et al. (2008) erwähnt haben, kann die Brustbeindeformation durch die ungeschickte Landung ausgehend von Sitzstangen auf den Boden verursacht worden sein. Außerdem ermittelten SCHOLZ et al. (2006), dass die Brustbeindeformation durch längeres Sitzen auf den Sitzstangen entstehen kann, da durch die intensive Nutzung der Sitzstangen eine unphysiologische Druckbelastung auf das Brustbein ausgeübt wird. Die Mittelwerte des Körpergewichts ergaben zwischen den beiden Legelinien (LSL-Hennen mit 1,70 kg, LB-Hennen mit 1,88 kg) einen signifikanten Unterschied. Die LB-Hennen wogen mehr als die LSL-Hennen in der gesamten Legeperiode. Die Angaben von LOHMANN TIERZUCHT (2011) sind für LB-Hennen 1,90-2,1 kg und für LSL-Hennen 1,7-1,9 kg. Somit entspricht der Wert der LSL-Hennen dieser vorliegenden Studie den angegebenen Zahlen von LOHMANN TIERZUCHT (2011), die Werte der LB-Hennen liegen leicht unterhalb der angegebenen Zahlenwerte. Die beiden Legelinien haben bis zur 47. LW zugenommen und ab der 47. LW allmählich wieder abgenommen. Verglichen mit den LSL-Hennen fielen die Werte der LB-Hennen mit einem großen Abstand. Dies ist durch eine LB-Henne mit chronischem Durchfall verursacht worden. Es ist in diesem

Zusammenhang insbesondere die Tierzahl im Rahmen der vorliegenden Studie zu beachten, die bei jeweils zehn Hennen pro Legelinie liegt. Bei der Krallenlänge ergaben sich für die LSL-Hennen (2,44 cm) insgesamt größere Mittelwerte als für die LB-Hennen (2,13 cm) in der gesamten Legeperiode. WEITZENBÜRGER (2005) gibt einen Wert von 2,87 cm im ausgestalteten Käfig mit einer Krallenabriebvorrichtung an (Lochblech) und verweist auf eine potenzielle Verletzungsgefahr durch zu lange Krallen im Sinne einer Automutilation oder auch Artgenossen. Da im ausgestalteten Käfig dieser Untersuchung kein ausreichender Krallenabrieb vorhanden war, mussten die Krallen daher von der Autorin zweimal in der gesamten Beobachtungszeit manuell geschnitten werden.

#### 5.5. Post Mortem-Untersuchungen

Nach WILLIAMS (2005) beträgt das normale Lebergewicht bei Hühnern zwei bis drei Prozent des Körpergewichts. Am Tag der Schlachtung lag der Mittelwert des Körpergewichts bei den LSL-Hennen bei 1,65 kg und bei den LB-Hennen bei 1,73 kg. Davon entsprechen 33-50 g und 35-52 g jeweils zwei und drei Prozent. Nach CHEN et al. (2011) betrug das Lebergewicht der Legehennen 43,1 g. Die gemessenen Werte ergaben aber für die LSL-Hennen 29,34 g und für die LB-Hennen 33,23 g. Bei den LSL-Hennen wurden 100 % mittel- bis hochgradige Fettlebern befundet, bei den LB-Hennen zu 90 %. Nach SCHOBRIES (1987) nehmen die Hennen in den Intensivhaltungen energiereiches Futter uneingeschränkt auf, die Bewegungsmöglichkeit ist begrenzt und das aufgenommene Fett wird in der Leber übermäßig eingelagert. Diese Beobachtung kann in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. In der Studie von THOGERSON et al. (2009) betrug das Milzgewicht von Legehennen 1,4-1,5 g. Nach WILLIAMS (2005) betrug das normale Milzgewicht bei Hühnern 0,2 % des Körpergewichts. Dies entspräche in der vorliegenden Studie bei den LSL-Hennen 3,3 g und bei den LB-Hennen 3,5 g. Die gemessenen Werte lagen allerdings zwischen 1,27 g und 1,57 g und unter den Angaben von THOGERSON et al. (2009) mit einem Wert von 1,70 g. Nach GYLSTORFF und GRIMM (1998) kann eine Atrophie der Milz durch Stresssituationen entstehen. Inwieweit die Hennen dieser vorliegenden Arbeit unter Stress durch den Milbenbefall litten wurde nicht untersucht, ist aber durchaus vorstellbar. Die durchschnittliche Knochenlänge von Humerus und Tibia lag bei den LSL-Hennen bei 76,84 mm und

114,52 mm, bei den LB-Hennen bei 79,61 mm und 114,78 mm. Nach Angaben von GONGRUTTANANUN (2011) sind die Länge von Humerus und Tibia der Hennen aus Bodenhaltung jeweils 81,6 mm und 127,60 mm. Somit liegen die Werte der vorliegenden Studie unter dem angegebenen Bereich von GONGRUTTANANUN (2011). Die Knochenbruchfestigkeit wurde in der vorliegenden Studie mit insgesamt zwei Prüfvorschriften gemessen. Nach der Holz DIN 52186-Methode lag der Mittelwert der Knochenbruchfestigkeit von Humerus (und Tibia) bei den LSL-Hennen bei 128,71 N (103,48 N) und bei den LB-Hennen bei 120,43 N (87,62 N); nach der München-Methode ergeben sich für die LSL-Hennen 117,17 N (101,12 N) und für die LB-Hennen 127,85 N (90,50 N). Diese Werte sind unter dem Bereich der Angaben von SCHOLZ (2007) für Humerus (und Tibia) bei den LSL-Hennen mit 159,1 N (136,5 N) und bei den LB-Hennen mit 226,7 N (135,2 N). Vergleicht man dies mit den Angaben der Legehennen in Auslaufhaltung von LEYENDECKER et al. (2005) und SCHOLZ et al. (2008), fallen die Werte dieser vorliegenden Studie deutlich niedriger aus. Dies spricht für die Aussage von LANYON et al. (1986) und LEYENDECKER et al. (2002), dass die Knochenbruchfestigkeit durch höhere Bewegungsmöglichkeit signifikant erhöht werden kann. Nach SCHOLZ (2007) ist die Knochenbruchfestigkeit bei schweren Hennen höher als bei leichteren. Obwohl die LB-Hennen der vorliegenden Untersuchung deutlich schwerer waren als die LSL-Hennen wurden niedrigere Knochenbruchfestigkeiten ermittelt.

## 5.6. Verhalten

Die Videobeobachtung (eine Videokamera pro zwei Hennen) ermöglichte eine ausführliche Analyse des Verhaltens der Hennen mit Schwerpunkt auf den Aufenthaltsort, das Nahrungsaufnahme- und das Komfortverhalten sowie die Gefiederpflege und das Staubbaden jeweils aufgeteilt nach Tagesprofil und Nachtprofil. Wichtig war bei der vorliegenden Studie nicht nur der Einfluss eines Ressourcenangebotes im Verhältnis 1:1 und die Häufigkeit der Einstreugabe auf die Staubbadematte auf den Futterverbrauch der Hennen, sondern auf das allgemeine Verhalten. Das Staubbaden wurde hauptsächlich innerhalb einer Stunde nach der Einstreugabe beobachtet. Die durchschnittliche Staubbadedauer lag bei den LSL-Hennen bei 302 sec und bei den LB-Hennen bei 352 sec. Dies ist länger als die von TELLE (2011) gemachten Angaben mit einem Wert von 237,40 sec, kürzer als die

Angaben von SEWERIN (2002) mit einem Wert von 503,40 sec und FITZ (2007) mit einem Wert von 406 sec. Somit liegen die Ergebnisse der vorliegenden Studie zwischen diesen Angaben aus der Literatur (siehe Tab. 7). Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit beobachtete Staubbadedauer liegt jedoch im Bereich der Angaben von APPLEBY et al. (1993) und LINDBERG et al. (1997) mit einem Wert von 5-10 Minuten (300 sec-600 sec). Obwohl die LB-Hennen während des einzelnen Staubbades deutlich länger staubbadeten als die LSL-Hennen, haben sie in der gesamten Beobachtungszeit weniger frequent gestaubbadet als die LSL-Hennen (siehe Kap. 4.8.1). Dies deckt sich mit der Aussage von FITZ (2007) mit Hennen in Bodenhaltung, dass es bei einer längerer Staubbadedauer zu einer geringeren Anzahl an Staubbadeaktionen kommt. Beide Legelinien haben im Zeitraum von 11:00 bis 12:00 Uhr am häufigsten staubgebadet und die Staubbadeaktionen nahmen im Tagesverlauf ab. In Haltungen, in denen der Tagesverlauf durch ein Lichtprogramm gesteuert wird, zeigen die Hennen ihre Staubbadeverhalten hauptsächlich in der Mitte der Hellphase (DE JONG et al., 2005). Dies kann in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden, da 53,67 % der gesamten Staubbadeaktionen bei den LSL-Hennen und 63,88 % bei den LB-Hennen in dieser Zeit stattfand. Die normale Staubbadedauer bei Hennen liegt zwischen 20 und 30 Minuten (VAN LIERE et al., 1990, FÖLSCH et al., 1992). In mehreren Fällen konnte beobachtet werden, dass die Hennen länger als 20 Minuten staubbadeten, was bei FITZ (2007) bei Hennen in Volierenhaltung und HERGT (2007) bei Hennen in Kleinvoliere nie beobachtet wurde. In einzelnen Fällen konnte ein 40 minütiges Staubbaden beider Legelinien in dieser vorliegenden Studie beobachtet werden, was als Zeichen von Frustration gewertet werden darf, dass die Hennen mit dem Staubbaden nicht zufrieden sind (VAN ROOIJEN, 2005). Nach FÖLSCH (1981), VAN NIEKERK und REUVEKAMP (2000) kommt das Staubbaden normalerweise einmal innerhalb von zwei Tagen vor. Im ausgestalteten Käfig wird die Anzahl der Staubbadeaktionen vervierfacht (VAN ROOIJEN, 1995). Dies konnte in der vorliegenden Studie ebenfalls beobachtet werden. So betrug die durchschnittliche Anzahl der beobachteten Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe bei den LSL-Hennen 2,26 und bei den LB-Hennen 1,99. Die Staubbadeaktionen nahmen zudem mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit bei beiden Legelinien ab. Besonders nach Einstreugabe um 11:00 Uhr und um 15:00 Uhr kann dies bei den LB-Hennen deutlich beobachtet werden. Als die Einstreuhäufigkeit wieder abnahm, stieg die Anzahl der Staubbadeaktionen bei den LB-Hennen langsam

und bei den LSL-Hennen im Monat Juli stark an (siehe Abb. 73). Zusätzlich war eine Veränderung der Staubbadedauer in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit zu beobachten. Die Staubbadedauer in den Monaten April (3x Einstreugabe/Tag), Mai (4x Einstreugabe/Tag) und Juni (3x Einstreugabe/Tag) ergab fast gleiche Werte beider Legelinien. Bei den LSL-Hennen war die Staubbadedauer im August (1x Einstreugabe/Tag) ähnlich wie die im Februar (1x Einstreugabe/Tag), bei den LB-Hennen wurde dagegen ein großer Unterschied beobachtet, nämlich im Februar eine Staubbadedauer von 311 sec und im August von 504 sec. Daher ist es bei den LB-Hennen schwer zu beurteilen, ob es durch die Einstreuhäufigkeit einen Zusammenhang zwischen der Anzahl an Staubbadeaktionen und –dauer gab. Jedoch betrachtet man die Ergebnisse nur zu einem bestimmten Einstreuzeitpunkt, wie 11:00 Uhr und 15:00 Uhr, wird die Staubbadedauer bei den LB-Hennen im monatlichen Verlauf deutlich länger. Axiales Körperschütteln am Schluss des Staubbadens deutet auf ein vollständiges Abschließen des Staubbadens hin. Bei den LSL-Hennen wurde dieses Abschlusschütteln in 3,33 % (24 Fälle von 722) und bei den LB-Hennen in 3,46 % (22 Fälle von 636) der gesamten Staubbadeaktionen beobachtet. Bei HERGT (2007) wurde das komplett durchgeführte Staubbadeverhalten in der Kleinvolierenhaltung (synonym Kleingruppenhaltung) nicht beobachtet und bei VAN ROOIJEN (2005) nur zu 2,7 % bei Braunlegern und HÖRNING (2005) zu 0,5 % bei im ausgestalteten Käfig. Die Anzahl der Staubbadeaktionen, die durch Störungen beendet wurden, lag bei den LSL-Hennen bei 103 mal (14,27 % der gesamten Staubbadeaktionen) und bei den LB-Hennen bei 230 mal (36,16 %). Somit wurde der Unterschied zwischen den beiden Legelinien signifikant. Als Ursache ist hauptsächlich zu nennen, dass einige LB-Hennen auf der Matte staubbadeten, auf der bereits eine andere Henne ruhte oder staubbadete, obwohl jeder Henne eine eigene Staubbadematte zur Verfügung stand. Nach Angaben von TELLE (2011) liegt die Beendigung des Staubbadeverhaltens durch Störung bei LSL-Hennen bei 10,54 % und die Ursachen dafür waren in über 80 % der gesamten Fälle „verdrängen“ und „weggepicken“. In der vorliegenden Studie war die häufigste Ursache für durch Störung beendetes Staubbaden bei beiden Legelinien eine Störung durch die jeweils andere Henne wie bei TELLE (2011). Bei den LSL-Hennen wurde die Zahl der durch Störung beendeten Staubbadeaktionen mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit weniger, im Gegensatz konnte kein Einfluss der Einstreuhäufigkeit auf die Zahl der abgebrochenen Staubbadeaktionen bei den LB-Hennen gesehen werden. Unterbrechungen während

des Staubbadens wurden insgesamt 67 mal (9,27 % der gesamten Staubbadeaktionen) bei den LSL-Hennen und 80 mal (12,58 %) bei den LB-Hennen beobachtet. Die durchschnittliche Unterbrechungsdauer ergab sich bei den LSL-Hennen mit 14 sec und bei den LB-Hennen mit 21 sec. Bei TELLE (2011) wurden weniger Unterbrechungsfälle (5,83 %) beobachtet, aber der durchschnittliche Wert ist mit 39 sec länger. Die Einstreuhäufigkeit konnte keinen Einfluss auf die Anzahl der Unterbrechungen eines Staubbades bei den LB-Hennen nehmen. Dagegen wurde bei den LSL-Hennen die Unterbrechungshäufigkeit im zeitlichen Verlauf in der gesamten Beobachtungszeit weniger.

Die beiden Legelinien befanden sich in der Hellphase meistens auf dem Gitterboden jeweils bei den LSL-Hennen 68,34 % und bei den LB-Hennen 57,89 %. Dies trifft mit der Aussage von WEITZENBÜRGER et al. (2006) zu, dass das Stehen auf dem Boden am häufigsten beobachtet werden konnte (45,8 %). Der durchschnittliche Anteil des Aufenthalts auf der Staubbadematte in der Hellphase lag bei den LSL-Hennen bei 23,97 % und bei den LB-Hennen bei 37,32 %. Diese Angaben liegen weit über den von SEWERIN (2002) angegebenen 4 % und von THUM (2009) über 12,1 %. Es ist zu vermuten, dass der Anteil der Nutzung der Staubbadematte in der vorliegenden Studie deshalb sehr hoch war, weil jeder Henne eine Staubbadematte zur Verfügung stand und diese jederzeit genutzt werden konnte. Die durchschnittliche Sitzstangennutzung betrug bei den LSL-Hennen 3,94 % und bei den LB-Hennen 2,63 % während der Hellphase und lag damit unter dem von TELLE (2011) in Kleingruppenhaltung angegebenen Wert von 9,2 % und von SEWERIN (2002) von 20 %. Die Hennen der vorliegenden Studie bevorzugten tagsüber den Gitterboden und die Staubbadematte. Dies könnte durch das großzügig zur Verfügung stehende Flächenangebot pro Henne erklärt werden. Die Ergebnisse der auf diese vorliegende Dissertationsarbeit aufbauende Studie von Amrei Probst (2013), mit doppelter Besatzdichte, werden eventuell einen Hinweis darauf geben können, ob die niedrige Sitzstangennutzung möglicher Weise ihre Ursache in der niedrigen Besatzdichte hat. WEITZENBÜRGER et al. (2006) berichten, dass die Hennen im Zeitraum zwischen 7:30 und 10:15 Uhr am häufigsten im Nest beobachtet werden können. Die Hellphase bei der Untersuchung von WEITZENBÜRGER et al. (2006) fing um 4:00 Uhr an, aber das Verhalten der Hennen wurde erst ab 7:30 Uhr beobachtet. Die LSL-Hennen dieser vorliegenden Untersuchung waren im Zeitraum zwischen 4:00 und 10:00 Uhr im Nest zu sehen, im Gegensatz dazu hielten sich die LB-Hennen im Nest kürzer auf als die

LSL-Hennen, nämlich hauptsächlich zwischen 4:00 und 7:00 Uhr. Wie aus der Abbildung 90 entnommen werden kann, scheint die Einstreuhäufigkeit nicht den Aufenthaltsort bei beiden Legelinien beeinflussen zu können. Der durchschnittliche Anteil des Futteraufnahmeverhaltens ergab sich bei den LSL-Hennen mit 15,27 % und bei den LB-Hennen mit 12,66 %. Somit lagen die Werte unter den Angaben von FÖLSCH (1981) mit 35,3 %-47,5 % und BESSEI (1999) mit 40 %. Die deutlich niedrigeren Prozentzahlen der vorliegenden Arbeit ergeben sich vermutlich dadurch, dass die Beobachtungen nur auf das Fressen am Futtertrog bezogen wurden, Pickaktionen auf der Staubbadmatte wurden nicht miteinberechnet. Pickaktionen auf der Staubbadmatte oder dem Gitterboden wurden nicht mitberechnet, weil im Videoergebnis nicht deutlich ausgewertet werden konnte, ob die Hennen wirklich eingestreutes Futter aufnahmen oder nur pickten. Auffällig war, dass das Futteraufnahmeverhalten vom Futtertrog bei den LSL-Hennen mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit seltener beobachtet wurde und wieder vermehrt gesehen wurde als die Einstreuhäufigkeit reduziert worden war. Bei den LB-Hennen schwankten die Werte im zeitlichen Verlauf. Obwohl der Futtermverbrauch im Mai (4x Einstreugabe/Tag) sehr gering war, zeigten die Hennen bis zu 14,17 % das Futteraufnahmeverhalten. Dies könnte durch die Aussage von MARTIN (2005) erklärt werden, dass die Hennen am Trog nicht immer Futter aufnehmen, sondern Schnabelscharbewegung durchführen, was als selektives Fressen verstanden wird. Der durchschnittliche Anteil des Wasseraufnahmeverhaltens lag bei den LSL-Hennen bei 5,08 % und bei den LB-Hennen bei 3,48 %. Bei den Legehennen im ausgestalteten Käfig von POHLE und CHENG (2009) ergaben sich Werte in der 40. LW über 4,3 % und in der 50. LW über 8,6 %. Der Wert der LSL-Hennen dieser vorliegenden Studie trifft mit den Angaben der Autoren zu und der von LB-Hennen lag unter dem Bereich. Die Werte zeigten keine aussagekräftigen Veränderungen in Abhängigkeit von der Einstreuhäufigkeit bei beiden Legelinien.

Neben dem Staubbadeverhalten ist das Gefiederpflegeverhalten ein wichtiger Indikator für das Komfortverhalten (VESTERGAARD, 1981; ACHILLES et al., 2002). Die Mittelwerte der Gefiederpflege lagen bei den beobachteten LSL-Hennen bei 9,36 % und bei den LB-Hennen bei 7,86 % in der Hellphase. Die Angaben von POHLE und CHENG (2009) lagen in der 40. LW bei 13,4 % und in der 50. LW 17,8 %. Auffallend ist, dass die Anteile der Gefiederpflege in der gesamten Beobachtungszeit in Abhängigkeit zur Einstreuhäufigkeit sehr variabel sind. Die Werte

fielen mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit stark ab und stiegen bis zu 18,45 % bei den LSL-Hennen und bis zu 18,10 % bei den LB-Hennen an (im August, 1x Einstreu/Tag) als die Einstreuhäufigkeit weniger wurde. Die Hennen putzten sich zwischen 4:00 Uhr und 8:00 Uhr am häufigsten. Als auf der Staubbadematte eingestreut war, konnte nur noch wenig Gefiederpflege beobachtet werden (siehe Abbildung 87). Nachdem die Staubbadematte mit Einstreumaterial versehen war, beschäftigten sich die Hennen entweder mit dem Staubbaden oder Scharren und Picken. Die Gefiederpflege wurde auch in der Dunkelphase beobachtet, nämlich zu 9,52 % bei den LSL-Hennen und zu 11,43 % bei den LB-Hennen. Es ergibt sich direkt verglichen mit dem Anteil in der Hellphase ein höherer Anteil. Dies ist vermutlich auf den starken Milbenbefall zurückzuführen. In der Studie von KILPINEN et al. (2005) wurde nachgewiesen, dass durch Milbenbefall vermehrtes „Preening“ (Gefiederputzen) zu beobachten war. Die Hennen hielten sich während der Dunkelphase in der gesamten Beobachtungszeit meistens auf der Sitzstange (LSL: 84,76 %, LB: 63,67 % von der gesamten Beobachtungszeitpunkten) auf. Die Angaben liegen unter den von APPLEBY et al. (1993) von 90-94 % im ausgestalteten Käfig. PLATZ et al. (2007) berichteten über einen Anteil von 74,9 % in der Kleingruppenhaltung. Beide Legelinien ruhten im monatlichen Verlauf immer häufiger auf der Staubbadematte oder dem Gitterboden. Es ist hier wieder der starke Milbenfall zu berücksichtigen. Zu Beginn der Dunkelphase versuchten die Hennen auf der Sitzstange oder im Nest zu ruhen. Im zeitlichen Verlauf wurden immer mehr Hennen ruhend auf der Staubbadematte oder dem Gitterboden gefunden (siehe Abb. 95 und 96). Dies entspricht der Aussage von SCHOBRIES (1987), dass bei dem starken Milbenbefall die Schlafplätze von den Tieren nur zögernd aufgesucht werden. Die Aussage von MARTIN (2005), dass die Hennen ihr Komfort- und Nahrungserwerbsverhalten synchronisiert durchführen, konnte außer dem Aufenthalt auf der Sitzstange nicht bestätigt werden (siehe Tab. 19). Ob das im Zusammenhang mit der geringen Tierzahl der vorliegenden Arbeit liegt, kann mit der nachfolgenden Dissertation von Amrei Probst (2013) verglichen werden.

## 5.7 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieser Doktorarbeit wurden die Leistung, der Gesundheitszustand und das Verhalten der Hennen aus der Legelinie von Lohmann Selected Leghorn- und

Lohmann Brown im ausgestalteten Käfig untersucht und verglichen. Ziel dieser Studie war es, Auswirkungen zu untersuchen, die durch ein Ressourcenangebot im Verhältnis 1:1 und die sich durch verschiedene Einstreuhäufigkeit auf das Wohlbefinden sowie die Gesundheit und die Leistung der Legehennen auswirken. Die Legeleistung der Hennen war niedriger als die von FISCHER (2009) angegeben. Es ist zu berücksichtigen, dass die Hennenanzahl dieser vorliegenden Untersuchung zehn Hennen pro Legelinie betrug. Durch Krankheitsfälle oder durch Fressen verlegter Eier, fielen die Mittelwerte dadurch dramatisch ab. Die hohen Mittelwerte der verlegten Eier und verschmutzten Eier bei den LB-Hennen können auf die Haltungssysteme zurückgeführt werden (BRADE et al., 2008). Die Eigewichte schwankten im zeitlichen Verlauf. Wie PETERSEN (1986) und SUDHOP (1999) behauptet haben, könnte dies durch Lichtumstellung, die Milbenproblematik und die Einstreuhäufigkeit verursacht werden. Trotz der dickeren Eischale im Vergleich zu den in der Tabelle 4 beschriebenen Angaben, wurde eine niedrigere Eibruchfestigkeit ermittelt als die Angaben von verschiedenen Autoren vermuten lassen. NICKELMANN (1992) erwähnte als die Ursache klinisch-latente Infektionskrankheiten und starken Milbenbefall. Der Futtermittelverbrauch pro Tag und Henne ist ein wichtiges Kriterium dieser vorliegenden Studie, da die Hennen durch die unterschiedliche Einstreuhäufigkeit Futter auf der Staubbadematte bekommen haben. Die Hennen haben deutlich weniger Futter aus dem Futtertrog aufgenommen als die Hennen von TAUSON und SVENSSON (1980) und DAMME et al. (2010). Nicht die gesamte Einstreumenge wurde dabei als Futter erworben, einige Mengen gingen durch Scharren und Staubbaden verloren. Zukünftig kann eine ähnliche Untersuchung mit weniger Einstreumenge versucht werden. Fragwürdig bleibt aber, ob mit diesem Substrat ein befriedigendes und vollständiges Staubbaden stattfinden kann. In dieser vorliegenden Untersuchung wurde selten axiales Körperschütteln nach dem Staubbaden beobachtet, was als ein Hinweis auf unvollständiges Staubbaden zu verstehen ist. Das bedeutet, dass Einstreumittel (Substrate) nicht ausreichend zwischen den Gefiederanteilen angekommen ist (VAN ROOIJEN, 2005). Die ausgewerteten Daten zu Hämatokrit und Hämoglobin dieser vorliegenden Studie lagen unter den Angaben von SIEGMANN (1992) und GASSMANN et al. (2010). Es ist zu vermuten, dass – z. T. starker – Milbenbefall im Untersuchungsstall auf diese Werte Einfluss genommen hat (GYLSTORFF und GRIMM, 1998; SCHNIEDER, 2006). Das Calcium-Phosphor Verhältnis beider Legelinien lag deutlich höher als die der Angaben

von GYLSTORFF und GRIMM (1998). Bei hohen Calcium- und geringen Phosphormengen wurde ein Rückgang der Leistung und eine Verschlechterung der Schalenqualität beobachtet (HÄRTEL, 1989). Somit kann die niedrigen Legeleistung und die niedrige Eibruchfestigkeit dieser vorliegenden Studie erklärt werden. Die IgY-Konzentration im Eidotter und Serum dieser Studie lag innerhalb des Bereiches der Angaben von LÖSCH et al. (1986) und SCHADE et al. (1991). Auffallend war es, dass die Konzentrationen mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit größer wurden und mit der Abnahme der Einstreuhäufigkeit wieder kleiner wurden. Der Gefiederzustand der Hennen dieser Studie war deutlich besser als der Hennen von TELLE (2011), die in Kleingruppenhaltung gehalten waren. Die Wahrscheinlichkeit, dass dies in direktem Zusammenhang mit der Besatzdichte steht, kann mit den Ergebnissen von Amrei Probst (2013) mit einer doppelten Besatzdichte womöglich bestätigt werden. Zu beachten war das Auftreten von Verletzungen am Kamm. Bei den LSL-Hennen wurden deutlich mehr Fälle von Kammverletzungen beobachtet als bei den LB-Hennen. Die Verletzungen wurden geringer als die Einstreugabe häufiger wurde. Mit der Abnahme der Einstreuhäufigkeit wurden die Verletzungen am Kamm bei mehreren Hennen gesehen. Die Hennen konnten sich anscheinend mit dem Einstreumittel ausreichend beschäftigen, um vom Artgenossen abgelenkt zu werden. Beide Legelinien wurden auffällig mit stärkeren Brustbeindeformationen als bei den Hennen von TELLE (2011) in Kleingruppenhaltung. Somit stimmt das Ergebnis der vorliegenden Dissertationsarbeit mit der Aussage von WEITZENBÜRGER (2005) überein, dass das Auftreten von Brustbeindeformation in ausgestalteten Käfigen häufiger ist als in der Kleingruppenhaltung. Die Ursache könnte in der Höhe der Sitzstangenbefestigung und der damit verbundenen möglichen ungeschickten Landung auf dem Gitterboden aus großer Höhe gefunden werden. Obwohl das durchschnittliche Lebergewicht der beiden Legelinien unter dem Bereich der Angaben von WILLIAMS (2005) und CHEN et al. (2011) lag, wurden über 90 % mittel- bis hochgradige Fettlebern befunden. Wie SCHOBRIES (1987) behauptet, ist in Intensivhaltung die Bewegungsmöglichkeit beschränkt, die Hennen nehmen uneingeschränkt Futter auf und das aufgenommene Fett wird dann übermäßig in der Leber eingelagert. Dies wurde in dieser vorliegenden Studie auch beobachtet. Die durchschnittlichen Werte der Knochenbruchfestigkeit lagen unter den Angaben von LEYENDECKER et al. (2005) und SCHOLZ et al. (2008) in Auslaufhaltung. Die Knochenbruchfestigkeit ist abhängig von Bewegungsmöglichkeit und dem jeweiligen Haltungssystem. Durch die

Ergebnisse dieser Studie kann das bestätigt werden. Das Verhalten wurde in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit beobachtet und ausgewertet. Die LSL-Hennen badeten durchschnittlich 302 Sekunden und die LB-Hennen 352 Sekunden im Staub. Dies ist länger als bei Hennen aus Kleingruppenhaltung von HERGT (2007) und TELLE (2011) und kürzer als bei Hennen in Auslauf-, Freiland- und Bodenhaltung von FÖLSCH et al. (1986), VAN LIERE et al. (1990) und FITZ (2007). Die LSL-Hennen staubbadeten innerhalb einer Stunde nach Einstreueingabe durchschnittlich 2,26 mal und die LB-Hennen 1,99 mal. Dies ist viermal mehr als die von FÖLSCH (1981) und VAN NIEKERK und REUVEKAMP (2000) genannte Normzahl des Staubbadens. VAN ROOIJEN (1995) beobachtete auch, dass Hennen im ausgestalteten Käfig vierfach mehr staubbadeten. Jedoch konnte beobachtet werden, dass die Einstreuhäufigkeit einen bestimmten Einfluss auf die Staubbadedauer und die Anzahl der Staubbadeaktionen hat. Die Werte dieser vorliegenden Studie konnten aber nicht annähernd die Werte von Hennen in Auslauf- oder Freilandhaltung erreichen. Nicht nur die Dauer der Staubbadeaktionen wurde mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit vermehrt, auch axiales Körperschütteln am Ende des Staubbadens bei LSL-Hennen wurde vermehrt beobachtet, welches das Unterbrechungsvorkommen bzw. die durch Störung beendeten Staubbadeaktionen der LSL-Hennen reduzierte. Trotzdem waren die Ergebnisse nicht im zufriedenstellenden Bereich, was auf ein mögliches Defizit bezüglich des Wohlbefindens der Hennen hindeuten könnte. Der Anteil der Hennen, die sich während der Hellphase auf der Staubbadematte aufhielten, war verglichen mit den Angaben von SEWERIN (2002) und THUM (2009) sehr hoch. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieses Ergebnis erzielt wurde, weil jeder Henne eine einzelne Staubbadematte zur Verfügung stand. Die nachfolgende Studie von Amrei Probst (2013) mit doppelter Besatzdichte (zwei Hennen pro Staubbadematte) kann diesen Zusammenhang womöglich bestätigen. Die unterschiedliche Einstreuhäufigkeit hatte keinen Einfluss auf den Aufenthaltsort der Tiere. Das Gewicht des Futtertroges wurde bei der Zunahme der Einstreuhäufigkeit weniger und bei der Abnahme größer. Daher war es zu erwarten, dass das Futteraufnahmeverhalten ähnliche Ergebnisse wie die Futtermenge zeigt. Die tatsächlichen Ergebnisse waren anders als erwartet, da bei den LB-Hennen ein vermehrtes Futteraufnahmeverhalten beobachtet werden konnte als viermal am Tag eingestreut wurde. Dies kann mit dem „selektiven Fressen“ von MARTIN (2005) erklärt werden und nicht fälschlicherweise als tatsächliche Futteraufnahme verstanden werden. Auffällig beim

Gefiederpflegeverhalten war es, dass die Gefiederpflegeaktionen mit der Zunahme der Einstreuhäufigkeit reduziert beobachtet wurden und mit der Abnahme vermehrt bei beiden Legelinien. Dadurch wurde weniger Gefiederpflegeverhalten beobachtet als bei den Hennen von POHLE und CHENG (2009). In der Dunkelphase wurde das Gefiederpflegeverhalten annähernd so häufig beobachtet wie in der Hellphase. KILPINEN et al. (2005) untersuchten, dass bei starkem Milbenbefall vermehrt Gefiederpflegeaktionen zu sehen sind. Beide Legelinien hielten sich in der Dunkelphase meistens auf der Sitzstange (LSL: 84,76 %, LB: 63,67 %) auf. Durch starken Milbenbefall verzichteten die Hennen zunehmend auf das Ruhen auf der Sitzstange und konnten so immer öfter auf dem Gitterboden oder der Staubbadematte beobachtet werden. Der starke Milbenbefall hat einen auffallenden negativen Einfluss nicht nur auf Gesundheitszustand sondern auch auf Verhalten und Wohlbefinden der Hennen. Es ist wünschenswert, dass in naher Zukunft ein hochwirksames Mittel für die Milbenbekämpfung gefunden wird.

Abschließend betrachtet hat die häufige Einstreugabe bei den LSL-Hennen ein positiveres Gesamtergebnisse erzeugt als bei den LB-Hennen. Nicht nur im Bereich des Verhaltens, sondern auch bei der Bonitur. Außerdem haben die LSL-Hennen bessere Legeleistung und Produktmerkmale gezeigt als die LB-Hennen. Durch die frequentere Einstreuhäufigkeit konnte eine Verbesserung des Wohlbefindens der Legehennen gesehen werden. Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Studie kann die zwei- bis dreimalige Einstreugabe pro Tag empfohlen werden. Obwohl den Legehennen die Ressourcen, wie die Staubbadematte, uneingeschränkt und in maximal möglicher Ausführung angeboten wurden, führten die Hennen das Verhaltensmuster bezüglich des Staubbadens nicht immer in allen Sequenzen durch. Hierbei ist zu bedenken, dass die Größe der Staubbadematte und das angebotene Substrat (Legemehl) eine nicht unerhebliche Rolle spielen könnten und daher bezüglich der Mattengröße und dem Einsatz unterschiedlicher Einstreusubstrate noch weitere Untersuchungen erforderlich sind. Im Allgemeinen sind die in dieser Studie dargestellten Ergebnisse weit entfernt von den Beobachtungen aus der Auslauf- und Freilandhaltung von Legehennen, was zeigt, dass die bislang angebotenen Ressourcen eines ausgestalteten Käfigsystems nur eine Kompromisslösung für das Huhn bedeuten können.

## 6. Zusammenfassung

### **Vergleichende Untersuchungen der Legelinien Lohmann Selected Leghorn Classic und Lohmann Brown Classic hinsichtlich der Nutzung von maximal verfügbaren Ressourcen (1:1) in einem ausgestalteten Käfigsystem**

In der vorliegenden Dissertation wurden Legeleistung, Futtermittelverbrauch, Gesundheitszustand und Verhalten von jeweils 10 LSL- und LB-Hennen in einem ausgestalteten Käfigsystem untersucht. Die Hennen wurden dazu in einem speziell angefertigten Käfigsystem in der Zeit vom 09.09.2009 bis 01.09.2010 am Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München eingestallt. Zwei gemeinsam gehaltenen Hennen standen insgesamt 8.320 cm<sup>2</sup> nutzbare Fläche und jeweils zwei Nester, zwei Sitzstangen, zwei Staubbadematten, zwei Futtertröge und zwei Tränkeeinrichtungen zur Verfügung.

Die mittlere Anzahl an beobachteten Staubbadeaktionen innerhalb einer Stunde nach Einstreugabe lag bei den LSL-Hennen bei 2,26 und bei den LB-Hennen bei 1,99. Der Mittelwert der Staubbadedauer ergab sich für die LSL-Hennen mit 302 sec und für die LB-Hennen mit 352 sec. Es wurden weder bezüglich der gezeigten Staubbadeaktionen noch bezüglich der Staubbadedauer signifikante Unterschiede zwischen den beiden Legelinien ermittelt. Auffallend war, dass sich bei der Zunahme der Einstreuhäufigkeit die Anzahl der Staubbadeaktionen verringerte. Der Anteil der Unterbrechungen während des Staubbadens an der Anzahl aller gezeigten Staubbadeaktionen lag bei den LSL-Hennen bei 9,42 % und bei den LB-Hennen bei 12,42 %. Mit dem Mittelwert einer Unterbrechungsdauer von 21 sec hoben sich die LB-Hennen von den LSL-Hennen mit einem Wert von 14 sec signifikant ab. Der Anteil einer störungsbedingten Beendigung des Staubbadeverhaltens bei den LSL-Hennen bei 14,27 % und bei den LB-Hennen bei 36,16 %. Das axilale Körperschütteln am Abschluss wurde nur selten beobachtet: bei den LSL-Hennen 3,33 % in der gesamt beobachteten Staubbadeaktionen und bei den LB-Hennen 3,46 %. Bei den Werten ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien. Über die Beobachtung des Staubbadens konnte festgestellt werden, dass häufigeres Einstreuen eine positive

Auswirkung auf das Verhalten hat.

Beide Legelinien hielten sich während der Hellphase meistens auf dem Gitterboden auf: bei den LSL-Hennen zu 68,34 % und bei den LB-Hennen zu 57,89 %. Dagegen wurden die beide Legelinien in der Dunkelphase meistens auf der Sitzstange beobachtet; bei den LSL-Hennen 84,76 % und bei den LB-Hennen 63,67 %. Der durchschnittliche Anteil der Gefiederpflege in der Hellphase lag bei den LSL-Hennen bei 9,36 % und bei den LB-Hennen bei 7,86 %. Bei Zunahme der Einstreuhäufigkeit wurde der Anteil geringer und bei der Abnahme wieder größer. In der Dunkelphase wurde ein hoher Anteil der Gefiederpflege beobachtet; bei den LSL-Hennen zu 9,52 % und bei den LB-Hennen zu 11,43 %.

Der Mittelwert der Legeleistung bei den LSL-Hennen (88,62 %) lag nicht signifikant über der der LB-Hennen (74,89 %). Der durchschnittliche Anteil der verlegten Eier lag bei den LB-Hennen (14,08 %) signifikant höher als bei den LSL-Hennen (1,72 %). Außerdem konnte beim mittleren Anteil der Schmutzeier ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Legelinien (LSL: 0,46 %, LB: 5,49 %) ermittelt werden.

Bei den LSL-Hennen lag der durchschnittliche Bruch- und Knickeieranteil bei 1,18 % und bei den LB-Hennen bei 2,44 %.

Der Mittelwert des Futtermittelsverbrauches aus dem Futtertrog pro Henne und Tag betrug bei den LSL-Hennen 91,78 g und bei den LB-Hennen 81,22 g. Eine erhöhte Einstreuhäufigkeit von Futter, als Einstreumaterial auf die Staubbadematte als Anreiz für Staubbadeverhalten, hatte dabei einen Einfluss auf die aufgenommene Futtermenge aus dem Trog, dadurch wurden niedrigere Mittelwerte als in der Literatur angegeben ermittelt.

Bei den LSL-Hennen ergab sich ein Mittelwert des Eigewichtes von 62,48 g und bei den LB-Hennen von 61,76 g. Die mittlere Eierschalendicke lag bei beiden Legelinien bei 0,41 mm.

Die durchschnittliche Eibruchfestigkeit betrug bei den LSL-Hennen 23,19 N und bei den LB-Hennen 25,18 N. Bei den Werten von Bruch- und Knickeieranteil, Futtermittelsverbrauch pro Tag pro Henne, Eigewicht, Eierschalendicke und Eibruchfestigkeit wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien ermittelt.

Als physiologische Parameter wurden Hämatokrit, Hämoglobin, Calcium, Phosphor, und IgY im Eidotter und im Serum untersucht. Die LSL-Hennen (28,19 %) und LB-Hennen (27,48 %) wiesen im Mittelwert des Hämatokrits keinen signifikanten

Unterschied auf. Mit dem mittleren Hämoglobinwert von 5,92 mmol/l hoben sich die LSL-Hennen von den LB-Hennen mit einem Wert von 5,55 mmol/l signifikant ab. Die durchschnittliche Calciumkonzentration im Serum lag bei den LSL-Hennen bei 7,10 mmol/l und bei den LB-Hennen bei 6,52 mmol/l. Der Mittelwert der Phosphorkonzentration im Serum betrug bei den LSL-Hennen 1,83 mmol/l und bei den LB-Hennen 1,85 mmol/l. Mit einem Mittelwert der IgY-Konzentration im Eidotter von 15,84 mmol/l hoben sich die LB-Hennen von den LSL-Hennen mit einem Wert von 12,24 mmol/l signifikant ab. Bei den LSL-Hennen lag die durchschnittliche IgY-Konzentration im Serum bei 13,44 mmol/l und bei den LB-Hennen bei 14,36 mmol/l. Bei den Werten von Calcium, Phosphor, IgY im Serum konnten keine signifikanten Unterschiede aufgewiesen werden.

Bezüglich des Gefiederzustandes wurde eine durchschnittliche Note von 3,54 für die LSL-Hennen und 3,84 für die LB-Hennen ermittelt (Note 1: schlecht und 4: sehr gut). Die LB-Hennen wiesen einen signifikant besseren Gefiederzustand auf als die LSL-Hennen. Verletzungen des Kammes wurden deutlich häufiger bei den LSL-Hennen beobachtet als bei den LB-Hennen.

Dagegen wurde mittel- bis hochgradige Hyperkeratose der Sohlen- und Zehenballen bei den LB-Hennen signifikant häufiger gesehen als bei den LSL-Hennen. Mit einer mittleren Note von 2,63 der LSL-Hennen und 2,87 der LB-Hennen bei der Untersuchung der Epithelläsion der Sohlenballen wurde kein signifikanter Unterschied (die LB-Hennen litten weniger an Epithelläsion) aufgewiesen. Dagegen wurde bei der Untersuchung der Epithelläsion der Zehenballen festgestellt, dass die LB-Hennen (Note von 3,59) signifikant mehr an Epithelläsionen litten als die LSL-Hennen (Note von 3,74).

Bei den LB-Hennen (Note von 2,87) wurden signifikant stärkere Brustbeindeformationen beobachtet als bei den LSL-Hennen (Note von 3,12). Das durchschnittliche Körpergewicht lag signifikant höher bei den LB-Hennen (1,88 kg) gegenüber den LSL-Hennen (1,70 kg).

In der Post-Mortem-Untersuchung wurden Lebergewicht, Leberfettgehalt, Milzgewicht, Knochenmaße und Knochenbruchfestigkeit untersucht.

Der Mittelwert des Lebergewichtes lag bei den LSL-Hennen bei 29,34 g und bei den LB-Hennen bei 33,23 g. Der Leberfettgehalt bei den LSL-Hennen (Note von 1,70) war niedriger als der der LB-Hennen (Note von 1,90). Das mittlere Milzgewicht betrug bei den LSL-Hennen 1,27 g und bei den LB-Hennen 1,57 g. Bei den Werten von

Lebergewicht, Leberfettgehalt und Milzgewicht wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Legelinien ermittelt.

Ein signifikanter Unterschied ergab sich dagegen bei dem Mittelwert der Humerusknochenlänge (LSL: 76,84 mm und LB: 79,61 mm), dagegen kein signifikanter Unterschied bei dem Wert der Tibiaknochenlänge (LSL: 114,52 mm und LB: 114,78 mm) zwischen beiden Legelinien. Die Knochenbruchfestigkeit wurde nach zwei Prüfvorschriften, der München-Methode (MUC) und der Holz-Methode nach DIN 52186, untersucht. Die durchschnittliche Knochenbruchfestigkeit der *Humeri* lag bei den LSL-Hennen bei 117,17 N (MUC-Methode) und bei 128,71 N (Holz-Methode DIN 52186); bei den LB-Hennen bei 127,85 N und 120,43 N. Für die Knochenbruchfestigkeit der *Tibiae* ergaben sich Werte bei den LSL-Hennen von 101,11 N (MUC-Methode) und von 103,46 N (Holz-Methode DIN 52186); bei den LB-Hennen von 90,50 N und von 87,62 N. Es konnten keine signifikanten Unterschiede in der Knochenbruchfestigkeit zwischen den beiden Legelinien aufgewiesen werden.

## 7. Summary

### **Comparison of the two laying hybrids, Lohmann Selected Leghorn Classic (LSL) and Lohmann Brown Classic (LB) regarding egg production, health and behavior with a maximum resource offering 1:1 in a furnished cage system**

The aim of this dissertation was to examine the egg production, feed consumption, health status and behavior of 20 LSL and LB hens (ten hens per hybrid) kept in a cage system. The hens were kept in a furnished cage system from 9/9/09 until 9/1/10 at the Department of Veterinary Sciences of the Chair of Animal Welfare, Ethology, Animal Hygiene and Animal Husbandry of the Ludwig-Maximilians-University (LMU) Munich. Two hens of the same hybrid were kept in one cage; each hen was provided with a space of 4.160 cm<sup>2</sup> (total 8.320 cm<sup>2</sup>), in which two nests, two perches, two dust bathing mats, two feeding troughs and two water bottles were available.

After filling the dust bathing mat with litter (50 g), the hens were observed continuously for 60 minutes for dust bathing behaviour, adding up to 640 hours in total (320 hours for each hybrid).

The mean number of dust bathing within the hour after filling litter on to the dust bathing mat was in the group of LSL hens 2.26 and in the group of LB hens 1.99. The mean duration of dust bathing behavior lasted in the group of LSL hens for 302 seconds and in the group of LB hens for 352 seconds. However, neither average number of dust bathing behavior nor average duration of the dust bathing indicated significant differences between the two hybrids. It is noteworthy that an increased frequency of filling dust bathing mat with litter (from one time per day to four times per day) led to a decreased mean count of dust bathing. The proportion of interruption during the dust bathing in total dust bathing numbers was in the group of LSL hens 9,42 % and in the group of LB hens 12,42 %. The average duration of interrupt during the dust bathing within 21 seconds in the group of LB hens was significantly longer than in the group of LSL hens within 14 seconds. There were also cases that dust bathing was stopped by disorder. The percentage of dust bathing, which was stopped by the neighbor hen or by itself, was in seen in the group of LSL hens at 14,27 % and in the group of LB hens at 36,16 % in total numbers of dust bathing actions. The axial body shaking in the end of a complete dust bathing behavior was observed only rarely,

in the group of LSL hens 3,33 % in the total number of dust bathing and 3,46 % in the group of LB hens. There was no significant difference between the two observed hybrids. Through the observation of dust bathing it could be noticed that the more often litter was given on the dust bathing mat, the more positive impact was resulted. However, the effect was not considerable.

The hens were most observed on the wire floor in the daytime, in the group of LSL hens 68,34 % and in group of LB hens 57,89 %. In contrast, both hybrids were most observed staying on the perch at night time, in the group of LSL hens 84,76 % and in group of LB hens 63,67 %. The average percentage of preening (body care) behavior during daytime was in the group of LSL hens 9,36 % and in the group of LB hens 7,86 %. The interesting result was, while the frequency of litter on the dust bathing mat increased, the preening behavior was less observed. In the night time, however, a high proportion of preening behavior was observed, in the group of LSL hens 9,52 % and in the group of LB hens 11,43 %.

The mean laying performance of the LSL hens (88,62 %) was not significantly higher than that of the LB hens (74,89 %). The proportion of mislaid eggs (i.e., eggs that are not laid in nest) of the LB hens (14,08 %) was significantly greater than that of the LSL hens (1,72 %). Regarding the mean value of proportion of soiled eggs, there was also a significant difference between the two hybrids (LSL: 0,46 %, LB: 5,49 %). The average proportion of cracked and broken eggs was 1,18 % (LSL hens) and 2,44 % (LB hens).

The daily average feed consumption out of the feeding trough per hen was 91,78 g concerning the LSL hens and 81,22 g concerning the LB hens. The different frequency of adding litter (respectively chicken feed) on the dust bathing mats (from one time to four times per day) had certain influence on the feed consumption. The litter of this study was eventually the same material as the feed for hens. The more often litter per day was given, the less feed was consumed by the hens out of the feeding trough.

The mean of egg weight was 62,48 g concerning LSL hens and 61,76 g concerning LB hens. The average eggshell thickness of the two hybrids was identical (0,41 mm). The mean value of eggshell breaking strength was 23,19 N of the LSL hens and 25,18 N of the LB hens. The mean results of the proportion of cracked and broken eggs, daily feed consumption per hen, egg weight, eggshell thickness and eggshell breaking strength did not show significant differences between the two hybrids.

Hematocrit, hemoglobin, calcium, phosphorus, immunoglobulin Y in egg yolk and in

serum were chosen as physiological parameters to be examined. The mean hematocrit values of LSL hens (28,19 %) and LB hens (27,48 %) did not show a meaningful difference, while the mean hemoglobin concentration value of LSL hens stood at 5,92 mmol/l, significantly higher than that of LB hens (5,55 mmol/l). The average calcium concentration in the serum of LSL and LB hens was 7,10 mmol/l and 6,52 mmol/l, and the average phosphorus concentration in serum was 1,83 mmol/l and 1,85 mmol/l, respectively. The mean value of IgY concentration in egg yolk 15,84 mmol/l of the LB was significantly greater than the value 12,24 mmol/l of the LSL hens. The average IgY concentration in serum was at 13,44 mmol/l of the LSL hens and 14,36 mmol/l of the LB hens. The results of Calcium, phosphorus and IgY concentration in serum did not represent significant differences between the two examined hybrids.

The plumage condition of LSL hens was rated at 3.54 in average, while the LB hens had at 3.84 significantly better plumage condition. The injuries of the comb of hens, caused by pecking of a neighbor hen, were significantly more often observed among the LSL hens than the LB hens.

By contrast, severe hyperkeratosis of the foot and toe pads was significantly more often observed in the LB hens than in the LSL hens. The mean rating about epithelial lesions of foot pads of the LSL hens was 2,63 and of the LB hens 2,87 respectively. In other words, the LB hens suffered of less epithelial lesions than the LSL hens. In contrast to that, the epithelial lesions of the toe pads was significantly greater than LB hens (score of 3,59) than the epithelial lesion of LSL hens (score of 3,74).

Significantly more severe sternum deformation could be observed in the LB hens (score of 2,87) than in the LSL hens (score of 3,12).

The average body weight of LB hens at 1,88 kg was significantly higher than 1,70 kg of LSL hens.

Liver weight, liver fat content, spleen weight, bone sizes and bone breaking strength were investigated for pathological examinations. The mean weight of the liver in the group of LSL hens showed 29,34 g and in the group of LB hens 33,23 g. The liver fat content in the group of LSL hens (score of 1,70) was more serious than in the group of LB hens (score of 1,90). The mean spleen weight was in the group of LSL hens 1,27 g and in group of LB hens 1,57 g. There were no significant differences in the results of liver weight, liver fat content and spleen weight between the two hybrids.

The significant difference was found in the average of the humerus-bone length (LSL:

76,84 mm and LB: 79,61 mm) while there was no significant difference in the mean value of the tibia-bone length (LSL: 114,52 mm and LB: 114,78 mm) between the two hybrids. To measure the bone breaking strength, two methods have been used: the Munich method and the wood DIN 52186 method. The average bone breaking strength of the humerus was in the group of LSL hens 117,17 N (MUC-method) and 128,71 N (wood method DIN 52186), in the group of LB hens 127,85 N and 120,43 N. The mean of the bone breaking strength of the tibia resulted in the group of LSL hens in 101,11 N (MUC-method) and in 103,46 N (wood method DIN 52186), in the group of LB hens in 90,50 N and in 87,62 N. There were no significant differences in bone breaking strength between the two hybrids.

## 8. Eidesstattliche Versicherung/Declaration on oath

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

*I hereby declare on oath, that I have written the present dissertation on my own and have not used other than the acknowledged resources and aids.*

München, den \_\_\_\_\_ Unterschrift/Signature \_\_\_\_\_  
(Hye-Won Lee)

## 9. Literaturverzeichnis

**Abrahamsson P, Tausson R, Appleby MC (1996).** Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Brit. Poult. Sci.* 37, 521 - 540.

**Abrahamsson P, Tausson R (1998).** Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *J. Appl. Poult. Res.*, 7, 225 - 232.

**Achilles W, Fölsch DW, 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 DW. (2002b).** Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt: 68

**Aerni V, El-Lethey H, Wechsler B (2000).** Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *Brit. Poult. Sci.* 41, 16–21.

**AgE (AGRA-EUROPE, Presse- und Informationsdienst GmbH) (2011).** EU-weit noch viele Legehennen in konventionellen Käfigen. *DGS Magazin* 36: 1.

**AgE (AGRA-EUROPE, Presse- und Informationsdienst GmbH) (2012).** Umstellung der Legehennenhaltung nicht erreicht. *DGS Magazin* 02: 1.

**Ammer AH, Hillig J, Von Borell E (1998).** Einfluss von Stallklimafaktoren auf die Eischalenqualität in der Legehennenhaltung. In *Landwirtschaftliche Produktionsbedingungen - Qualität der Erzeugnisse. Wissenschaftliche Beiträge der 6. Hochschultagung. Landwirtschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.* ISBN 3-86010-536-1

**Appleby MC (1984).** Factors affecting floor laying by domestic hens. Brit. Poult. Sci. 40:241-249.

**Appleby MC, Hogarth GS, Anderson JA, Hughes BO, Whittemore CT (1988).** Performance of a deep litter system for egg production. Brit. Poult. Sci. Vol. 29 Issue 4: 735-751.

**Appleby MC, Smith SF, Hughes BO (1993).** Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: Effects of design on behaviour and welfare. Brit. Poult. Sci. 34: 835–847.

**Baumgart B (2005).** Tiergesundheit, Verhalten und Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Besatzdichte bei Legehennen in Volierenhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.

**Bazer D (2005).** Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.

**Beck MM (2011).** Welteiererzeugung steigt weiter. DGS Magazin 21: 6

**Beck MM (2011b).** Entwicklung an den Eier- und Geflügelfleischmärkten. Ökosoziales Forum. Wintertagung in Hatzendorf.

**Bergfeld U, Damme K, Reichardt W, Golze M (2004).** Einführung – Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft(LfL) 2002-2004: 5 ISSN 1611-4159

**Bessei W (1997).** Züchterische Massnahmen gegen Federpicken beim Huhn. Thema : "Tierschutz und Tierzucht". Tagung der Fachgruppen "Tierschutzrecht und Gerichtliche Veterinärmedizin" und "Tierzucht, Erbpathologie und Haustiergenetik" in Zusammenarbeit mit der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz ; Nürtingen, 20. - 22.02.1997. Giessen: DVG.

**Bessei W (1999).** Bäuerliche Hühnerhaltung. Junghennen, Legehennen, Mast (2., überarb. und erg. Aufl. ed.). Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.

**Beugnet F, Chauve C, Gauthey M, Beert L (1997).** Resistance of the poultry red mite to pyrethroids in France. *Vet. Rec.* 140:577-579.

**Bierschenk F (1995).** Hühner und Puten. Landwirtschaftsverlag München. ISBN 3-7843-2737-0

**Brade W, Flachowsky G, Schrader L(2008).** Legehuhnzucht und Eiererzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Sonderheft 322. ISSN 0376-0723

**Buchholtz C (2005).** Sozialverhalten beim Haushuhn. In Martin, G., Sambras, H. H. und Steiger, A. (Hrsg). Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Bd. 28: 28-33.

**Chen WL, Wei HW, Chiu WZ, Kang CH, Lin TH, Hung CC, Chen MC, Shieh MS, Lee CC, Lee HM (2011).** Metformin regulates hepatic lipid metabolism through activating AMP-activated protein kinase and inducing ATGL in laying hens. *European Journal of Pharmacology.* Vol. 671. Issues 1-3:107-112.

**Clark JA, Charles DR, Wathes CM, Arrow JV (1975).** Heat transfer from housed poultry, its implications for environmental control. *World's Poult. Sci. J.* 31: 312

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

**Damme K, Urselmans S, Schneider M, Hildebrand RA (2010).** 8. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung, Prüfungsdurchgang 2009/2010. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

**Deeg CA, Petry H, Erhard MH (2010).** Sehen. In Engelhardt W. Physiologie der Haustiere. 3. vollständig überarbeitete Auflage. Enke Verlag. Stuttgart. ISBN 978-3-8304-1078-2.

**De Jong IC, Fillerup M, Fiks T (2005).** Behavioural indicators to evaluate litter quality in different housing systems for laying hens. Anim. Sci. Papers and Reports 23. Supplement 1: 267-268.

**Denli M, Blandon JC, Guynot ME, Salado S, Perez JF (2008).** Efficacy of a New Ochratoxin-Binding Agent (Ocratox) to Counteract the Deleterious Effects of Ochratoxin A in Laying Hens. Poult. Sci. Vol. 87, 11:2266-2272.

**Ellendorff F (1997).** Geflügelhaltung unter Aspekten der Tiergesundheit, Produktqualität und Verbraucherwünsche Thema: "Tierschutz und Tierzucht". Tagung der Fachgruppen "Tierschutzrecht und Gerichtliche Veterinärmedizin" und "Tierzucht, Erbpathologie und Haustiergenetik" in Zusammenarbeit mit der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz ; Nürtingen, 20. - 22.02.1997. Giessen: DVG.

**Enders I (1990).** Antikörper aus Hühnereiern-Besonderheiten und Einsatz zur Analytik von Milchproteinen. TU, München, Fakultät für Brauwesen, Lebensmitteltechnologie und Milchwissenschaft. Diss.

**Engelmann C (1983).** Verhalten. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Erhard MH, von Quistorp I, Schraner I, Jüngling A, Kaspers B, Schmidt P, Kühlmann R (1992).** Development of Specific Enzyme-Linked Immunoglobulins G, M and A Using Monoclonal Antibodies. Poult. Sci. 71, 302310.

**Erhard MH (2010).** Physiologie und Tierschutz. In Engelhardt W. Physiologie der Haustiere. 3. vollständig überarbeitete Auflage. Enke Verlag. Stuttgart. ISBN 978-3-8304-1078-2

**Fitz B (2007).** Vergleichende Untersuchungen zu Gesundheit, Leistung und Verhalten von Legehennen mit unterschiedlichen Einstreumaterialien in Volierenhaltung. München, LMU, Tierärztl. Fak., Diss.

**Fölsch DW (1981).** Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden. In Fölsch, D. W., Vestergaard, K. Das Verhalten von Hühnern. Birkhäuser Verlag, Basel. ISBN 3-7643-1240-8

**Fölsch DW, Müller A, Dolf C (1986).** Die Bedeutung der Einstreu für Hühner in den Funktionsbereichen der Nahrungssuche und Gefiederpflege. KTBL-Schrift 311: 168–176.

**Fölsch DW, Hoffmann R, Hörning B, Raskopf S, Simantke C, Deerberg F, Hauser RH, Schneider M (1992).** Artgemässe Hühnerhaltung. Grundlagen und Beispiele aus der Praxis. Karlsruhe: Müller. ISBN 3-7880-9843-0.

**Fölsch DW, Hörning B, Trei G (2002).** Betrieb Eisenach. In: Achilles W, Fölsch DW, 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. Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung. BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399: 54–145.

**Flock DK, Schmutz M, Preisinger R (2007).** Optimierung der Eiqualität aus züchterischer Sicht. Züchtungskunde 79, (4) S. 309-319, ISSN 0044-5401, Eugen Ulmer KG, Stuttgart

**Flock DK, Schmutz M, Preisinger R (2008).** Praxisorientierte Legehennenzüchtung. In Brade W., Flachowsky G., Schrader L. Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Sonderheft 322: 70-92 ISSN 0376-0723

**Gassmann, M, Lutz TA (2010).** Zelluläre Bestandteile. In Engelhardt W. Physiologie der Haustiere. 3. vollständig überarbeitete Auflage. Enke Verlag. Stuttgart. ISBN 978-3-8304-1078-2.

**Gongruttananun N (2011).** Effects of eggshell calcium on productive performance, plasma calcium, bone mineralization, and gonadal characteristics in laying hens. Poul. Sci. Vol. 2:524-529.

**Grauvogl A, Pirkelmann H, Rosenberger G, Zerboni di Sposetti HN (1997).** Hühnerhaltung in Artgemäße und rentable Nutztierhaltung. BLV Verlagsgesellschaft München ISBN 3-405-14804-9

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

**Grashorn M (2008).** Eiqualität. In Brade W., Flachowsky G., Schrader L. Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Sonderheft 322: 93-107 ISSN 0376-0723

**Gylstorff I (1983).** Blut, Blutbildung und Blutkreislauf. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Gylstorff I, Grimm F (1998).** Vogelkrankheiten. 2., völlig überarb. Aufl. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. ISBN 3-8252-8027-6

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

**Hartfiel W (1983).** Stoffwechsel der Fette und Fettsäuren. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Härtel H (1989).** Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. Brit. Poul. Sci. 31, 473-495.

**Heidemann M (2012).** Mehr meldende Betriebe als 2008. DGS Magazin 03: 4.

**Hergt F (2007).** Vergleichende Untersuchung zum Verhalten von Legehennen in Klein- und Großvolierenhaltung. München, LMU, Tierärztl Fak., Diss.

**Herre W, Röhrs M (1983).** Abstammung und Entwicklung des Hausgeflügels. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Hörning B (2005).** Tiergerechtheit der ausgestalteten Käfige. In Martin, G., Sambras, H. H. und Steiger, A. (Hrsg). Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Bd. 28: 28-33.

**Hurwitz S, Bar A (1965).** Absorption of calcium and phosphorus along the gastrointestinal tract of the laying fowl as influenced by dietary calcium and egg shell formation. J. Nutr. 86: 433-438

**Icken W (2011).** Spitzenhennen richtig managen. DGS Magazin 44:20

**Keppler C (2003).** Junghennenaufzucht in Tageslichtställen. Das Auftreten von Federpicken kann vermieden werden. DGS Magazin 27: 19–24.

**Keppler C, Weigand V, Schiffer K, Staack M, Knierim U (2008).** Junghennenaufzucht, Tierschutz und Wirtschaftlichkeit. Keppler et al. (Hrsg.). Junghennenhaltung. Produktionsverfahren planen und kalkulieren. KTBL-Datensammlung. Darmstadt.

**Keulen A (2011).** Herausforderungen meistern. DGS Magazin 22:10-15

**Knierim U, Keppler C, Staack M, Moesta A (2008).** Managementmaßnahmen zur Verhinderung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus. In: Brade W, Flachowsky G, Schrader L (Hrsg.). Legehennenzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung, vTI. Sonderheft 322. ISBN 978-3-86576-047-0.

**Korbel R, Jakoby JR, Kösters J (1998).** Light perception in turkeys – hypothesis on influences of the behaviour. 1st Int. Congr. Turkey Diseases, Berlin, 1998; 244 - 48.

**Krampitz G (1983).** Eischale. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Krampitz G, Enbergs H, Petersen BK (1983).** In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Kruijt JP (1964).** Ontology of social behaviour in Burmese red junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*). Behaviour Suppl., 12, 1-201

**Kruschwitz A (2008).** Evaluation des Legeverhaltens bei Legehennen und Untersuchungen zur Nestwahl unter Berücksichtigung der Motivation für den Nestzugang zu arbeiten. Dissertation. Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen der Veterinärmedizinischen Fakultät. Universität Leipzig.

**Kjaer JB, Vestergaard KS (1999).** Development of feather pecking in relation to light intensity. Appl. Anim. Behav. Sci. Vol. 62, Issues 2–3:243–254.

**Lanyon IE, Rubin CT, Baust G (1986).** Modulation of bone loss during calcium insufficiency by controlled dynamic loading. Calc. Tissue Int. 38, 209-216.

**Larsson A, Balow RM, Lindahl T, Forsberg PO (1993).** Chicken antibodies taking advantage of evolution – a review. Poult. Sci. 72, 1807-1812.

**Le Bris M (2005).** Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie zur Gesundheit und Leistung von Legehennen unterschiedlicher Linien (LSL, LB, LT) in Volierenhaltung. Dissertation; Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät München.

**Leslie GA, Clem LW (1969).** Phylogeny of immunoglobulin structure and function. Journal of Experimental Medicine 130, 1337-1352.

**Leyendecker M, Hamann H, Hartung J, Glünder G, Nogossek N, Neumann U, Sürrie 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, Neumann U, Sürrie C, Distl O (2005).** Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. Brit. Poult. Sci. Vol. 46. Issue 5: 536-544.

**Lindberg AC, Nicol CJ (1997).** Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute? Anim. Beh. Sci. 55: 113–168.

**Löliger HC (1992).** Gefiederschäden. In Heider G, Monreal G (Hrsg.). Krankheiten des Wirtschaftgeflügels. Gustav Fischer Verlag. Bd. 2: 729–742.

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

**Lugmair A, Velik M, Zaludik K, Gruber B, Thenmair I, Zollitsch W, Troxler J, Niebuhr K (2005).** Leitfaden zum Management für Legehennen in Freiland- und Bodenhaltung mit besonderer Berücksichtigung der Verhaltensstörungen Kannibalismus und Federpicken. Kontrollstelle für artgemäße Nutztierhaltung GmbH. Bruck/Mur.

**Lühmann M (1983).** Haut und Hautderivate. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg.). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Lüke M, Simon I, Poteracki P (2004).** Haltungssysteme wurden erneut verglichen. DGS-Magazin, 32, 11-17.

**Männer K (1980).** Zur Prophylaxe des Fettlebersyndroms der Legehennen durch einen Glykosidase-Inhibitor mit einem Beitrag zur Ätiologie dieser Erkrankung. Dissertation. Institut für Tierzucht und Tierernährung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin.

**Manser CE (1996).** Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: A review. Anim Welf. 5: 341-360.

**Martin G (2005).** Das Nahrungserwerbsverhalten beim Haushuhn und die davon abgeleiteten Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. In: Martin G, Sambras HH, Steiger A (Hrsg.). Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. IGN u. Verlag Univ. Kassel. Bd. 28: 34-61 ISBN 3-00-015577-5.

**Martin P, Bateson P (2007).** Measuring Behaviour: An Introductory Guide. Cambridge University Press. 3. edition. ISBN 978-0-521-53563-2.

**Meyer-Kuehling B (2007).** Untersuchungen zur Wirksamkeit von Phoxim gegen *Dermanyssus gallinae* in der Legehennenhaltung bei verschiedenen Haltungssystemen. Dissertation. Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie Der Tierärztlichen Fakultät München

**Neumann U, Kaleta EF (1992).** Immunsystem und Immunreaktion. In Heider G, Monreal, G. (Hrsg.) 1992: Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Band I, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 160-185.

**Nichelmann M (1992).** Embryonale Entwicklung beim Geflügel. In Heider G, Monreal, G. (Hrsg.) 1992. Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 103-105

**Nickel R, Schummer A, Seiferle E, Sinowatz F, Frewein J, Waibl H (2004).** Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. In Vollmerhaus, B. (Hrsg.) Anatomie der Vögel. Bd. 5. 3., durchgesehene Auflage. Parey Verlag, Stuttgart.

**Oester HC (1985).** Die Beurteilung der Tiergerechtigkeit des Get-Away-Haltungssystems der Schweizerischen Geflügelzuchtschule Zollikofen für Legehennen, Dissertation Bern.

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

**Peitz B, Peitz L (1987).** Hühner halten (2., verb. Aufl. ed.). Stuttgart: Ulmer.

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

**Petersen J (1986).** Nachweis von Genotyp-Aufzuchtbehandlungs-Wechselwirkungen bei Legehennen und ihre Bedeutung für Legeleistungsprüfungen. Züchtungskunde 58 (2), 130 – 141.

**Pressemitteilung (2010).** Vorschriften zur Legehennenhaltung Verfassungswidrig. Bundesverfassungsgericht– Pressestelle. Pressemitteilung Nr. 111/2010 vom 2. Dezember 2010.

**Pressemitteilung (2011).** Verbrauch ist 2010 weiter gestiegen – Trend zur Bodenhaltung. Pressemitteilung Nr. 085/2011 vom 20. April 2011. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

**Rees MJ, Nordskog AW (1981).** Genetic control of serum Immunoglobulin G Levels in the chicken. J. Immunogenetics 8, 425-431.

**Rimbach G, Möhring J, Erbersdobler HF. (2010).** Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-04485-4

**Rose ME, 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 ME, 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. ATLA 19: 403-419.

**Schade R, Staak C, Hendriksen C, Erhard MH, Hugl H, Koch G, Larsson A, Pollman W, van Regenmortel M, Rijke E, Spielmann H, Steinbusch H, Straughan D (1996).** The Production of Avian (Egg Yolk) Antibodies: IgY. The Report and Recommendations of ECVAM Workshop 21, ATLA 24, 925-934.

**Schnieder T (2006).** Veterinärmedizinische Parasitologie (6., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed.). Stuttgart: Parey.

**Schobries HD (1987).** Geflügelkrankheiten. Ursachen, Merkmale, Verhütung und Bekämpfung wichtiger Erkrankungen bei Hühnern, Puten, Enten und Gänsen. Basel, München, Karger.

**Scholz B, Hamann H, Distl O (2006).** Evaluation of bone strength, keel bone deformity and egg quality of laying hens housed in small group housing systems and furnished cages in comparison to an aviary housing system. In: XII European Poultry Conference Verona, Suppl., Vol 66, 591-592.

**Scholz B (2007).** Evaluation of small group systems with elevated perches, furnished cages and an aviary system for laying hens with respect to bone strength, keel bone status, stress perception and egg quality parameters. Dissertation. Institut für Tierzucht und Vererbungsforchung der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

**Scholz B, Rönchen S, Hamann H, Sürrie C, Neumann U, Kamphues J, Distl O (2008).** Evaluation of bone strength, keel bone deformity and egg quality of laying hens housed in small group housing systems and furnished cages in comparison to an aviary housing system. Arch. Tierz. Dummerstorf 51, 2: 179-186

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

**Schrader L (2008).** Verhalten und Haltung. In Brade W., Flachowsky G., Schrader L. Legehuhnzucht und Eierzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Sonderheft 322: 93-107 ISSN 0376-0723

**Schulte J (1982).** Untersuchungen zum Einfluss der Phosphor-Versorgung auf die Eischalenstabilität und den Calcium- und Phosphorstoffwechsel bei der Legehennen. Dissertation. Institut für Tierphysiologie und Tierernährung der Georg-August-Universität Göttingen.

**Scott ML, Hull SJ, Mullenhoff PA (1971).** The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. Poultry Sci. 50: 1055

**Sewerin K (2002).** Beurteilung der Tiergerechtigkeit des angereicherten Käfigtyps „Aviplus“ unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte bei Lohmann Silver Legehennen. Hannover, TiHo, Diss.

**Siegmann O (1992).** Propädeutik. In Heider G, Monreal, G. (Hrsg.) Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Bd. 1, Gustav Fischer Verlag, Jena

**Siegmann O, Neumann U (2005).** Kompendium der Geflügelkrankheiten (6., aktual. und erw. Aufl. ed.). Hannover: Schlüter.

**Staack M, Gruber B, Keppler C, Zaludik K, Niebuhr K, Knierim U (2008).** Maßnahmen gegen Federpicken bei ökologisch gehaltenen Legehennen, Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung. In Rahmann, G (Hrsg) Praxis trifft Forschung. Neues aus der ökologischen Tierhaltung 2008. VTI. Braunschweig. ISBN 978-3-86576-045-6

**Staack M, Gruber B, Keppler C, Zaludik K, Niebuhr K, Knierim U (2009).** Brustbeindeformationen bei Legehennen aus ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland und Österreich. In Rahmann G., Schumacher U.(Hrsg.) Praxis trifft Forschung. Neues aus der ökologischen Tierhaltung. 47-54. VTI, Braunschweig.

**Streubel R, Bartels T, Krautwald-Junghanns ME (2005).** Computertomographische, chemische und biomechanische Untersuchungen zur Knochendichte und Knochenbruchfestigkeit von Legehennen. Archiv für Geflügelkunde. Bd. 69: 206-212 ISSN 0003-9098. Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

**Sturkie P (1984).** Avian Physiology. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokio.

**Sudhop R (1999).** Einflussfaktoren auf die Eigröße bei Legehennen. Diplomarbeit im Fach Kleintierhaltung und Kleintierzucht am Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

**Svensson SA, Kivimäe A (1983).** Mineralstoffwechsel. In Mehner, A., Hartfiel, W. (Hrsg). Handbuch der Geflügelphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena. ISBN 3-8055-3738-7.

**Tauson R, Svensson SA (1980).** Influence of plumage condition on the hen's feed requirements. Swedish J. agric. Res. 10: 35-39.

**Tauson R (1984).** Effects of a perch in conventional cages for laying hens. Act Agri Scand 34:193-209.

**Tauson R (1999).** The state of development and experiences of new furnished cages for laying hens. In Archiv für Geflügelkunde. Bd. 63. Heft 5: 189-193. Oktober 1999. ISSN 0003-9098 Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

**Taylor TG, Moore JH, Hertelendy F (1960).** Variations in the mineral composition of individual bones of the skeleton of the domestic fowl. Brit. J. Nutr. 14: 49-57

**Taylor TG (1970).** How an egg-shell is made. Scientific American 222: 89-95.

**Telle MM (2011).** Verhaltensbeobachtungen bei der Kleingruppenhaltung von Legehennen (LSL). Dissertation; Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät München.

**Thogerson CM, Hester PY, Mench JA, Newberry RC, Okura CM, Pajor EA, Talaty PN, Garner JP (2009).** The effect of feeder space allocation on productivity and physiology of Hy-Line W-36 hens housed in conventional cages. Poult. Sci. Vol. 88. No. 9: 1793-1799.

**Thum C (2009).** Verhalten und Raumnutzung von Legehennen in Kleingruppenhaltung gemäß der deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung sowie der Einfluss von Tageszeit, Besatzdichte, Rasse und Gruppengröße auf diese Parameter. Hannover, TiHo, Diss.

**Untiedt H (1997).** Tierschutzgerechte Käfighaltung von Legehennen für die Produktion von Ei-Antikörpern. Der Tierschutzbeauftragte 3/93. Thomas Denner Verlag & Medien-Service, München.

**Van Liere DW, Kooijman J, Wiepkema PR (1990).** Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. Appl. Anim. Beh. Sci. 26(1): 127–141.

**Van Niekerk T, Reuvekamp B (2000).** Hens make good use of litter in enriched cages. World Poult. 16, No. 2, 34 - 37.

**Van Rooijen, J (1995).** Dust-bathing by layers in Large Enriched Cages. Proceedings Summermeeting Association for the Study of Animal Behaviour, p7.

**Van Rooijen J (2005).** Dust bathing and other comfort behaviours of domestic hens. In Martin, G., Sambras, H. H. und Steiger, A. (Hrsg). Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN), Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Bd. 28: 28-33.

**Vestergaard K (1981).** Einige Aspekte des Normalverhaltens vom Huhn. In Fölsch DW und Vestergaard K: Das Verhalten von Hühnern. Birkhäuser Verlag, Basel. ISBN 3-7643-1240-8

**Vestergaard KS, Skadhauge E, Lawson LG (1997).** The Stress of not being able to perform Dustbathing in Laying Hens. *Physiology & Behavior*, 62, 413 - 419.

**Vits A (2005).** Evaluierung von Kleingruppenhaltung und ausgestalteten Käfigen für Legehennen hinsichtlich wirtschaftlicher und gesundheitlicher Parameter mit besonderer Berücksichtigung von Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

**Weber RM, 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 (2005).** Evaluierung von Kleingruppenhaltung und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich Gesundheitsstatus, Körperzustand und bestimmter ethologischer Parameter bei den Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown. Dissertation. Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

**Weitzenbürger D, Vits A, Hamann H, Distl O (2006).** Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich bestimmter Verhaltensweisen bei der Legelinie Lohmann Selected Leghorn. *Arch. Geflügelk.* 70: 250-260.

**Williams RB (2005).** Avian malaria: clinical and chemical pathology of Plasmodium gallinaceum in the domesticated fowl Gallus gallus. Avian Pathology. Vol. 34. Issue 1: 29-47.

**Zimmerman PH, Koene O, van Hooff JA (2000).** Thwarting of behaviour in different context and the gakel-call in the laying hen, Appl. Anim. Behav. Sci. 69:255-264.

**Zimmerman PH, Lundberg A, Keeling LJ, Koene P (2003).** The effect of an audience on the gakel-call and other frustration behaviours in the laying hen (Gallus gallus domesticus). Anim. Welf., 12, 315 - 326.

### **Internetzugriffe**

**BML (1999).** Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen.  
<http://www.provieh.de/downloads/eckwerte.pdf> (Zugriff am 24.03.2012)

**EU Nachrichten (2011).** Tierschutz: Kommission drängt Mitgliedstaaten zur Anwendung des Verbots nicht ausgestalteter Hühnerkäfige; andernfalls drohen rechtliche Schritte.  
<http://euzine.eu/2011/tierschutz-kommission-drangt-mitgliedstaaten-zur-anwendung-des-verbots-nicht-ausgestalteter-huhnerkaefige-andernfalls-drohen-rechtliche-schritte/>  
(Zugriff am 24.03.2012)

**Europarat (1995).** Empfehlung in Bezug auf Haushühner der art Gallus Gallus. In Europäisches Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen (Übersetzung).  
[http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/EU-HaltungHaushuehner.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/EU-HaltungHaushuehner.pdf?__blob=publicationFile) (Zugriff am 24.03.2012)

**LayWel Studie (2006).** Welfare implications of changes in production systems for laying hens.

[http://www.laywel.eu/web/xmlappservletee66.html?action=ProcessSelection&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_SOURCE\\_DATABASE\\_NAME=/flexyz/projects/wur/fx\\_cm\\_laywel.nsf&REDIRECT\\_PARAMETER\\_VIEWLEVEL=&REDIRECT\\_PARAMETER\\_UNID=407C75B40B0AFCDC1256F1D004E232A&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_DESIGN\\_CHOICE=&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_TEMPLATE\\_NAME=&&&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_QUERY\\_STRING=&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_SORT\\_ORDER=&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_OBJECT\\_UNID=&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_PRODUCT\\_GROUP=&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_SESSION\\_ID=PROCESS\\_DOCUMENT\\_CHANGES&SAVE\\_PARAMETER\\_SAV\\_SOURCE\\_DOCUMENT\\_NAME=wps&REDIRECT\\_TEMPLATE=ShowPage](http://www.laywel.eu/web/xmlappservletee66.html?action=ProcessSelection&SAVE_PARAMETER_SAV_SOURCE_DATABASE_NAME=/flexyz/projects/wur/fx_cm_laywel.nsf&REDIRECT_PARAMETER_VIEWLEVEL=&REDIRECT_PARAMETER_UNID=407C75B40B0AFCDC1256F1D004E232A&SAVE_PARAMETER_SAV_DESIGN_CHOICE=&SAVE_PARAMETER_SAV_TEMPLATE_NAME=&&&SAVE_PARAMETER_SAV_QUERY_STRING=&SAVE_PARAMETER_SAV_SORT_ORDER=&SAVE_PARAMETER_SAV_OBJECT_UNID=&SAVE_PARAMETER_SAV_PRODUCT_GROUP=&SAVE_PARAMETER_SAV_SESSION_ID=PROCESS_DOCUMENT_CHANGES&SAVE_PARAMETER_SAV_SOURCE_DOCUMENT_NAME=wps&REDIRECT_TEMPLATE=ShowPage) (Zugriff am 24.03.2012)

**Lohmann Tierzucht (2011).** Herkunft / Legehennen / LOHMANN BROWN-CLASSIC.

<http://www.ltz.de/produkte/Legehennen/LOHMANN-BROWN-CLASSIC/>,

Herkunft / Legehennen / LOHMANN LSL-CLASSIC.

<http://www.ltz.de/produkte/Legehennen/LOHMANN-LSL-CLASSIC/> (Zugriff am 24.03.2012)

**Ökosoziales Forum(2011).**

[http://www.oekosozial.at/uploads/tx\\_osfopage/02\\_Beck.pdf](http://www.oekosozial.at/uploads/tx_osfopage/02_Beck.pdf) (Zugriff am 24.03.2012)

**RKW Süd (2011a).** Legehennenalleinmehl 38.

[http://www.rkwsued.de/korngold/nutztiere/legehennen/legehennenalleinmehl\\_38.html](http://www.rkwsued.de/korngold/nutztiere/legehennen/legehennenalleinmehl_38.html)

(Zugriff am 24.03.2012)

**RKW Süd (2011b).** Legehennenalleinmehl 40.

[http://www.rkwsued.de/korngold/nutztiere/legehennen/legehennenalleinmehl\\_40.html](http://www.rkwsued.de/korngold/nutztiere/legehennen/legehennenalleinmehl_40.html)

(Zugriff am 24.03.2012)

**Statistisches Bundesamt (2012).** Tierische Erzeugung. Hennenhaltungsplätze und Legehennen – Insgesamt nach Haltungsformen.

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/TierischeErzeugung/Tabellen/Legehennenhaltung.html?nn=50908>

(Zugriff am 24.03.2012)

## **Richtlinien / Verordnungen**

**Richtlinie 1999/74/EG** des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen. Europäisches Amtsblatt Nr. L 203. S. 53 vom 3.08.1999.

**Tierschutzgesetz (TierSchG)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.05.2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 9.12.2010 (BGBl. I S. 1934) geändert worden ist.

**Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutzV)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch die Verordnung vom 1.10.2009 (BGBl. I S. 3223) geändert worden ist.

## 10. Anhang

**Tabelle 21: Legeleistung [in %] der LSL-Hennen in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = 5 Abteile x 7 Tage)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	20	20	60,00	38,39	8,58
	21	35	82,86	29,56	5,00
	22	35	90,00	20,29	3,43
	23	35	81,43	34,48	5,83
	24	35	84,29	29,13	4,92
	25	35	87,14	25,27	4,27
	26	35	87,14	28,03	4,74
	27	35	97,14	11,78	1,99
	28	35	97,14	11,78	1,99
	29	35	91,43	22,64	3,83
	30	35	94,29	20,19	3,41
	31	35	94,29	16,14	2,73
	32	35	95,71	14,20	2,40
	33	35	95,71	14,20	2,40
	34	35	95,71	14,20	2,40
	35	35	88,57	27,35	4,62
	36	35	90,00	20,29	3,43
	37	35	94,29	16,14	2,73
	38	35	94,29	16,14	2,73
	39	35	87,14	25,27	4,27
	40	35	94,29	16,14	2,73
	41	35	100,00	12,13	2,05
	42	35	94,29	16,14	2,73
	43	35	94,29	16,14	2,73
	44	35	91,43	22,64	3,83
	45	35	92,86	17,75	3,00
	46	35	98,57	8,45	1,43
	47	35	90,00	20,29	3,43
	48	35	92,86	21,50	3,63
	49	35	92,86	17,75	3,00
	50	35	88,57	21,30	3,60
	51	35	82,86	29,56	5,00
	52	35	84,29	31,56	5,33
	53	35	91,43	19,12	3,23
	54	35	92,86	17,75	3,00
	55	35	91,43	22,64	3,83
	56	35	81,43	24,51	4,14
	57	35	88,57	27,35	4,62
	58	35	82,86	24,08	4,07
	59	35	87,14	22,17	3,75
	60	35	82,86	24,08	4,07
	61	35	78,57	36,95	6,25
	62	35	81,43	29,92	5,06
	63	35	84,29	26,49	4,48

	64	35	65,71	35,92	6,07
	65	35	91,43	19,12	3,23
	66	35	82,86	29,56	5,00
	67	35	84,29	23,55	3,98
	68	35	85,71	22,92	3,87
	69	35	81,43	27,35	4,62
	70	5	80,00	27,39	12,25

**Tabelle 22: Legeleistung [in %] der LB-Hennen in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = 5 Abteile x 7 Tage)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	20	0	.	.	.
	21	0	.	.	.
	22	35	85,71	22,92	3,87
	23	35	87,14	22,17	3,75
	24	35	77,14	30,54	5,16
	25	35	90,00	23,64	4,00
	26	35	88,57	21,30	3,60
	27	35	85,71	25,93	4,38
	28	35	84,29	23,55	3,98
	29	35	84,29	23,55	3,98
	30	35	82,86	26,96	4,56
	31	35	84,29	26,49	4,48
	32	35	78,57	30,40	5,14
	33	35	82,86	29,56	5,00
	34	35	82,86	24,08	4,07
	35	35	78,57	27,88	4,71
	36	35	82,86	29,56	5,00
	37	35	81,43	24,51	4,14
	38	35	92,86	17,75	3,00
	39	35	85,71	25,93	4,38
	40	35	87,14	22,17	3,75
	41	35	91,43	22,64	3,83
	42	35	90,00	20,29	3,43
	43	35	88,57	21,30	3,60
	44	35	95,71	14,20	2,40
	45	35	82,86	24,08	4,07
	46	35	78,57	25,10	4,24
	47	35	75,71	25,35	4,29
	48	35	80,00	24,85	4,20
	49	35	75,71	30,61	5,17
50	35	77,14	28,03	4,74	
51	35	75,71	25,35	4,29	
52	35	75,71	28,11	4,75	
53	35	77,14	25,27	4,27	
54	35	78,57	27,88	4,71	
55	35	74,29	25,35	4,29	
56	35	62,86	32,86	5,55	
57	35	78,57	27,88	4,71	
58	35	67,14	26,96	4,56	
59	35	54,29	39,05	6,60	

	60	35	65,71	43,34	7,33
	61	35	57,14	43,96	7,43
	62	35	54,29	39,05	6,60
	63	35	57,14	38,62	6,53
	64	35	47,14	38,24	6,46
	65	35	57,14	36,67	6,20
	66	35	57,14	36,67	6,20
	67	35	62,86	39,00	6,59
	68	35	57,14	38,62	6,53
	69	35	64,29	39,43	6,66
	70	5	60,00	41,83	18,71

**Tabelle 23: Anteil der verlegten Eier [in %] der LSL-Hennen in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = 5 Abteile x 7 Tage)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	20	20	25,00	41,36	9,25
	21	35	15,71	29,13	4,92
	22	35	4,29	14,20	2,40
	23	35	7,14	21,50	3,63
	24	35	11,43	21,30	3,60
	25	35	11,43	21,30	3,60
	26	35	11,43	24,51	4,14
	27	35	4,29	14,20	2,40
	28	35	1,43	8,45	1,43
	29	35	,00	,00	,00
	30	35	,00	,00	,00
	31	35	,00	,00	,00
	32	35	,00	,00	,00
	33	35	,00	,00	,00
	34	35	,00	,00	,00
	35	35	,00	,00	,00
	36	35	,00	,00	,00
	37	35	1,43	8,45	1,43
	38	35	,00	,00	,00
	39	35	2,86	16,90	2,86
	40	35	,00	,00	,00
	41	35	,00	,00	,00
	42	35	,00	,00	,00
	43	35	,00	,00	,00
	44	35	,00	,00	,00
	45	35	,00	,00	,00
	46	35	,00	,00	,00
	47	35	,00	,00	,00
	48	35	,00	,00	,00
	49	35	,00	,00	,00
	50	35	,00	,00	,00
	51	35	,00	,00	,00
52	35	,00	,00	,00	
53	35	,00	,00	,00	
54	35	,00	,00	,00	
55	35	,00	,00	,00	

	56	35	,00	,00	,00
	57	35	,00	,00	,00
	58	35	,00	,00	,00
	59	35	,00	,00	,00
	60	35	,00	,00	,00
	61	35	,00	,00	,00
	62	35	,00	,00	,00
	63	35	,00	,00	,00
	64	35	,00	,00	,00
	65	35	,00	,00	,00
	66	35	,00	,00	,00
	67	35	,00	,00	,00
	68	35	,00	,00	,00
	69	35	,00	,00	,00
	70	5	,00	,00	,00

**Tabelle 24: Anteil der verlegten Eier [in %] der LB-Hennen in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = 5 Abteile x 7 Tage)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	20	0	.	.	.
	21	0	.	.	.
	22	35	37,14	22,17	3,75
	23	35	40,00	37,96	6,42
	24	35	25,71	30,61	5,17
	25	35	31,43	29,92	5,06
	26	35	17,14	24,08	4,07
	27	35	30,00	34,73	5,87
	28	35	20,00	24,85	4,20
	29	35	27,14	30,54	5,16
	30	35	22,86	25,27	4,27
	31	35	25,71	28,11	4,75
	32	35	21,43	25,10	4,24
	33	35	10,00	20,29	3,43
	34	35	8,57	19,12	3,23
	35	35	18,57	32,28	5,46
	36	35	21,43	30,40	5,14
	37	35	25,71	35,09	5,93
	38	35	24,29	25,35	4,29
	39	35	20,00	24,85	4,20
	40	35	17,14	24,08	4,07
	41	35	21,43	25,10	4,24
	42	35	21,43	25,10	4,24
	43	35	20,00	24,85	4,20
	44	35	14,29	22,92	3,87
	45	35	11,43	21,30	3,60
	46	35	8,57	19,12	3,23
	47	35	10,00	20,29	3,43
	48	35	10,00	20,29	3,43
	49	35	10,00	20,29	3,43
	50	35	12,86	22,17	3,75
	51	35	15,71	23,55	3,98

	52	35	8,57	19,12	3,23
	53	35	10,00	20,29	3,43
	54	35	14,29	22,92	3,87
	55	35	10,00	20,29	3,43
	56	35	15,71	23,55	3,98
	57	35	10,00	20,29	3,43
	58	35	,00	,00	,00
	59	35	,00	,00	,00
	60	35	,00	,00	,00
	61	35	,00	,00	,00
	62	35	,00	,00	,00
	63	35	,00	,00	,00
	64	35	4,29	14,20	2,40
	65	35	,00	,00	,00
	66	35	,00	,00	,00
	67	35	1,43	8,45	1,43
	68	35	1,43	8,45	1,43
	69	35	,00	,00	,00
	70	5	,00	,00	,00

**Tabelle 25: Anteil verlegter Eier [in %] in Abhängigkeit der einzelnen Abteile und der Legelinie (Abteilnr. = Abteilnummer)**

Legelinie	Abteilnr.	n	MW	SD	SEM
<b>LSL</b>	1	348	,14	2,68	,14
	4	348	1,72	10,60	,57
	6	348	6,18	19,30	1,03
	7	348	,14	2,68	,14
	10	348	,43	4,63	,25
<b>LB</b>	2	337	6,97	18,18	,99
	3	337	24,33	31,36	1,71
	5	337	34,42	23,51	1,28
	8	337	,89	6,62	,36
	9	337	3,56	12,88	,70

**Tabelle 26: Anteil der verschmutzten Eier [in %] in Abhängigkeit der Abteilnummer und der Legelinie (n = Legeleistungsdauer (gesamte Tage))**

Legelinie	Abteilnummer	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	348	,00	,00	,00
	4	348	1,01	7,03	,38
	6	348	,86	6,52	,35
	7	348	,14	2,68	,14
	10	348	,29	3,79	,20
LB	2	337	10,83	22,69	1,24
	3	337	8,01	20,66	1,13
	5	337	6,97	17,35	,94
	8	337	,74	7,18	,39
	9	337	1,04	7,14	,39

**Tabelle 27: Anteil der Bruch- und Knickeier [in %] in Abhängigkeit der Abteilnummer und der Legelinie (n = Legeleistungsdauer (gesamte Tage))**

Legelinie	Abteilnummer	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	348	1,01	7,03	,38
	4	348	,86	7,54	,40
	6	348	,14	2,68	,14
	7	348	,00	,00	,00
	10	348	3,88	14,92	,80
LB	2	337	6,08	21,13	1,15
	3	337	4,01	19,45	1,06
	5	337	,30	3,85	,21
	8	337	,15	2,72	,15
	9	337	1,48	8,50	,46

**Tabelle 28: Futtermittelverbrauch pro LSL-Henne/Tag [in g] in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = Futtertrogrwiegungen x 7 Tage)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	25	12	102,71	19,08	5,51
	26	27	121,76	55,61	10,70
	27	27	126,72	33,69	6,48
	28	28	120,25	30,38	5,74
	29	28	117,38	20,54	3,88
	30	28	119,36	30,90	5,84
	31	28	117,46	15,46	2,92
	32	28	112,80	13,69	2,59
	33	28	112,57	14,01	2,65
	34	28	125,36	29,30	5,54
	35	28	128,18	53,14	10,04
	36	20	118,98	21,19	4,74
	37	27	104,63	20,34	3,91
	38	28	119,63	67,56	12,77
	39	28	127,04	66,39	12,55
	40	28	108,50	35,44	6,70
	41	28	114,45	30,70	5,80
	42	28	107,59	17,37	3,28
	43	28	98,88	19,72	3,73
	44	25	91,42	43,41	8,68
	45	28	85,59	23,77	4,49
	46	28	98,14	28,13	5,32
	47	28	89,61	22,81	4,31
	48	28	67,38	18,76	3,55
	49	27	64,37	22,84	4,40
	50	28	59,80	23,28	4,40
	51	28	65,91	20,97	3,96
	52	28	44,75	20,56	3,88
	53	28	56,18	21,45	4,05
	54	28	56,48	24,81	4,69
	55	28	47,00	19,28	3,64
	56	28	46,11	33,88	6,40
	57	28	49,64	22,59	4,27
	58	28	61,50	24,06	4,55
	59	28	53,86	14,54	2,75
	60	24	67,06	19,83	4,05
	61	28	97,16	26,18	4,95
	62	20	71,70	24,77	5,54
	63	28	73,66	17,49	3,31
	64	28	79,02	15,18	2,87
	65	28	100,68	27,99	5,29
66	28	89,11	17,59	3,32	
67	28	110,09	40,17	7,59	
68	28	105,00	34,18	6,46	
69	28	101,21	37,15	7,02	

**Tabelle 29: Futtermittelverbrauch pro LB-Henne/Tag [in g] in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = Abteile x Tage)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	25	15	100,83	15,40	3,98
	26	34	111,59	24,23	4,16
	27	32	106,23	33,78	5,97
	28	35	111,54	34,44	5,82
	29	35	109,41	25,34	4,28
	30	35	106,79	29,60	5,00
	31	35	109,20	19,00	3,21
	32	35	105,33	14,42	2,44
	33	35	105,21	18,61	3,15
	34	35	114,07	31,46	5,32
	35	34	106,04	27,60	4,73
	36	25	118,24	20,57	4,11
	37	35	103,57	20,06	3,39
	38	35	94,94	16,84	2,85
	39	35	109,44	28,55	4,83
	40	35	100,79	21,35	3,61
	41	35	112,13	24,01	4,06
	42	35	101,10	20,19	3,41
	43	35	96,17	23,90	4,04
	44	31	89,31	39,36	7,07
	45	35	77,30	23,59	3,99
	46	35	87,01	18,65	3,15
	47	35	74,13	19,60	3,31
	48	35	60,83	27,54	4,66
	49	34	58,59	31,00	5,32
	50	35	60,73	30,17	5,10
	51	35	57,00	36,23	6,12
	52	35	43,83	27,86	4,71
	53	35	48,10	28,96	4,90
	54	35	42,96	28,58	4,83
	55	35	47,07	30,66	5,18
	56	35	43,01	24,46	4,13
	57	35	45,24	22,71	3,84
	58	35	47,43	22,05	3,73
	59	35	39,07	17,18	2,90
	60	30	45,90	19,44	3,55
	61	35	67,89	32,97	5,57
	62	25	53,98	29,14	5,83
	63	35	53,00	26,36	4,46
	64	35	51,53	18,58	3,14
	65	35	85,97	27,18	4,59
	66	35	84,03	18,42	3,11
	67	34	99,10	22,42	3,84
	68	34	93,68	25,82	4,43
	69	35	89,23	19,09	3,23

**Tabelle 30: Futterverbrauch pro Henne/Tag [in g] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Abteile x Tage)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	1 x/Tag	32	113,82	47,70	8,57
	1 x/Tag	120	121,08	30,75	2,82
	1 x/Tag	124	117,48	20,04	1,80
	1 x/Tag	124	119,20	53,96	5,03
	1 x/Tag	112	108,70	28,69	2,71
	2 X/Tag	124	89,91	29,61	2,69
	3 x/Tag	120	61,01	22,31	2,05
	4 x/Tag	124	51,14	25,39	2,28
	3 x/Tag	120	61,54	26,42	2,45
	2 X/Tag	124	83,23	24,13	2,24
	1 x/Tag	124	100,30	33,35	3,04
<b>LB</b>	1 x/Tag	40	106,41	18,61	2,94
	1 x/Tag	150	109,04	30,86	2,55
	1 x/Tag	155	108,72	22,75	1,83
	1 x/Tag	155	105,16	23,55	1,96
	1 x/Tag	140	103,08	23,01	1,94
	2 X/Tag	155	80,96	26,26	2,14
	3 x/Tag	150	56,81	31,88	2,61
	4 x/Tag	155	45,15	27,80	2,23
	3 x/Tag	150	47,21	25,06	2,08
	2 X/Tag	155	60,10	28,41	2,36
	1 x/Tag	155	90,81	21,91	1,80

**Tabelle 31: Verbrauchter Futtermittel (Summiert Verbrauch vom Futtertrog und Einstreu) pro Henne/Tag [in g] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Abteile x Tage)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	1 x/Tag	32	163,82	47,70	8,57
	1 x/Tag	120	171,08	30,75	2,82
	1 x/Tag	124	167,48	20,04	1,80
	1 x/Tag	124	169,20	53,96	5,03
	1 x/Tag	112	158,70	28,69	2,71
	2 X/Tag	124	191,56	31,15	2,83
	3 x/Tag	120	217,74	23,13	2,12
	4 x/Tag	124	251,14	25,39	2,28
	3 x/Tag	120	208,09	22,30	2,07
	2 X/Tag	124	174,61	23,10	2,14
<b>LB</b>	1 x/Tag	124	150,30	33,35	3,04
	1 x/Tag	40	156,41	18,61	2,94
	1 x/Tag	150	159,04	30,86	2,55
	1 x/Tag	155	158,72	22,75	1,83
	1 x/Tag	155	155,16	23,55	1,96
	1 x/Tag	140	153,08	23,01	1,94
	2 X/Tag	155	182,62	28,21	2,30
	3 x/Tag	150	213,52	33,66	2,76
	4 x/Tag	155	245,15	27,80	2,23
	3 x/Tag	150	193,76	22,85	1,90
2 X/Tag	155	151,48	26,28	2,18	
1 x/Tag	155	140,81	21,91	1,80	

**Tabelle 32: Eigewicht [in g] der LSL-Hennen in Abhängigkeit der Lebenswoche (n = Eierzahl)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	25	35	57,54	9,26	1,57
	26	62	59,82	7,07	,90
	27	68	60,97	8,11	,98
	28	68	60,91	6,80	,82
	29	66	60,71	3,78	,47
	30	68	62,41	7,41	,90
	31	66	61,06	4,97	,61
	32	67	63,07	6,85	,84
	33	65	62,15	6,23	,77
	34	68	61,75	4,66	,56
	35	62	63,92	6,73	,85
	36	63	62,97	5,46	,69
	37	65	63,03	3,93	,49
	38	66	60,48	6,46	,80
	39	61	61,46	6,28	,80
	40	70	63,31	7,69	,92
	41	70	61,70	9,61	1,15
	42	66	62,76	10,15	1,25
	43	66	63,97	5,02	,62
	44	64	61,72	6,66	,83
	45	64	61,72	8,87	1,11
	46	69	60,78	9,82	1,18
	47	63	61,98	8,86	1,12
	48	64	65,09	7,55	,94
	49	66	62,52	8,28	1,02
	50	62	64,71	4,76	,60
	51	58	64,71	6,78	,89
	52	58	63,81	4,36	,57
	53	65	63,05	8,55	1,06
	54	64	62,05	9,40	1,18
	55	64	63,09	7,95	,99
	56	57	64,07	5,07	,67
	57	62	64,00	3,87	,49
	58	58	63,79	5,42	,71
	59	61	63,67	7,48	,96
	60	59	64,08	5,46	,71
	61	63	61,68	9,64	1,21
	62	58	63,09	7,60	1,00
	63	55	62,93	3,95	,53
	64	50	61,08	11,23	1,59
	65	63	63,10	7,61	,96
	66	58	63,10	8,18	1,07
	67	57	62,09	8,28	1,10
	68	54	62,20	8,62	1,17
	69	56	61,16	9,34	1,25
	70	15	62,87	6,53	1,69

**Tabelle 33: Eigewicht [in g] der LB-Hennen in Abhängigkeit der Lebenswoche  
(n = Eierzahl)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	25	35	56,91	3,60	,61
	26	63	57,57	4,64	,59
	27	57	58,14	4,90	,65
	28	58	60,78	6,75	,89
	29	58	62,02	6,04	,79
	30	57	61,16	4,33	,57
	31	60	62,78	4,74	,61
	32	54	62,09	3,84	,52
	33	62	61,90	3,25	,41
	34	58	61,55	3,84	,50
	35	55	61,84	4,37	,59
	36	58	62,29	4,91	,65
	37	57	62,91	3,98	,53
	38	64	62,42	4,75	,59
	39	60	62,70	4,43	,57
	40	62	63,19	4,01	,51
	41	63	63,48	4,95	,62
	42	63	63,94	4,99	,63
	43	62	63,98	6,36	,81
	44	67	63,12	4,89	,60
	45	58	63,36	5,47	,72
	46	55	62,71	5,90	,80
	47	53	63,81	4,88	,67
	48	56	63,34	4,52	,60
	49	53	62,42	4,47	,61
	50	54	62,48	5,31	,72
	51	52	62,88	3,69	,51
	52	53	62,91	4,27	,59
	53	54	62,22	4,98	,68
	54	55	62,33	4,06	,55
	55	51	62,35	3,70	,52
	56	45	62,02	4,85	,72
	57	55	62,35	4,41	,59
	58	47	59,81	3,40	,50
	59	38	60,84	4,04	,66
	60	44	61,66	4,25	,64
	61	46	59,78	3,71	,55
	62	41	58,88	3,70	,58
	63	36	58,89	4,51	,75
	64	32	58,81	3,00	,53
	65	41	57,85	4,03	,63
	66	40	59,68	3,70	,58
	67	41	61,32	4,42	,69
	68	37	62,70	3,22	,53
	69	44	61,30	4,64	,70
	70	13	62,08	4,35	1,21

**Tabelle 34: Eierschalendicke [in mm] im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie (n = untersuchte Eierzahl)**

Legelinie	Monat	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	Okt	7	,45	,06	,02
	Nov	10	,42	,03	,01
	Dez	9	,50	,06	,02
	Jan	9	,40	,03	,01
	Feb	10	,40	,02	,01
	Mär	9	,38	,05	,02
	Apr	7	,38	,03	,01
	Mai	9	,41	,03	,01
	Jun	8	,38	,05	,02
	Jul	11	,40	,03	,01
<b>LB</b>	Aug	6	,40	,03	,01
	Okt	7	,47	,06	,02
	Nov	8	,43	,07	,03
	Dez	8	,48	,06	,02
	Jan	8	,43	,03	,01
	Feb	9	,43	,02	,01
	Mär	7	,40	,03	,01
	Apr	8	,36	,04	,02
	Mai	7	,39	,04	,01
	Jun	7	,33	,05	,02
Jul	5	,37	,09	,04	
Aug	6	,38	,01	,00	

**Tabelle 35: Eibruchfestigkeit [in N] im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Legelinie (n = untersuchte Eierzahl)**

Legelinie	Monat	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	Okt	7	26,74	3,75	1,42
	Nov	10	21,11	7,77	2,46
	Dez	9	27,44	5,87	1,96
	Jan	9	18,91	7,58	2,53
	Feb	10	20,70	5,91	1,87
	Mär	8	22,41	4,96	1,75
	Apr	7	29,29	5,23	1,98
	Mai	9	27,72	6,17	2,06
	Jun	7	19,14	4,41	1,67
	Jul	11	18,23	7,66	2,31
Aug	6	27,62	10,36	4,23	
<b>LB</b>	Okt	7	26,69	6,28	2,37
	Nov	8	21,22	10,59	3,74
	Dez	8	28,75	7,47	2,64
	Jan	8	22,89	7,44	2,63
	Feb	9	26,96	6,47	2,16
	Mär	7	25,78	2,88	1,09
	Apr	8	30,47	6,44	2,28
	Mai	7	29,00	4,78	1,81
	Jun	6	16,54	6,79	2,77
	Jul	5	13,49	8,39	3,75
Aug	6	30,56	9,99	4,08	

**Tabelle 36: Hämatokrit [in %] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = untersuchte Proben)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	25	10	27,40	2,37	,75
	29	10	26,40	3,41	1,08
	33	10	24,80	2,82	,89
	38	10	29,00	2,36	,75
	42	9	27,78	2,05	,68
	47	10	30,30	1,06	,33
	51	10	30,60	2,01	,64
	56	10	33,70	5,48	1,73
	61	10	26,00	3,59	1,14
	63	10	27,20	2,57	,81
	69	10	26,90	3,84	1,22
<b>LB</b>	25	10	26,40	1,17	,37
	29	10	28,30	,95	,30
	33	10	26,30	1,34	,42
	38	10	27,00	1,83	,58
	42	10	27,00	2,45	,77
	47	10	28,70	1,25	,40
	51	10	28,30	1,89	,60
	56	10	30,80	3,36	1,06
	61	10	26,80	2,39	,76
	63	10	26,30	1,89	,60
69	10	26,40	4,25	1,34	

**Tabelle 37: Hämoglobin [in mmol/l] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = untersuchte Proben)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	25	10	6,72	,75	,24
	29	10	4,67	,81	,26
	33	10	5,46	,70	,22
	38	10	6,60	,64	,20
	42	9	6,95	,53	,18
	47	10	6,82	,33	,10
	51	10	6,04	,43	,14
	56	10	6,52	,60	,19
	61	10	4,79	,90	,28
	63	10	5,51	,50	,16
	69	10	5,11	1,01	,32
LB	25	10	6,08	,45	,14
	29	10	4,96	,45	,14
	33	10	5,81	,49	,15
	38	10	6,07	,59	,19
	42	10	6,51	,72	,23
	47	10	6,11	,54	,17
	51	10	5,48	,53	,17
	56	10	5,82	,52	,16
	61	10	4,65	,56	,18
	63	10	4,62	,52	,16
	69	10	4,89	,52	,16

**Tabelle 38: Calciumkonzentration im Serum [in mmol/l] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = untersuchte Proben)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	25	8	6,94	,67	,24
	29	9	6,81	,88	,29
	33	7	7,53	,89	,34
	38	7	7,98	1,01	,38
	42	5	7,11	1,00	,45
	47	0	.	.	.
	51	5	6,79	,41	,19
	56	4	7,04	,51	,25
	61	9	6,88	1,23	,41
	63	9	6,87	,67	,22
	69	8	7,13	,98	,35
LB	25	3	7,35	,36	,21
	29	6	6,95	,72	,30
	33	4	7,28	1,08	,54
	38	5	7,67	1,04	,47
	42	2	6,11	,05	,03
	47	0	.	.	.
	51	6	6,03	2,36	,96
	56	4	6,67	1,26	,63
	61	6	5,32	1,34	,55
	63	9	6,26	2,18	,73
69	7	6,36	2,16	,82	

**Tabelle 39: Phosphorkonzentration im Serum [in mmol/l] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = untersuchte Proben)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	25	8	1,76	,25	,09
	29	9	1,96	,29	,10
	33	7	1,66	,35	,13
	38	8	1,87	,25	,09
	42	5	1,82	,39	,18
	47	0	.	.	.
	51	5	1,73	,21	,09
	56	5	1,99	,12	,05
	61	9	1,89	,37	,12
	63	9	1,74	,23	,08
	69	8	1,87	,27	,09
LB	25	3	2,20	,11	,06
	29	8	1,81	,66	,23
	33	4	1,62	,32	,16
	38	6	2,00	,39	,16
	42	2	1,89	,04	,03
	47	0	.	.	.
	51	6	1,77	,42	,17
	56	6	1,71	,23	,09
	61	6	1,73	,19	,08
	63	9	1,95	,27	,09
69	7	1,88	,64	,24	

**Tabelle 40: IgY-Konzentration im Eidotter [in mmol/l] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = untersuchte Proben)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	25	8	10,93	3,23	1,14
	29	10	11,23	5,11	1,62
	33	9	6,46	3,88	1,29
	38	9	10,05	2,82	,94
	42	9	12,67	7,32	2,44
	47	8	13,05	7,03	2,48
	51	7	16,08	8,03	3,04
	56	9	14,57	9,41	3,14
	61	7	15,93	7,54	2,85
	63	9	14,80	2,78	,93
	69	6	9,76	,86	,35
<b>LB</b>	25	8	16,02	2,15	,76
	29	8	21,80	11,71	4,14
	33	7	14,09	11,73	4,43
	38	10	8,54	4,80	1,52
	42	9	13,01	4,58	1,53
	47	7	16,60	5,19	1,96
	51	8	17,56	11,33	4,00
	56	7	20,30	11,21	4,24
	61	7	17,59	10,71	4,05
	63	6	19,27	5,29	2,16
	69	6	12,33	1,89	,77

**Tabelle 41: IgY-Konzentration im Serum nach Lebenswoche in Abhängigkeit von der Legelinie (mmol/l) (n = untersuchte Proben)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	25	10	10,92	4,43	1,40
	29	10	14,70	6,43	2,03
	33	10	10,14	2,18	,69
	38	10	12,87	4,11	1,30
	42	10	14,41	10,70	3,38
	47	10	14,58	4,27	1,35
	51	5	15,07	6,03	2,70
	56	9	18,73	5,96	1,99
	61	10	14,46	7,70	2,43
	63	10	13,26	3,41	1,08
	69	10	10,02	1,11	,35
<b>LB</b>	25	10	15,03	2,55	,81
	29	10	23,75	14,49	4,58
	33	10	12,43	3,34	1,06
	38	10	10,56	3,73	1,18
	42	10	9,54	5,45	1,72
	47	10	13,14	5,88	1,86
	51	7	10,54	3,70	1,40
	56	10	19,11	7,72	2,44
	61	10	15,22	5,03	1,59
	63	10	15,76	5,15	1,63
	69	10	11,70	1,92	,61

**Tabelle 42: Anteil der unterschiedlichen Note des Gefiederzustandes [in %] in der 1. Untersuchungsraum (Okt. 2009 bis Dez. 2009) in Abhängigkeit der Legelinie**

Note	Legelinie	Hals	Rücken	Flügel	Brust	Bauch	Schwanz
1	LSL	-	-	-	3,33	3,33	-
	LB	-	-	-	-	-	-
2	LSL	3,33	-	-	6,67	-	3,33
	LB	-	-	-	-	-	-
3	LSL	-	-	-	13,33	-	40,00
	LB	-	-	-	-	-	-
4	LSL	96,67	100,00	100,00	76,67	96,67	56,67
	LB	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabelle 43: Anteil der unterschiedlichen Note des Gefiederzustandes [in %] in der 2. Untersuchungsraum (Jan. 2010 bis Apr. 2010) in Abhängigkeit der Legelinie**

Note	Legelinie	Hals	Rücken	Flügel	Brust	Bauch	Schwanz
1	LSL	-	2,50	-	12,50	10,00	-
	LB	-	-	-	-	-	-
2	LSL	-	5,00	-	30,00	7,50	15,00
	LB	-	-	-	20,00	-	-
3	LSL	-	-	2,50	37,50	10,00	40,00
	LB	-	-	-	35,00	7,50	2,50
4	LSL	100,00	92,50	97,50	20,00	72,50	45,00
	LB	100,00	100,00	100,00	45,00	92,50	97,50

**Tabelle 44: Anteil der unterschiedlichen Note des Gefiederzustandes [in %] in der 3. Untersuchungsraum (Mai. 2010 bis Aug. 2010) in Abhängigkeit der Legelinie**

Note	Legelinie	Hals	Rücken	Flügel	Brust	Bauch	Schwanz
1	LSL	-	-	-	20,00	20,00	10,00
	LB	-	-	-	-	-	-
2	LSL	22,50	10,00	-	52,50	7,50	-
	LB	15,00	-	-	37,50	2,57	-
3	LSL	25,00	-	-	10,00	17,50	30,00
	LB	17,50	-	-	30,00	7,69	10,00
4	LSL	52,50	90,00	100,00	17,50	55,00	60,00
	LB	67,50	100,00	100,00	32,50	89,74	90,00

**Tabelle 45: Note des Gefiederzustandes am Hals** (UZR = Untersuchungszeitraum, n = Zahl der Beurteilung)

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	3,93	,37	,07
	2	40	4,00	,00	,00
	3	40	3,30	,82	,13
LB	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	4,00	,00	,00
	3	40	3,53	,75	,12

**Tabelle 46: Note des Gefiederzustandes am Rücken**  
(UZR = Untersuchungszeitraum, n = Zahl der Beurteilung)

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	3,83	,64	,10
	3	40	3,80	,61	,10
LB	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	4,00	,00	,00
	3	40	4,00	,00	,00

**Tabelle 47: Note des Gefiederzustandes am Flügel** (UZR = Untersuchungszeitraum, n = Zahl der Beurteilung)

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	3,98	,16	,03
	3	40	4,00	,00	,00
LB	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	4,00	,00	,00
	3	40	4,00	,00	,00

**Tabelle 48: Note des Gefiederzustandes an der Brust**  
(UZR = Untersuchungszeitraum, n = Zahl der Beurteilung)

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	3,63	,76	,14
	2	40	2,65	,95	,15
	3	40	2,25	,98	,16
LB	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	3,25	,78	,12
	3	40	2,95	,85	,13

**Tabelle 49: Note des Gefiederzustandes am Bauch** (UZR = Untersuchungszeitraum, n = Zahl der Beurteilung)

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	3,90	,55	,10
	2	40	3,45	1,01	,16
	3	40	3,08	1,21	,19
LB	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	3,93	,27	,04
	3	40	3,87	,41	,07

**Tabelle 50: Note des Gefiederzustandes am Schwanz**  
(UZR = Untersuchungszeitraum, n = Zahl der Beurteilung)

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	3,53	,57	,10
	2	40	3,30	,72	,11
	3	40	3,50	,68	,11
LB	1	30	4,00	,00	,00
	2	40	3,98	,16	,03
	3	40	3,90	,30	,05

**Tabelle 51: Anteil der unterschiedlichen Note der Epithelläsion der Sohlen- und Zehenballen [in %] im 1. Untersuchungszeitraum (Oktober – Dezember 2009)**

Note	Legelinie	Sohlenballen	Zehenballen
1	LSL	13,33	-
	LB	-	3,34
2	LSL	40,00	10,00
	LB	40,00	10,00
3	LSL	23,33	16,67
	LB	30,00	13,33
4	LSL	23,33	73,33
	LB	30,00	73,33
p	LSL/LB	0,99	0,99

**Tabelle 52: Anteil der unterschiedlichen Note der Epithelläsion der Sohlen- und Zehenballen [in %] im 2. Untersuchungszeitraum (Januar 2010 – April 2010)**

Note	Legelinie	Sohlenballen	Zehenballen
1	LSL	15,00	-
	LB	2,50	-
2	LSL	32,50	5,00
	LB	37,50	-
3	LSL	30,00	22,5
	LB	40,00	40,00
4	LSL	22,50	72,5
	LB	20,00	60,00
p	LSL/LB	0,73	0,40

**Tabelle 53: Anteil der unterschiedlichen Note der Epithelläsion der Sohlen- und Zehenballen [in %] im 3. Untersuchungszeitraum (Mai 2010 – August 2010)**

Note	Legelinie	Sohlenballen	Zehenballen
1	LSL	10,00	-
	LB	10,00	-
2	LSL	35,00	-
	LB	17,50	-
3	LSL	30,00	12,50
	LB	40,00	40,00
4	LSL	25,00	87,50
	LB	32,50	60,00
p	LSL/LB	0,56	0,01

**Tabelle 54: Epithelläsionen der Sohlenballen in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraums (UZR) und der Legelinie (n = Anzahl der Beurteilungen)**

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	2,57	1,01	,18
	2	40	2,60	1,01	,16
	3	40	2,70	,97	,15
LB	1	30	2,90	,84	,15
	2	40	2,78	,80	,13
	3	40	2,95	,96	,15

**Tabelle 55: Epithelläsionen der Zehenballen in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraums (UZR) und der Legelinie (n = Zahl der Beurteilung)**

Legelinie	UZR	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1	30	3,63	,67	,12
	2	40	3,68	,57	,09
	3	40	3,88	,33	,05
LB	1	30	3,57	,82	,15
	2	40	3,60	,50	,08
	3	40	3,60	,50	,08

**Tabelle 56: Anteil der unterschiedlichen Note der Brustbeindeformation [in %] in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraums und der Legelinie (UZR: Untersuchungszeitraum. 1 = Oktober 2009 bis Dezember 2009, 2 = Januar 2010 bis April 2010, 3 = Mai 2010 bis August 2010)**

UZR	Note	LSL	LB	p
1	2	-	3,33	0,89
	3	26,67	26,67	
	4	73,33	70,00	
2	2	5,00	35,00	0,06
	3	70,00	45,00	
	4	25,00	20,00	
3	2	47,50	75,00	0,33
	3	47,50	20,00	
	4	5,00	5,00	

**Tabelle 57: Körpergewicht [in kg] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Hennen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	25	10	1,64	,09	,03
	29	10	1,64	,12	,04
	33	10	1,66	,15	,05
	38	10	1,69	,25	,08
	42	10	1,77	,20	,06
	47	10	1,78	,20	,06
	51	10	1,74	,20	,06
	56	10	1,70	,18	,06
	61	10	1,69	,19	,06
	63	10	1,68	,21	,07
	69	10	1,66	,23	,07
<b>LB</b>	25	10	1,87	,15	,05
	29	10	1,86	,16	,05
	33	10	1,88	,15	,05
	38	10	1,95	,18	,06
	42	10	1,98	,20	,06
	47	10	2,04	,20	,06
	51	10	1,94	,26	,08
	56	10	1,87	,27	,09
	61	10	1,80	,26	,08
	63	10	1,71	,30	,09
	69	10	1,77	,19	,06

**Tabelle 58: Krallenlänge [in cm] in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Hennen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	25	10	2,32	,26	,08
	29	10	2,50	,13	,04
	33	10	2,71	,14	,05
	38	10	2,62	,26	,08
	42	10	1,99	,21	,07
	47	10	2,27	,14	,04
	51	10	2,46	,22	,07
	56	10	2,80	,19	,06
	61	10	2,13	,16	,05
	63	10	2,30	,08	,03
	69	10	2,72	,19	,06
LB	25	10	1,90	,18	,06
	29	10	2,10	,23	,07
	33	10	2,10	,22	,07
	38	10	2,08	,21	,07
	42	10	1,91	,16	,05
	47	10	2,11	,19	,06
	51	10	2,31	,22	,07
	56	10	2,49	,23	,07
	61	10	1,94	,12	,04
	63	10	2,08	,14	,04
	69	10	2,37	,21	,07

**Tabelle 59: Lebergewicht [in g] in Abhängigkeit der Legelinie (n = Anzahl der Hennen)**

Legelinie	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	10	29,34	7,48	2,36
LB	10	33,23	4,06	1,28

**Tabelle 60: Milzgewicht [in g] in Abhängigkeit der Legelinie (n = Anzahl der Hennen)**

Legelinie	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	10	1,27	,28	,09
LB	9	1,57	,65	,22

**Tabelle 61: Knochenlänge [in mm] in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Knochen)

Legelinie	Knochen	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	Humerus	54	76,84	1,55	,21
	Tibia	60	115,03	2,37	,31
LB	Humerus	45	79,26	1,68	,25
	Tibia	54	114,78	3,87	,53

**Tabelle 62: Knochenbreite [in mm] in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Knochen)

Legelinie	Knochen	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	Humerus	60	7,34	,40	,05
	Tibia	60	7,32	,38	,05
LB	Humerus	54	8,13	,35	,05
	Tibia	60	8,28	,29	,04

**Tabelle 63: Knochenhöhe [in mm] in Abhängigkeit der Legelinie** (n = Anzahl der untersuchten Knochen)

Legelinie	Knochen	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	Humerus	60	6,22	,28	,04
	Tibia	60	6,50	,40	,05
LB	Humerus	54	6,42	,25	,03
	Tibia	60	6,88	,32	,04

**Tabelle 64: Knochenbruchfestigkeit [in N] in Abhängigkeit der Prüfvorschriften und der Legelinie** (PV = Prüfvorschriften, H = Holz DIN 52186, MUC = München, n = Anzahl der untersuchten Knochen)

Legelinie	PV	Knochen	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	H	Humerus	10	128,71	28,05	8,87
		Tibia	10	103,46	23,01	7,28
	MUC	Humerus	10	117,17	31,26	9,89
		Tibia	10	101,11	22,55	7,13
LB	H	Humerus	9	120,43	36,22	12,07
		Tibia	10	87,62	37,14	11,74
	MUC	Humerus	9	127,85	24,85	8,28
		Tibia	10	90,50	29,68	9,38

**Tabelle 65: Anzahl der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit der Legelinie (n = Stunden)**

Legelinie	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum
LSL	320	2,26	1,91	,11	,00	11,00
LB	320	1,99	2,41	,13	,00	12,00

**Tabelle 66: Anzahl der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit des Einstreuzeitpunktes und der Legelinie (EZ = Einstreuzeitpunkt, n = Stunden)**

Legelinie	EZ	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	11:00:00	140	2,77	1,99	,17
	13:00:00	100	2,54	1,84	,18
	15:00:00	60	1,12	1,19	,15
	17:00:00	20	,65	,99	,22
LB	11:00:00	140	2,96	2,84	,24
	13:00:00	100	2,04	1,78	,18
	15:00:00	60	,33	,77	,10
	17:00:00	20	,00	,00	,00

**Tabelle 67: Anzahl der Staubbadeaktionen innerhalb der ersten Stunde nach Einstreugabe in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Stunden)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1 x / d	20	3,20	2,84	,63
	2 x / d	40	2,80	2,29	,36
	3 x / d	60	2,10	1,82	,23
	4 x / d	80	1,78	1,74	,19
	3 x / d	60	1,67	1,42	,18
	2 x / d	40	3,33	1,67	,26
	1 x / d	20	2,25	1,25	,28
LB	1 x / d	20	4,45	3,69	,83
	2 x / d	40	3,36	3,20	,51
	3 x / d	60	1,82	2,27	,29
	4 x / d	80	1,41	1,90	,21
	3 x / d	60	1,43	1,73	,22
	2 x / d	40	1,65	1,67	,26
	1 x / d	20	2,10	2,00	,45

**Tabelle 68: Staubbadedauer [in min:sec] in Abhängigkeit der Legelinie**  
(n = Anzahl der Staubbadeaktionen)

Legelinie	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Minimum	Maximum
LSL	723	00:05:02	00:05:49	00:00:13	00:00:06	00:49:44
LB	634	00:05:52	00:05:46	00:00:13	00:00:06	00:45:49

**Tabelle 69: Staubbadedauer [in min:sec] in Abhängigkeit des Einstreuzeitpunktes und der Legelinie** (EZ = Einstreuzeitpunkt, n = Anzahl der Staubbadeaktionen)

Legelinie	EZ	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	11:00:00	388	00:05:24	00:06:39	00:00:20
	13:00:00	254	00:04:55	00:05:05	00:00:19
	15:00:00	68	00:03:46	00:02:49	00:00:20
	17:00:00	13	00:03:15	00:02:59	00:00:49
LB	11:00:00	405	00:06:10	00:06:16	00:00:18
	13:00:00	209	00:05:26	00:04:55	00:00:20
	15:00:00	20	00:04:14	00:02:23	00:00:32
	17:00:00	0	.	.	.

**Tabelle 70: Staubbadedauer [in min:sec] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie** (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Anzahl der Staubbadeaktionen)

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1 x/d	64	00:05:43	00:08:20	00:01:02
	2 x/d	112	00:04:37	00:05:21	00:00:30
	3 x/d	126	00:05:11	00:05:23	00:00:28
	4 x/d	142	00:05:00	00:05:33	00:00:28
	3 x/d	101	00:04:49	00:04:55	00:00:29
	2 x/d	133	00:04:46	00:05:16	00:00:27
	1 x/d	45	00:06:09	00:07:53	00:01:10
LB	1 x/d	89	00:05:11	00:06:32	00:00:41
	2 x/d	132	00:04:13	00:05:01	00:00:26
	3 x/d	109	00:06:18	00:06:51	00:00:39
	4 x/d	113	00:06:14	00:05:14	00:00:29
	3 x/d	85	00:06:09	00:04:51	00:00:31
	2 x/d	66	00:06:48	00:05:02	00:00:37
	1 x/d	40	00:08:24	00:06:19	00:00:59

**Tabelle 71: Unterbrechungsdauer [in sec] in Abhängigkeit der Einstreuzeitpunkt und der Legelinie (EZ = Einstreugabe-Zeitpunkt, n = Anzahl der Unterbrechungen)**

Legelinie	EZ	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	11:00:00	41	00:00:12	00:00:07	00:00:01
	13:00:00	18	00:00:20	00:00:10	00:00:02
	15:00:00	8	00:00:14	00:00:16	00:00:05
	17:00:00	1	00:00:08	.	.
LB	11:00:00	51	00:00:22	00:00:16	00:00:02
	13:00:00	26	00:00:19	00:00:16	00:00:03
	15:00:00	2	00:00:26	00:00:12	00:00:09
	17:00:00	0	.	.	.

**Tabelle 72: Unterbrechungsdauer [in sec] in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Anzahl der Unterbrechungen)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1 x/d	9	00:00:12	00:00:06	00:00:02
	2 x/d	13	00:00:16	00:00:07	00:00:02
	3 x/d	16	00:00:15	00:00:14	00:00:03
	4 x/d	16	00:00:10	00:00:05	00:00:01
	3 x/d	5	00:00:24	00:00:14	00:00:06
	2 x/d	7	00:00:18	00:00:10	00:00:03
	1 x/d	2	00:00:05	00:00:00	00:00:00
LB	1 x/d	10	00:00:18	00:00:10	00:00:03
	2 x/d	17	00:00:26	00:00:20	00:00:04
	3 x/d	15	00:00:18	00:00:12	00:00:03
	4 x/d	14	00:00:22	00:00:20	00:00:05
	3 x/d	14	00:00:18	00:00:14	00:00:03
	2 x/d	7	00:00:26	00:00:18	00:00:06
	1 x/d	2	00:00:26	00:00:19	00:00:13

**Tabelle 73: Anzahl der Ursachen für Unterbrechungen eines Staubbadens in Abhängigkeit des Einstreuzeitpunktes und der Legelinie (EZ = Einstreuzeitpunkt)**

Legelinie	EZ	weggepickt	verdrängt	erschreckt	frisst aus Futtertrog	verlässt die Matte	steht auf
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
LSL	11:00:00	0	2	3	13	5	29
	13:00:00	1	0	0	5	3	11
	15:00:00	0	0	0	0	2	6
	17:00:00	0	0	0	0	0	1
LB	11:00:00	0	6	7	2	14	23
	13:00:00	1	3	2	1	8	11
	15:00:00	0	0	0	0	1	1
	17:00:00	0	0	0	0	0	0

**Tabelle 74: Anzahl der Ursachen für Unterbrechungen eines Staubbadens in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit)**

Legelinie	EH	weggepickt	verdrängt	erschreckt	sonstige Störung	verlässt die Matte	steht auf
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
LSL	1 x/d	0	1	2	5	1	5
	2 x/d	1	0	1	7	1	8
	3 x/d	0	0	0	2	3	12
	4 x/d	0	1	0	1	2	12
	3 x/d	0	0	0	1	0	5
	2 x/d	0	0	0	1	3	4
	1 x/d	0	0	0	1	0	1
LB	1 x/d	0	2	1	0	4	3
	2 x/d	0	3	4	2	6	2
	3 x/d	0	3	1	1	5	5
	4 x/d	1	1	0	0	2	11
	3 x/d	0	0	2	0	1	11
	2 x/d	0	0	1	0	5	1
	1 x/d	0	0	0	0	0	2

**Tabelle 75: Anzahl an axialem Körperschütteln nach einem Staubbaden in Abhängigkeit des Einstreuzeitpunktes und der Legelinie (EZ = Einstreuzeitpunkt, aK = axiales Körperschütteln)**

Legelinie	EZ	ohne aK	mit aK
LSL	11:00:00	376	11
	13:00:00	243	10
	15:00:00	65	3
	17:00:00	13	0
LB	11:00:00	386	17
	13:00:00	205	4
	15:00:00	19	1
	17:00:00	0	0

**Tabelle 76: Anzahl an axialem Körperschütteln nach einem Staubbaden in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, aK = axiales Körperschütteln)**

Legelinie	EH	ohne aK	mit aK
LSL	1 x/d	63	1
	2 x/d	105	7
	3 x/d	119	7
	4 x/d	138	3
	3 x/d	99	2
	2 x/d	128	4
	1 x/d	45	0
LB	1 x/d	84	5
	2 x/d	129	3
	3 x/d	101	7
	4 x/d	112	1
	3 x/d	82	3
	2 x/d	62	3
	1 x/d	40	0

**Tabelle 77: Anteil der Staubbademattebenutzung [in %] der LSL-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	04:00	40	18,75	24,51	3,88
	05:00	140	26,07	28,43	2,40
	06:00	140	20,71	28,12	2,38
	07:00	140	23,21	27,10	2,29
	08:00	140	19,64	25,93	2,19
	09:00	140	18,57	25,69	2,17
	10:00	140	23,21	25,73	2,17
	10:20	140	20,00	26,69	2,26
	10:40	140	33,93	32,45	2,74
	11:00	140	35,00	30,40	2,57
	11:20	140	28,57	28,85	2,44
	11:40	140	26,43	29,65	2,51
	12:00	140	25,71	29,07	2,46
	12:20	140	26,43	30,84	2,61
	12:40	140	24,64	28,45	2,40
	13:00	140	31,43	31,93	2,70
	13:20	100	25,50	31,38	3,14
	13:40	100	26,50	27,02	2,70
	14:00	140	25,00	27,81	2,35
	14:20	100	22,50	28,76	2,88
	14:40	100	20,00	28,43	2,84
	15:00	140	25,36	28,45	2,40
	15:20	60	26,67	31,17	4,02
	15:40	60	20,00	24,70	3,19
	16:00	140	21,43	26,92	2,27
	16:20	60	21,67	24,99	3,23
	16:40	60	20,83	28,06	3,62
	17:00	140	21,07	26,87	2,27
	17:20	20	25,00	30,35	6,79
	17:40	20	25,00	30,35	6,79
18:00	140	18,93	26,46	2,24	
18:20	20	25,00	30,35	6,79	
18:40	20	12,50	22,21	4,97	
19:00	100	,00	,00	,00	

**Tabelle 78: Anteil der Staubbademattebenutzung [in %] der LB-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	04:00	40	30,00	27,27	4,31
	05:00	140	28,21	28,89	2,44
	06:00	140	38,21	29,14	2,46
	07:00	140	39,64	30,28	2,56
	08:00	140	39,29	28,63	2,42
	09:00	140	41,07	30,74	2,60
	10:00	140	41,79	30,94	2,61
	10:20	140	41,07	31,89	2,70
	10:40	140	41,43	33,36	2,82
	11:00	140	34,64	32,24	2,72
	11:20	140	38,21	33,18	2,80
	11:40	140	44,29	31,21	2,64
	12:00	140	43,93	32,00	2,70
	12:20	140	42,50	33,35	2,82
	12:40	140	40,71	33,71	2,85
	13:00	140	33,93	30,74	2,60
	13:20	100	45,50	35,60	3,56
	13:40	100	43,00	36,25	3,63
	14:00	140	38,57	32,49	2,75
	14:20	100	38,50	31,67	3,17
	14:40	100	37,00	28,97	2,90
	15:00	140	33,57	31,42	2,66
	15:20	60	35,83	32,01	4,13
	15:40	60	29,17	30,93	3,99
	16:00	140	32,50	28,08	2,37
	16:20	60	25,83	26,83	3,46
	16:40	60	30,83	30,66	3,96
	17:00	140	28,93	27,53	2,33
	17:20	20	40,00	30,78	6,88
	17:40	20	42,50	37,26	8,33
18:00	140	25,00	32,02	2,71	
18:20	20	25,00	30,35	6,79	
18:40	20	30,00	34,03	7,61	
19:00	100	33,00	39,07	3,91	

**Tabelle 79: Anteil der Gitterbodenbenutzung [in %] der LSL-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	04:00	40	73,75	29,93	4,73
	05:00	140	61,43	34,11	2,88
	06:00	140	58,93	33,54	2,83
	07:00	140	57,50	32,81	2,77
	08:00	140	61,79	33,72	2,85
	09:00	140	70,36	31,68	2,68
	10:00	140	67,86	30,03	2,54
	10:20	140	73,21	31,40	2,65
	10:40	140	62,50	32,37	2,74
	11:00	140	63,21	30,35	2,57
	11:20	140	67,86	30,62	2,59
	11:40	140	71,07	30,62	2,59
	12:00	140	71,79	29,51	2,49
	12:20	140	70,36	32,24	2,72
	12:40	140	73,57	29,04	2,45
	13:00	140	67,50	31,69	2,68
	13:20	100	74,50	31,38	3,14
	13:40	100	72,50	27,87	2,79
	14:00	140	73,57	28,41	2,40
	14:20	100	77,00	28,80	2,88
	14:40	100	79,00	29,46	2,95
	15:00	140	74,64	28,45	2,40
	15:20	60	73,33	31,17	4,02
	15:40	60	80,00	24,70	3,19
	16:00	140	78,57	26,92	2,27
	16:20	60	78,33	24,99	3,23
	16:40	60	79,17	28,06	3,62
	17:00	140	77,86	28,30	2,39
	17:20	20	75,00	30,35	6,79
	17:40	20	75,00	30,35	6,79
18:00	140	51,07	39,99	3,38	
18:20	20	72,50	30,24	6,76	
18:40	20	45,00	35,91	8,03	
19:00	100	,00	,00	,00	

**Tabelle 80: Anteil der Gitterbodenbenutzung [in %] der LB-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	04:00	40	45,00	31,62	5,00
	05:00	140	57,50	31,69	2,68
	06:00	140	53,93	32,89	2,78
	07:00	140	54,64	31,10	2,63
	08:00	140	55,36	29,81	2,52
	09:00	140	52,14	31,09	2,63
	10:00	140	53,21	31,29	2,64
	10:20	140	53,93	33,43	2,83
	10:40	140	55,71	33,44	2,83
	11:00	140	63,57	32,21	2,72
	11:20	140	61,07	32,89	2,78
	11:40	140	55,36	30,99	2,62
	12:00	140	54,64	31,10	2,63
	12:20	140	56,43	33,31	2,82
	12:40	140	58,93	33,54	2,83
	13:00	140	63,57	31,07	2,63
	13:20	100	53,50	35,71	3,57
	13:40	100	56,50	36,00	3,60
	14:00	140	60,36	33,12	2,80
	14:20	100	61,50	31,67	3,17
	14:40	100	63,00	28,97	2,90
	15:00	140	65,71	31,21	2,64
	15:20	60	62,50	32,71	4,22
	15:40	60	70,83	30,93	3,99
	16:00	140	66,79	28,52	2,41
	16:20	60	73,33	26,79	3,46
	16:40	60	68,33	31,85	4,11
	17:00	140	71,07	27,53	2,33
	17:20	20	57,50	33,54	7,50
	17:40	20	57,50	37,26	8,33
18:00	140	52,50	40,82	3,45	
18:20	20	72,50	34,32	7,67	
18:40	20	62,50	35,82	8,01	
19:00	100	3,00	11,93	1,19	

**Tabelle 81: Anteil der Nestbenutzung [in %] der LSL-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	04:00	40	6,25	16,75	2,65
	05:00	140	10,71	22,27	1,88
	06:00	140	13,67	23,16	1,96
	07:00	140	13,67	24,68	2,09
	08:00	140	9,64	19,80	1,67
	09:00	140	4,29	14,05	1,19
	10:00	140	3,21	12,31	1,04
	10:20	140	1,79	9,31	,79
	10:40	140	1,79	9,31	,79
	11:00	140	1,43	8,36	,71
	11:20	140	2,86	13,10	1,11
	11:40	140	2,50	10,94	,92
	12:00	140	2,14	10,16	,86
	12:20	140	2,50	10,94	,92
	12:40	140	1,07	7,27	,61
	13:00	140	,71	5,95	,50
	13:20	100	,00	,00	,00
	13:40	100	,50	5,00	,50
	14:00	140	,71	5,95	,50
	14:20	100	,50	5,00	,50
	14:40	100	1,00	7,04	,70
	15:00	140	,00	,00	,00
	15:20	60	,00	,00	,00
	15:40	60	,00	,00	,00
	16:00	140	,00	,00	,00
	16:20	60	,00	,00	,00
	16:40	60	,00	,00	,00
	17:00	140	,36	4,23	,36
	17:20	20	,00	,00	,00
	17:40	20	,00	,00	,00
18:00	140	1,43	8,36	,71	
18:20	20	2,50	11,18	2,50	
18:40	20	25,00	38,04	8,51	
19:00	100	21,50	35,00	3,50	

**Tabelle 82: Anteil der Nestbenutzung [in %] der LB-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	04:00	40	22,50	27,62	4,37
	05:00	140	11,79	21,30	1,80
	06:00	140	4,29	14,05	1,19
	07:00	140	4,29	15,27	1,29
	08:00	140	1,79	9,31	,79
	09:00	140	2,50	12,47	1,05
	10:00	140	,71	5,95	,50
	10:20	140	1,07	7,27	,61
	10:40	140	1,07	7,27	,61
	11:00	140	1,07	7,27	,61
	11:20	140	,36	4,23	,36
	11:40	140	,00	,00	,00
	12:00	140	,71	5,95	,50
	12:20	140	,71	5,95	,50
	12:40	140	,00	,00	,00
	13:00	140	1,07	7,27	,61
	13:20	100	,50	5,00	,50
	13:40	100	,00	,00	,00
	14:00	140	,00	,00	,00
	14:20	100	,00	,00	,00
	14:40	100	,00	,00	,00
	15:00	140	,00	,00	,00
	15:20	60	1,67	9,05	1,17
	15:40	60	,00	,00	,00
	16:00	140	,71	5,95	,50
	16:20	60	,00	,00	,00
	16:40	60	,83	6,45	,83
	17:00	140	,00	,00	,00
	17:20	20	,00	,00	,00
	17:40	20	,00	,00	,00
18:00	140	,71	5,95	,50	
18:20	20	,00	,00	,00	
18:40	20	2,50	11,18	2,50	
19:00	100	21,00	38,39	3,84	

**Tabelle 83: Anteil der Sitzstangennutzung [in %] der LSL-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	04:00	40	1,25	7,91	1,25
	05:00	140	1,79	9,31	,79
	06:00	140	5,00	16,20	1,37
	07:00	140	1,79	9,31	,79
	08:00	140	,71	5,95	,50
	09:00	140	,36	4,23	,36
	10:00	140	,71	5,95	,50
	10:20	140	,71	5,95	,50
	10:40	140	1,43	8,36	,71
	11:00	140	,36	4,23	,36
	11:20	140	,71	5,95	,50
	11:40	140	,00	,00	,00
	12:00	140	,00	,00	,00
	12:20	140	,00	,00	,00
	12:40	140	,00	,00	,00
	13:00	140	,00	,00	,00
	13:20	100	,00	,00	,00
	13:40	100	,00	,00	,00
	14:00	140	,00	,00	,00
	14:20	100	,00	,00	,00
	14:40	100	,00	,00	,00
	15:00	140	,00	,00	,00
	15:20	60	,00	,00	,00
	15:40	60	,00	,00	,00
	16:00	140	,00	,00	,00
	16:20	60	,00	,00	,00
	16:40	60	,00	,00	,00
	17:00	140	,71	5,95	,50
	17:20	20	,00	,00	,00
	17:40	20	,00	,00	,00
18:00	140	28,57	42,89	3,62	
18:20	20	,00	,00	,00	
18:40	20	17,50	29,36	6,56	
19:00	100	78,50	35,00	3,50	

**Tabelle 84: Anteil der Sitzstangennutzung [in %] der LB-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	04:00	40	2,50	11,04	1,74
	05:00	140	1,79	9,31	,79
	06:00	140	2,50	10,94	,92
	07:00	140	1,07	7,27	,61
	08:00	140	,00	,00	,00
	09:00	140	,71	5,95	,50
	10:00	140	,71	5,95	,50
	10:20	140	,36	4,23	,36
	10:40	140	1,43	8,36	,71
	11:00	140	,36	4,23	,36
	11:20	140	,36	4,23	,36
	11:40	140	,36	4,23	,36
	12:00	140	,71	5,95	,50
	12:20	140	,36	4,23	,36
	12:40	140	,36	4,23	,36
	13:00	140	1,43	8,36	,71
	13:20	100	,50	5,00	,50
	13:40	100	,00	,00	,00
	14:00	140	,36	4,23	,36
	14:20	100	,00	,00	,00
	14:40	100	,00	,00	,00
	15:00	140	,71	5,95	,50
	15:20	60	,00	,00	,00
	15:40	60	,00	,00	,00
	16:00	140	,00	,00	,00
	16:20	60	,83	6,45	,83
	16:40	60	,00	,00	,00
	17:00	140	,00	,00	,00
	17:20	20	2,50	11,18	2,50
	17:40	20	,00	,00	,00
18:00	140	21,79	40,77	3,45	
18:20	20	2,50	11,18	2,50	
18:40	20	5,00	15,39	3,44	
19:00	100	42,00	43,65	4,36	

**Tabelle 85: Anteil des Gefiederpflegeverhaltens [in %] während der Hellphase in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	1 x/d	420	14,29	30,28	1,48
	2 x/d	500	12,20	26,88	1,20
	3 x/d	580	9,05	23,14	,96
	4 x/d	660	1,67	8,98	,35
	3 x/d	580	2,33	10,54	,44
	2 x/d	500	13,40	26,49	1,18
	1 x/d	420	18,45	31,07	1,52
<b>LB</b>	1 x/d	420	10,60	26,32	1,28
	2 x/d	500	10,20	24,84	1,11
	3 x/d	580	6,55	21,20	,88
	4 x/d	660	,61	5,48	,21
	3 x/d	580	,43	4,63	,19
	2 x/d	500	14,30	27,79	1,24
	1 x/d	420	18,10	31,75	1,55

**Tabelle 86: Anteil des Gefiederpflegeverhaltens [in %] der LSL-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	04:00	40	28,75	39,04	6,17
	05:00	140	17,50	32,26	2,73
	06:00	140	7,86	21,01	1,78
	07:00	140	14,64	27,15	2,29
	08:00	140	14,29	26,34	2,23
	09:00	140	14,29	28,31	2,39
	10:00	140	10,00	21,79	1,84
	10:20	140	11,43	24,98	2,11
	10:40	140	7,14	22,89	1,93
	11:00	140	2,50	10,94	,92
	11:20	140	9,29	22,91	1,94
	11:40	140	13,93	29,42	2,49
	12:00	140	18,57	31,36	2,65
	12:20	140	17,86	30,62	2,59
	12:40	140	15,36	30,52	2,58
	13:00	140	6,79	21,80	1,84
	13:20	100	2,50	10,95	1,10
	13:40	100	8,50	23,63	2,36
	14:00	140	12,86	26,40	2,23
	14:20	100	8,00	20,99	2,10
	14:40	100	7,00	20,13	2,01
	15:00	140	5,36	18,68	1,58
	15:20	60	,83	6,45	,83
	15:40	60	,83	6,45	,83
	16:00	140	3,57	14,25	1,20
	16:20	60	,83	6,45	,83
	16:40	60	4,17	16,70	2,16
	17:00	140	6,43	19,75	1,67
	17:20	20	,00	,00	,00
	17:40	20	,00	,00	,00
18:00	140	4,64	18,87	1,59	
18:20	20	,00	,00	,00	
18:40	20	,00	,00	,00	
19:00	100	1,00	7,04	,70	

**Tabelle 87: Anteil des Gefiederpflegeverhaltens [in %] der LB-Hennen im Tagesverlauf während der Hellphase (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LB	04:00	40	15,00	28,19	4,46
	05:00	140	8,93	21,85	1,85
	06:00	140	12,14	28,05	2,37
	07:00	140	13,93	28,17	2,38
	08:00	140	12,86	27,07	2,29
	09:00	140	13,57	28,67	2,42
	10:00	140	13,21	29,75	2,51
	10:20	140	10,00	24,87	2,10
	10:40	140	5,00	19,25	1,63
	11:00	140	2,14	10,16	,86
	11:20	140	7,86	22,66	1,91
	11:40	140	17,50	31,69	2,68
	12:00	140	12,50	28,21	2,38
	12:20	140	15,36	30,52	2,58
	12:40	140	9,64	25,37	2,14
	13:00	140	7,14	22,09	1,87
	13:20	100	4,50	14,38	1,44
	13:40	100	5,50	17,25	1,73
	14:00	140	10,36	25,09	2,12
	14:20	100	3,50	12,82	1,28
	14:40	100	4,00	15,37	1,54
	15:00	140	5,71	19,97	1,69
	15:20	60	,00	,00	,00
	15:40	60	,00	,00	,00
	16:00	140	2,86	14,41	1,22
	16:20	60	,00	,00	,00
	16:40	60	,00	,00	,00
	17:00	140	1,43	10,29	,87
	17:20	20	,00	,00	,00
	17:40	20	,00	,00	,00
18:00	140	4,64	15,75	1,33	
18:20	20	,00	,00	,00	
18:40	20	,00	,00	,00	
19:00	100	2,50	13,06	1,31	

**Tabelle 88: Anteil des Futterraufnahmeverhaltens [in %] während der Hellphase in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1 x/d	420	18,21	31,21	1,52
	2 x/d	500	17,10	30,89	1,38
	3 x/d	580	11,90	27,03	1,12
	4 x/d	660	12,35	24,69	,96
	3 x/d	580	17,24	28,87	1,20
	2 x/d	500	15,80	28,84	1,29
	1 x/d	420	16,07	28,44	1,39
LB	1 x/d	420	17,26	32,12	1,57
	2 x/d	500	12,90	27,57	1,23
	3 x/d	580	12,59	26,71	1,11
	4 x/d	660	14,17	27,41	1,07
	3 x/d	580	10,60	23,96	,99
	2 x/d	500	9,40	22,20	,99
	1 x/d	420	12,26	26,50	1,29

**Tabelle 89: Anteil des Wasseraufnahmeverhaltens [in %] während der Hellphase in Abhängigkeit der Einstreuhäufigkeit und der Legelinie (EH = Einstreuhäufigkeit, n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	EH	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	1 x/d	420	5,36	18,63	,91
	2 x/d	500	4,50	15,98	,71
	3 x/d	580	4,48	18,04	,75
	4 x/d	660	5,83	17,42	,68
	3 x/d	580	4,57	15,29	,63
	2 x/d	500	5,20	17,71	,79
	1 x/d	420	5,71	18,36	,90
LB	1 x/d	420	2,86	13,95	,68
	2 x/d	500	3,60	15,73	,70
	3 x/d	580	4,14	17,14	,71
	4 x/d	660	4,02	14,15	,55
	3 x/d	580	3,79	15,08	,63
	2 x/d	500	2,30	11,83	,53
	1 x/d	420	3,21	13,66	,67

**Tabelle 90: Anteil der Staubbademattennutzung [in %] während der Dunkelphase in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	40	105	,00	,00	,00
	44	105	1,90	9,62	,94
	48	105	5,71	17,42	1,70
	53	105	9,05	20,55	2,01
	57	105	11,90	23,54	2,30
	61	105	12,38	21,68	2,12
	66	105	1,90	9,62	,94
LB	40	105	15,24	31,87	3,11
	44	105	25,71	39,29	3,83
	48	105	12,86	24,05	2,35
	53	105	12,86	23,03	2,25
	57	105	20,95	28,40	2,77
	61	105	22,86	27,76	2,71
	66	105	35,24	31,72	3,10

**Tabelle 91: Anteil der Gitterbodennutzung [in %] während der Dunkelphase in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	40	105	3,81	17,94	1,75
	44	105	10,48	23,71	2,31
	48	105	4,76	17,71	1,73
	53	105	4,29	18,49	1,80
	57	105	3,81	15,02	1,47
	61	105	19,52	29,00	2,83
	66	105	6,67	23,07	2,25
LB	40	105	7,62	20,55	2,01
	44	105	2,38	10,70	1,04
	48	105	11,43	21,10	2,06
	53	105	12,86	23,03	2,25
	57	105	14,76	26,79	2,61
	61	105	17,62	32,51	3,17
	66	105	19,05	26,29	2,57

**Tabelle 92: Anteil der Nestnutzung [in %] während der Dunkelfase in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	40	105	,95	6,87	,67
	44	105	1,90	9,62	,94
	48	105	1,43	8,37	,82
	53	105	4,76	14,75	1,44
	57	105	,95	6,87	,67
	61	105	,00	,00	,00
	66	105	,48	4,88	,48
LB	40	105	1,43	10,87	1,06
	44	105	1,90	9,62	,94
	48	105	9,05	19,34	1,89
	53	105	10,00	20,10	1,96
	57	105	,00	,00	,00
	61	105	,48	4,88	,48
	66	105	,00	,00	,00

**Tabelle 93: Anteil der Sitzstangenutzung [in %] während der Dunkelfase in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
LSL	40	105	95,24	21,40	2,09
	44	105	85,71	27,49	2,68
	48	105	88,10	26,42	2,58
	53	105	81,90	29,52	2,88
	57	105	83,33	29,96	2,92
	61	105	68,10	45,00	4,39
	66	105	90,95	28,40	2,77
LB	40	105	75,71	42,81	4,18
	44	105	70,00	41,95	4,09
	48	105	66,67	42,55	4,15
	53	105	64,29	42,58	4,16
	57	105	64,29	43,14	4,21
	61	105	59,05	40,89	3,99
	66	105	45,71	33,34	3,25

**Tabelle 94: Anteil des Gefiederpflegeverhaltens [in %] während der Dunkelphase in Abhängigkeit der Lebenswoche und der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Lebenswoche	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	40	105	9,52	24,11	2,35
	44	105	13,81	27,29	2,66
	48	105	10,48	24,71	2,41
	53	105	13,33	27,97	2,73
	57	105	5,24	16,88	1,65
	61	105	9,05	23,80	2,32
	66	105	5,24	16,88	1,65
<b>LB</b>	40	105	8,57	22,42	2,19
	44	105	5,24	15,39	1,50
	48	105	9,52	22,03	2,15
	53	105	12,86	27,76	2,71
	57	105	17,14	29,28	2,86
	61	105	15,71	29,67	2,90
	66	105	10,95	24,00	2,34

**Tabelle 95: Anteil des Gefiederpflegeverhaltens [in %] während der Dunkelphase in Abhängigkeit der Legelinie (n = Anzahl der Beobachtungen)**

Legelinie	Zeitpunkt	n	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
<b>LSL</b>	00:00	35	14,29	25,93	4,38
	00:30	35	11,43	24,51	4,14
	01:00	35	7,14	17,75	3,00
	01:30	35	8,57	22,64	3,83
	02:00	35	5,71	16,14	2,73
	02:30	35	7,14	21,50	3,63
	03:00	35	10,00	20,29	3,43
	03:30	35	4,29	14,20	2,40
	04:00	35	12,86	30,54	5,16
	04:30	25	14,00	30,69	6,14
	05:00	25	24,00	41,13	8,23
	18:00	10	20,00	34,96	11,06
	18:30	10	,00	,00	,00
	19:00	35	5,71	16,14	2,73
	19:30	35	1,43	8,45	1,43
	20:00	35	,00	,00	,00
	20:30	35	5,71	16,14	2,73
	21:00	35	11,43	24,51	4,14
	21:30	35	11,43	21,30	3,60
	22:00	35	8,57	25,68	4,34
	22:30	35	12,86	28,03	4,74
	23:00	35	5,71	20,19	3,41
	23:30	35	22,86	35,03	5,92
<b>LB</b>	00:00	35	10,00	26,57	4,49
	00:30	35	11,43	24,51	4,14
	01:00	35	4,29	14,20	2,40
	01:30	35	14,29	31,09	5,25
	02:00	35	7,14	24,68	4,17
	02:30	35	12,86	25,27	4,27
	03:00	35	12,86	25,27	4,27
	03:30	35	17,14	29,56	5,00
	04:00	35	11,43	21,30	3,60
	04:30	25	44,00	39,05	7,81
	05:00	25	12,00	21,79	4,36
	18:00	10	5,00	15,81	5,00
	18:30	10	5,00	15,81	5,00
	19:00	35	,00	,00	,00
	19:30	35	7,14	17,75	3,00
	20:00	35	4,29	14,20	2,40
	20:30	35	11,43	24,51	4,14
	21:00	35	12,86	28,03	4,74
	21:30	35	12,86	25,27	4,27
	22:00	35	12,86	28,03	4,74
	22:30	35	11,43	21,30	3,60
	23:00	35	11,43	27,35	4,62
	23:30	35	11,43	24,51	4,14

## 11. Danksagung

Herrn Univ.-Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich für die Überlassung des interessanten Themas und die mir jederzeit gewährte freundliche Unterstützung, Beratung und die Endkorrektur bei der Anfertigung dieser Arbeit danken.

Frau Dr. S. Bergmann möchte ich herzlich für die sehr gute Betreuung der Arbeit bedanken, insbesondere für die aktive und hilfreiche Unterstützung während des praktischen Teils und das Engagement beim Korrekturlesen meiner Dissertation.

Ebenso möchte ich mich bei Frau Dr. E. Heyn und Frau Dr. C. Schweizer für die Hilfe bei der Durchführung des Versuches bedanken.

Ein herzlicher Dank gilt dem Laborpersonal, Frau N. Zobel, Frau K. Schuster und Herrn H. Kuchler sowie Herrn C. Strobl möchte ich für die Einrichtung der computertechnischen Arbeit danken.

Den TierpflegerInnen Frau A. Unger, Frau B. Krammer und Herrn A. Schöffmann und allen anderen MitarbeiterInnen des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU sowie den PraktikantInnen danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung.

Sehr dankbar bin ich auch Herrn Prof. Dr. R. Korbelt und den MitarbeiterInnen der Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Zierfische der LMU München für die pathologischen Untersuchungen sowie die Kotuntersuchungen.

Vielen Dank für die Hilfe von StabLab der LMU München, im Besonderen von Herrn Prof. H. Küchenhoff und Herrn S. Shao bei der statistischen Auswertung.

Allen Freunden, insbesondere Eva-Maria Rottach, Amrei Probst, Christoph Hinterseher, Arim Suh, Ho-Eun Kim und Kyong-Hee Lee danke ich für die aufmunternden Worte und die Unterstützung als ich Schwierigkeiten hatte.

Ein ganz herzliches Dankeschön geht an meine Eltern, Un-Young Lee und Gwang-Hee Lee, für die Liebe, Vertrauen und finanzielle Unterstützung. Ein besonders großer Dank geht an Gott und meine kürzlich verstorbene Großmutter.

(아낌없는 사랑과 믿음으로 저를 지원해주신 부모님께 이 논문을 바칩니다. 감사합니다. 사랑합니다. 타지에 나와있는 저를 한결같이 응원해주고 힘이 되어준 한국에 있는 친구들에게도 진심으로 고맙습니다)