

**Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie zur
Gesundheit und Leistung von Legehennen unterschiedlicher
Linien (LSL, LB, LT) in Volierenhaltung**

Morana Le Bris

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

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

**Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie
zur Gesundheit und Leistung von Legehennen
unterschiedlicher Linien (LSL, LB, LT) in
Volierenhaltung**

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

von

Morana Le Bris

aus

Schwetzingen

München 2005

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Referent: Univ.-Prof. Dr. M. H. Erhard
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. T. Göbel

Tag der Promotion: 11. Februar 2005

Meiner kleinen und großen Familie

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT	2
2.1	Domestikation des Haushuhns und seine züchterische Entwicklung	2
2.2	Rechtliche Rahmenbedingungen der Hennenhaltung	4
2.3	Struktur der Legehennenhaltung in Deutschland	5
2.4	Haltungsformen für Legehennen	6
2.4.1	Käfigsysteme	6
2.4.2	Bodenhaltung	6
2.5	Leistungs- und Qualitätsparameter	9
2.5.1	Eischalenqualität	9
2.5.2	Eigröße	11
2.6	Physiologische Parameter bei Legehennen	12
2.6.1	Hämatokrit und Hämoglobin	12
2.6.2	Calcium und Phosphor	12
2.6.3	Immunologie	14
2.7	Funktionskreise des Verhaltens von Hühnern	15
2.7.1	Sozialverhalten	15
2.7.2	Fortpflanzungsverhalten	16
2.7.3	Ruheverhalten	17
2.7.4	Ernährungsverhalten	17
2.7.5	Komfortverhalten	18
2.8	Verhaltensstörungen der Legehennen	18
2.8.1	Federfressen	18
2.8.2	Federpicken	19
2.8.3	Kannibalismus	19
2.9	Funktionen des Gefieders bei Legehennen	20
3	TIERE, MATERIAL UND METHODE	21
3.1	Tiere	21
3.2	Stall	21
3.3	Stallmanagement	24
3.3.1	Hygiene und tägliche Kontrolle der Bestandsgesundheit	24
3.3.2	Prophylaxe (Impfungen)	25
3.4	Erfassung von Produktionsparametern	25
3.4.1	Legeleistung	25
3.4.2	Anteil verlegter Eier	25
3.4.3	Eigewicht	25
3.4.4	Knick-, und Schmutzeier	26
3.4.5	Schalenbruchfestigkeit	26
3.4.6	Dicke der Eischalen	27

3.5	Immunglobulinbestimmung.....	27
3.5.1	Entnahme und Aufbereitung der Eiprobe n	27
3.6	Physiologische Blutparameter.....	27
3.6.1	Blutproben.....	27
3.6.2	Hämatokrit	28
3.6.3	Hämoglobin.....	28
3.6.4	Calcium / Phosphor.....	28
3.7	Verhaltensuntersuchungen.....	32
3.7.1	Videobeobachtung	32
3.7.2	Direktbeobachtung.....	33
3.8	Bonitierung	34
3.8.1	Beurteilung des Gefieders.....	34
3.9	Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	34
4	ERGEBNISSE	36
4.1	Mortalität.....	36
4.2	Eiproduktion	38
4.2.1	Legeleistung.....	38
4.2.2	Eigewicht	40
4.2.3	Anteil verlegter Eier während der Legeperiode.....	41
4.2.4	Knick-/ Brucheier, Windeier und Schmutzeier.....	44
4.2.5	Bruchfestigkeit der Eierschalen	47
4.2.6	Dicke der Eierschalen	49
4.3	IgY-Bestimmung im Eidotter.....	53
4.4	Physiologische Blutparameter.....	55
4.4.1	Hämatokrit	55
4.4.2	Hämoglobin.....	57
4.4.3	Calcium / Phosphor.....	60
4.5	Verhalten.....	64
4.5.1	Videobeobachtung	64
4.5.2	Direktbeobachtung.....	66
4.6	Bonitierung der Legehennen.....	69
4.6.1	Beurteilung des Gefieders.....	69
4.7	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse in einer Rangfolge	71
5	DISKUSSION.....	74
5.1	Gesundheit der Hennenherde.....	74
5.2	Eiproduktion	75
5.3	Eiablage und Nestakzeptanz	77
5.4	Eiquantitätsparameter.....	79
5.5	Physiologische Parameter	81
5.6	Hennenverhalten in der Voliere	83
5.7	Schlussfolgerung.....	87

6	ZUSAMMENFASSUNG	88
7	SUMMARY	91
8	LITERATURVERZEICHNIS	94

Abkürzungen

A.H.	Anfangshenne
D.H.	Durchschnittshenne
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
Ig Y	Immunglobulin der Klasse Y
LB	Lohmann Brown
LSL	Lohmann Selected Leghorn Classic
LT	Lohmann Tradition
n	Anzahl
PBS	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung
ppm	parts per million
TMB	Tetramethylbenzidin
TierSchNutzV	Tierschutz Nutztier Haltungs-Verordnung

1 EINLEITUNG

Das Bundesverfassungsgericht hat im Urteil vom 06. Juli 1999 die damalige Legehennenverordnung für verfassungswidrig erklärt, da sie gegen das Gebot der verhaltensgerechten Unterbringung verstoßen hat. Die EU-Richtlinie (99/74/EG) vom 15. Juni 1999 zur Festsetzung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen wurde durch die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) vom 25. Oktober 2001 (geändert am 28. Februar 2002) in deutsches Recht überführt. Demnach ist ab 2012 die Käfighaltung in Deutschland verboten und es sind nur noch alternative Haltungen (Bodenhaltung inklusive Voliere und Freilandhaltung) erlaubt.

Bestandteil der zur Zeit stattfindenden Diskussion um die „Kleinvoliere“ ist die Höhe von zwei Metern in den jeweiligen Stalleinheiten.

Diese Entwicklung stellt eine Herausforderung für die Wissenschaft dar, da in kürzester Zeit eine Umstellung der Haltungssysteme erfolgen muss. Derzeit werden noch ca. 83% der Legehennen in Batteriekäfigen gehalten. Entscheidend ist es, Systeme so zu entwickeln und darauf hin zu überprüfen, dass sich durch tiergerechtere Haltungsformen im Rahmen des Wettbewerbs nicht existentielle wirtschaftliche Nachteile für den Tierhalter ergeben. Dieser Aspekt hat in den letzten Jahren zu Entwicklungen einer Vielzahl von Volierensystemen geführt, in denen die Tiere die gesamte Raumstruktur des Stalles nutzen können, wodurch höhere Besatzdichten bei gleichzeitigem Angebot von ausreichendem Bewegungsraum möglich sind im Gegensatz zu einer Boden- oder Freilandhaltung.

Ausschlaggebend ist die Fragestellung, mit welchem Raumangebot pro Tier eine tiergerechte und belastungsarme Volierenhaltung möglich ist, unter Berücksichtigung einer geeigneten Hennenlinie, die gleichzeitig ethologischen und ökonomischen Erfordernissen Rechnung trägt und wie sich die alternative Haltungsform auf die Legehennen auswirkt.

Ziel dieser Arbeit ist es, drei unterschiedliche Legehennenlinien auf ihre Eignung in einer Volierenhaltung unter Einbeziehung verschiedener Parameter wie Gesundheit, Leistung und Verhalten wissenschaftlich zu untersuchen. Zusätzlich wurde eine Linie in unterschiedlicher Besatzdichte untersucht.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Domestikation des Haushuhns und seine züchterische Entwicklung

DARWIN (1887) zufolge kann für das Haushuhn als wilde Stammform nur das Bankivahuhn in Betracht kommen. Das Zentrum seiner Domestikation liegt in Südostasien (PETERS, 1913). Die Ausbreitung begann ca. 2000 v. Chr. über das Gangestal nach Vorderindien und gelangte im 14. oder 15. Jahrhundert n. Chr. nach China. Der Nutzen bestand in der Fleischgewinnung, der Legeleistung, der Aggressivität der Hähne (Hahnenwettkämpfe) sowie dem morgendlichen Krähen der Hähne bei Sonnenaufgang. Aus den Wildhühnern ließen sich aufgrund schneller Generationsfolgen leicht Zuchtstämme aufbauen. So breitete sich das Haushuhn in einer Vielzahl anerkannter Rassen über die ganze Welt aus (RAETHEL, 1991) und ist heute auf Lege- bzw. Mastleistung selektiert. Der hohe Kapitalaufwand hat eine Dreiteilung in der Geflügelwirtschaft zur Folge:

Tabelle 1:

Organisation der Wirtschaftsgeflügelzucht

(SCHOLTYSSSEK und DOLL, 1978)

I. Zuchtbetriebe	Besitzer der Ausgangslinien, die das Zuchttier für den Legehennenhalter bzw. Mäster züchten und Elterntierküken zur Vermehrung verkaufen.
II. Vermehrungsbetriebe	Betriebe, die von den Züchtern Elterntiere erhalten und Küken für die Produktionsbetriebe herstellen.
III. Produktionsbetriebe a) Legehennenhalter	Besitzer der Legehennen. Hennen werden ein Legejahr bzw. ein verlängertes Legejahr (manchmal über eine Zwangsmauser hinaus) gehalten. Eine Weiterzucht ist nicht möglich.
b) Mäster	Besitzer der Mastküken. Diese werden bis zum gewünschten Mastendgewicht gehalten.

Vor rund 40 Jahren ist laut der UFA AG (2004) die einheimische Zucht fast vollständig ins Ausland verlagert worden. Die Legehybriden der letzten Jahre waren vorwiegend weiße Leghorn-Hühner. Um auf die Wünsche der Verbraucher nach braunschaligen

Eiern einzugehen, wurden New Hampshire bzw. New Hampshire-Kreuzungen zu Braunleger-Hybriden weiter gezüchtet. Die modernen Hybridherkünfte zeigen eine enorme Leistungsfähigkeit. Die biologische Grenze der Legehennen ist durch das natürliche Intervall der Eireifung im Uterus gegeben. Zuchtverbesserungen sind nur noch in der Schalenstabilität denkbar (SCHOLTY SSEK und DOLL, 1978).

Der überwiegende Teil der Legehennen wird in Käfighaltung gehalten. Durch die neue rechtliche Situation stellt die züchterische Entwicklung von Legelinien mit besonderer Eignung für alternative Haltungssysteme eine große Herausforderung für den Tierzüchter dar. Aus diesem Grund wurde in den letzten Jahren die Selektion von Legelinien vorangetrieben, die für alternative Haltungsformen besonders geeignet waren (KAMPHUES, 2003):

Lohmann Tradition (LT)

Die Legelinie Lohmann Tradition (LT), gekreuzt aus einer weißgefiederten Henne der Linie White Rock und einem dunkelbraun gefiederten Hahn der Rhoderländer Linie, zeichnet sich durch ein hellbraunes Federkleid aus. LT weisen ein ruhiges Verhalten und ein schnell ansteigendes Eigewicht bei einheitlicher Schalenfarbe und -stärke auf. Die Spitze der Eierproduktion liegt nach Angaben LOHMANN TIERZUCHT (2004) zufolge bei 90 bis 92%, die durchschnittliche Legeleistung je A.H. bei 81,4% und je D.H. bei 83,2% (gemessen von der 21. bis zur 72. Lebenswoche). Das Eigewicht beträgt in 12 Legemonaten 63,5 bis 64,5 g, Eier je A.H. 295 bis 305 und Eimasse je A.H. 18,8 bis 19,6 kg. KAMPHUES (2003) gibt eine Jahreslegeleistung von 85,6% und ein Eigewicht von 62,2 g an, die Eizahl je A.H. pro Jahr beträgt 243, die Eimasse 15,6 kg pro Jahr. Nach LOHMANN TIERZUCHT (2004) ist die Schalenfestigkeit mit über 35 Newton angegeben. Das Körpergewicht beträgt bei Produktionsende 1,9 bis 2,1 kg, die Verlustrate liegt bei 4 bis 6% (Überlebensfähigkeit 94 bis 96%).

Lohmann Selected Leghorn (LSL)

Die Legelinie Lohmann Selected Leghorn (LSL) geht aus den Elterntieren Weißes Leghorn hervor. Vorteile der LSL sind ruhiges Verhalten, gute Befiederung und hohe Eizahl bei mittlerem Eigewicht. Nach LOHMANN TIERZUCHT (2004) liegt die Ei-Produktionsspitze bei 92 bis 95%, die Legeleistung je A.H. bei 87,7% und je D.H. bei 91,4% (gemessen von der 21. bis 72. Lebenswoche). Eier je A.H. betragen 305 bis 315, Eimasse je A.H. 19,0 bis 20,0 kg und das mittlere Eigewicht liegt bei 62,0 bis 63,0 g. Die Bruchfestigkeit ergibt 40 N. Die Verlustrate beträgt 4 bis 6%. Nach

Untersuchungen KAMPHUES (2003) liegen 97,3% Legeleistung pro Bestandshenne im Wochenmittel vor, 60,8 g Eigewicht und 15,6 kg Eimasse je Anfangshenne.

Lohmann Brown (LB)

Die Legelinie Lohmann Brown (LB) besitzt ein hellbraunes gleichmäßiges Gefieder und einen schlanken Körperbau (1,9 bis 2,1 kg bei Produktionsende). Das hohe Leistungspotential (295 bis 305 Eier je A.H., 18,8 kg bis 19,8 kg Eimasse je A.H.) und das mittlere Eigewicht (63,5 bis 64,5 g) sind mit einer guten Schalenqualität (Bruchfestigkeit über 35 N) gekoppelt. Die Spitze der Eiproduktion liegt bei 92 bis 94%. Die Verlustrate entspricht mit 4 bis 6% den LT-Hennen (LOHMANN TIERZUCHT, 2004).

2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen der Hennenhaltung

Die Schweiz setzte 1981 ein Zeichen und verbot mit der Eidgenössischen Tierschutzverordnung als erstes Land in Europa die Käfighaltung. Seit 01.01.1992 gibt es dort keine Batteriehaltung mehr. In Deutschland erging am 06.07.1999 ein Urteil des Bundesverfassungsgerichts, das die Hennenhaltungsverordnung vom 1987 für nichtig erklärte. Die deutsche Umsetzung der EU-Hennenhaltungsrichtlinie (1999/74/EG) ist mit der „Ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung“ (TierSchNutzV) vom 28. Februar 2002 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil 1 Nr. 16) am 13. März 2002 in Kraft getreten (MAISACK, 2002):

Kurzgefasst enthält sie die Angabe über die zulässige Herdengröße von max. 6000 Hennen pro Einheit, das Käfighaltungsverbot ab dem 01.01.2007 sowie das Verbot ausgestalteter Käfige ab dem Jahr 2012. Eine wirtschaftliche Alternative für die Eiererzeuger bietet möglicherweise die Kleinvoliere, die derzeit als zusätzliche Haltungsform neben der Boden- und Freilandhaltung diskutiert wird. Die genaue Definition steht noch aus, allerdings soll sie Sitzstangen, Staubbadflächen und Nester beinhalten (MÖBIUS et al., 2004). Die Besatzdichte in der Bodenhaltung darf nach TierSchNutzV max. 9 Hennen/m² Stallgrundfläche betragen und in mehretagigen Systemen wie der Voliere max. 18 Hennen/m². Die EU-Bio-Tierhaltungs-Verordnung (1804/1999/EG) gibt mindestens 4 m² Auslauf/Huhn vor. In Zukunft müssen Haltungseinrichtungen nach der TierSchNutzV für Legehennen raumgreifende Bewegungen gestatten und mindestens 2 m hoch sein, um eine physiologische Entwicklung des Skeletts zu gewährleisten. Hennen sollen auf erhöhten Stangen sitzen

und artgemäß fressen, trinken, ruhen, staubbaden und zur Eiablage ein Nest aufsuchen können.

Seit dem 1. Januar 2002 gibt es drei statt fünf Haltungskategorien, Käfig-, Boden- und Freilandhaltung, die seit 01.01.2004 auf jeder Eierpackung angegeben sein müssen (Richtlinie 1999/74/EG; Verordnung (EWG) Nr. 1274/91 Artikel 18 und Anhang III). Jedes Ei muss zusätzlich mit einem Erzeugercode versehen sein, auf dem die Haltungsform, das Herkunftsland und die Nummer des Erzeugerbetriebes verzeichnet sind (ZDG, 2002).

2.3 Struktur der Legehennenhaltung in Deutschland

Deutschland nimmt seit Jahren eine Spitzenposition bei den Importen von Geflügelprodukten ein. Mit einem Anteil bei Schaleneiern von knapp 25% am Welthandel ist es 2002 das bedeutendste Abnehmerland. Gut zwei Drittel des Verbrauches an Konsumeiern können die deutschen Geflügelhalter bisher bereitstellen (WINDHORST, 2002). Durch die neue TierSchNutzV wird eine drastische Verringerung der Eierproduktion und damit des Selbstversorgungsgrades für Eier von 74% auf etwa 35% prognostiziert (WINDHORST, 2003). Die Anzahl der Legehennenbetriebe hat sich in Deutschland in den letzten 10 Jahren bei gleichbleibender Tierzahl mehr als halbiert, so dass eine Eiproduktion auf hohem Intensitätsniveau stattfindet (KREIENBROCK et al., 2003).

Eine eigenständige Bewirtschaftung erscheint demnach erst ab einer Betriebsgröße von 3000 Legehennenplätzen sinnvoll. In dieser Größenordnung existierten nach Umfragen des ZMP (2002/2003) im Jahr 1999 in Deutschland 1326 Betriebe, im Dezember 2003 waren es laut Statistischem Bundesamt nur noch 1210 Betriebe. Die Anzahl der Legehennenhaltungsplätze ist noch deutlicher gesunken. Mit 38,0 Mio. Hennenhaltungsplätze liegt das Volumen im Jahr 2003 um 5,3% niedriger als im Vorjahr (DGS INTERN, 2004).

Im Jahr 2001 lag der Anteil an Käfighaltungen in Deutschland bei 85,4%, Freilandhaltung 7,3%, 6,2% Bodenhaltung, 0,6% Volierenhaltung, 0,45% intensive Auslaufhaltung (ZMP Eier und Geflügel, 2002). Im Vergleich dazu wurden in Belgien, Italien und Finnland noch fast 99% der Legehennen in Käfigen gehalten, in Dänemark dagegen nur 70% in Käfigen, 18% in Boden- und 12% in Freilandhaltung.

Im Jahr 2002 gab es in Deutschland 40,3 Mio. Legehennen-Plätze, davon 33,8 Mio. in Käfig-Batteriehaltung. Dies entspricht 83,8% Käfighaltung, 8,6% Freilandhaltung, 6,6%

Bodenhaltung, 0,7% Volierenhaltung und 0,1% intensive Auslaufhaltung (ZMP Eier und Geflügel, 2003).

2.4 Haltungsformen für Legehennen

Das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere sind von den Haltungsbedingungen abhängig und sind im wirtschaftlichen Interesse des Tierhalters. Auf jedes Haltungssystem ist das Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept anzuwenden.

2.4.1 Käfigsysteme

Bei der Haltung von Legehennen unterscheidet man verschiedene Käfigtypen: Stufenkäfige, Etagenkäfige (Batterie) und Flatdeck-Käfige. Die Käfige ermöglichen dem Halter eine bessere Übersicht über die Tiere im Gegensatz zur Bodenhaltung. Durch die Käfighaltung wird ein Kontakt der Tiere mit Krankheitserregern über den Kot weitgehend verhindert, dagegen ist artgerechtes Verhalten (Scharren, Sandbaden, Schwingenschlagen) nicht möglich (BESSEI und DAMME, 1998).

Alternative Käfigsysteme sind die ausgestalteten Käfige nach der EU-Hennenrichtlinie (1999/74/EG), die eine Höhe von 45 cm und eine Bodenfläche von 750 cm²/Tier haben. Diese beinhalten Sitzstangen, Legenester, ein Sandbad und Möglichkeiten zum Krallenabrieb.

2.4.2 Bodenhaltung

Als **Bodenhaltung** gelten Haltungen auf einer Ebene. Es handelt sich meist um geschlossene Hallen mit Tiefstreu im Scharraum, Kotkasten, der etwa 2/3 der Stallgrundfläche einnimmt sowie dem Angebot von Sitzstangen und Legenestern. Die Besatzdichte kann bis zu max. 9 Tiere/m² nutzbarer Fläche betragen (OESTER et al., 1997). In der Legehennenhaltung müssen nach TierSchNutzV Gebäude mit Lichtöffnungen (mindestens 3% der Grundfläche) ausgestattet sein, so dass Tageslicht einfallen kann (PETERMANN, 2003).

Die Gitterrosthaltung definieren FÖLSCH et al. (1989) auch als Schrägbodenhaltung, Pennsylvania-, Dänen- und Bressleraufstallung. Die Haltung erfolgt in einer geschlossenen Halle, den Tieren stehen weder Auslauf noch Scharraum zur Verfügung. Der Boden ist flach oder geneigt und besteht aus Draht- oder Kunststoffgitter, auf dem

Sitzstangen (mind. 15 cm pro Henne), Tränken und Legenester befestigt sind. Der gesamte Raum darunter stellt die Kotgrube dar (FÖLSCH et al., 1989; PETERMANN, 2003; OESTER, 2004).

Volierensysteme werden nach der TierSchNutzV zur Bodenhaltung gezählt. Um die für die Tiere nutzbare Fläche zu vergrößern wurden erhöhte Plattformen in der Bodenhaltung installiert, wodurch eine höhere Besatzdichte erreicht werden konnte. Die Entwicklung dieser Stalleinrichtung ermöglicht den Hennen eine große Bewegungsfreiheit, die Ausübung ihres arttypischen Verhaltens, und ist zugleich eine wirtschaftliche Haltungsform (BESSEI und DAMME, 1998).

Die wichtigste Veränderung ist die Auftrennung der Haltungsanlagen in einzelne Funktionsbereiche: Nestbereich, Einstreubereich, Futteraufnahme- und Tränke- sowie Ruhebereich (OESTER, 2004) und die Bewegungsfreiheit der Tiere auf mehreren Ebenen (FRÖHLICH, 1990; MORGENSTERN und LOBSIGER, 1994).

Moderne Volieren besitzen Etagensysteme mit Zwischenböden zum Auffangen des Kotes. Die maximal vier Etagen können pyramidenförmig in einem zentralen Block oder ähnlich offenen Käfigblöcken angeordnet sein. Jede Ebene kann über Anflug- und Sitzstangen erreicht werden. Zwischen den Etagen muss eine Mindesthöhe von 45 cm eingehalten werden. Entmistet werden die Etagensysteme über Kotbänder oder über einen zentral gelegenen Kotschacht. Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen müssen gleichmäßig verteilt sein. Die Legenester, ebenfalls mit Sitzstangen, liegen an den Außenwänden der Ställe oder können mittig platziert sein und sind in verschiedenen Höhen angebracht. Als Scharraum stehen die Kontrollgänge und die Bereiche unter den Volierenblöcken zur Verfügung. Durch die mehreren Ebenen kann dem Kannibalismus entgegengewirkt werden, jedoch ist der Anteil an Schmutzeiern hoch und die Wärmeisolierung des Stalles erschwert. In einer Volierenhaltung ist ein Besatz von 9 Hennen pro m² nutzbarer Fläche bei maximal 18 Hennen pro m² Stallgrundfläche nach der TierSchNutzV zulässig (FRÖHLICH, 1990; HEIDER und MONREAL, 1992; PETERMANN, 2003).

Die Schweiz ist Vorreiter in der Entwicklung von Etagen- und Volierenhaltungen. Die Systeme müssen von den Herstellern beim Bundesamt für Veterinärwesen auf ein Bewilligungsgesuch hin eingereicht werden, das auf der Tierschutzgesetzgebung von 1981 basiert. Die Hennenhaltung erfolgt in der Schweiz vor allem in vier Systemen: Rhis-Boleg II, Multifloor, Natura, Oli-Voletage; alle mit Varianten (OESTER, 2004).

Von besonderer Bedeutung ist das **Management** jeder Haltungsform (HUBER-EICHER und SEBÖ, 2001). Gerade alternative Haltungssysteme haben hier ihre Hauptprobleme (HOLLE, 2003). Schon in der Aufzucht wird eine spezielle Betreuung der Tiere gefordert. Junghennen müssen lernen die Sitzstangen zu nutzen und die verschiedenen Ebenen einer Voliere anzufliegen (RAUCH, 1991; OESTER, 2004). Die Beschaffenheit der Sitzstangen entscheidet über die Gesundheit der Ständer (BARTUSSEK, 1995), jedoch ist eine ideale Sitzstange, die Fußballen optimal entlastet, noch nicht gefunden (OESTER, 2004). Sitzstangen ermöglichen den Tieren sich zurückzuziehen, nachts aufzubaumen, mindern Federpicken und führen zu ruhigeren Herden (OESTER, 2004).

Die Tierkontrolle und das Einsammeln verlegter Eier zwischen Volierenblöcken sind aufwendiger, die Nestnutzung muss erst erlernt werden (PETERMANN, 2003). In der Volierenhaltung wird der Scharraum zu Beginn der Einstallung abgegrenzt, um verlegte Eier zu vermeiden. Dies hat zur Folge, dass sich kurzfristig die Besatzdichte erhöht und somit die Verhaltensstörungen wie „Federpicken“ gefördert werden können (PETERMANN, 2003).

Um diese Gefahr des Federpickens in der Kükenaufzucht zu reduzieren, bietet frische Einstreu den Küken Ablenkung und sollte schon vom ersten Tag an angeboten werden (HUBER-EICHER und SEBÖ, 2001; OESTER, 2004). Die Einstreudicke, optimal gelten 5 bis 15 cm, ist nach BARTUSSEK (1995) bedeutend für das Scharr- und Sandbadeverhalten und für die Wärmedämmung des Bodens (Vermeidung von Kondenswasser).

Natürliches Licht hat Einfluss auf Gesundheit, Stoffwechsellistung und Fruchtbarkeit und löst im Scharraum Sandbadeverhalten aus. In den ersten 4 bis 6 Wochen allerdings sollte die Lichtintensität reduziert sein (Fensteranstrich, Folien), um Kannibalismus vorzubeugen. Die Tiere reagieren auf Licht nervös und zeigen erhöhte Lokomotion (BARTUSSEK, 1995; VOGT-KAUTE, 1999; OESTER, 2004).

Schadgasgehalte (CO_2 und NH_3) belasten die Schleimhäute der Augen und der Atemwege. Sie sinken mit steigender Lüfrate, steigen mit der Stalltemperatur und sind vom „Entsorgungsmanagement“ abhängig. Ideal wären eine tägliche Entmistung, eine Vermeidung feuchter Bedingungen in der Kotgrube und eine gute Durchlüftung des Kotbereiches (HEIDER und MONREAL, 1992; BARTUSSEK, 1995).

Der Lärmpegel im Stall sollte bei den Ventilatorengeräuschen oder auch bei der Tierbetreuung möglichst gering gehalten werden, auch wird durch extremen Lärm die Schalenbildung der Eier gestört (BARTUSSEK, 1995; APPLEBY et al., 2004).

Allgemein liegen die Verlustraten in alternativen Haltungsformen nach PETERMANN (2003) und HÖRNING (2003) im Vergleich zur Käfighaltung relativ hoch (12 bis 18% gegenüber 5 bis 8%). Einige Gründe sind die großen Tiergruppen, das eventuell verwendete Ökofutter und die daraus resultierende Mangelversorgung mit Eiweiß und Aminosäuren sowie das Problem Kannibalismus (DAMME 2003) und krankheitsbedingte Abgänge durch E. coli und Parasiten (BAUMANN, 2003; OESTER, 2004).

2.5 Leistungs- und Qualitätsparameter

Der täglich registrierte Eieranfall gibt als Prozentwert, bezogen auf die Tierzahl, Auskunft über die Legeleistung der Herde. Eigewicht und Schalenstabilität sind gleichermaßen diagnostisch wertvoll.

Der Legebeginn, ca. 22. Lebenswoche, ist ab einer 10%igen Herdenlegeleistung erreicht. Von der Legereife spricht man ab einer dreitägigen über 50%igen Legeleistung. Laut HÖRNING (2003) beträgt in Deutschland (alle gemeldeten Betriebe und Haltungsformen zusammengefasst) die durchschnittliche Legeleistung von Hybriden 236 Eier pro Huhn pro Jahr, nach ZMP-Marktbilanz (2002) allerdings 275 Eier/Huhn/Jahr für das Jahr 2001. Bei mehrjähriger Nutzung der Hennen entsteht ein deutlicher Leistungsabfall.

2.5.1 Eischalenqualität

Die Eischale besteht aus den Eimembranen, dem Eihäutchen und der Kalkschale. Diese hat nach NICHELMANN (1992) eine Dicke von 0,3 bis 0,4 mm. Die Trockensubstanz der Kalkschale besteht zu 98% aus Calciumcarbonat und zu 2% aus Proteinen. Für die Eischalenbildung wird Calcium aus dem Skelett mobilisiert (LEYENDECKER et al., 2002). Bereits im Isthmus treten erste Verkalkungsprozesse auf. Voll ausgebildet wird die Kalkschale innerhalb 19 Stunden in der Schalendrüse. Durch den Flüssigkeitsaustausch zwischen Uteruslumen und Eiklar entstehen die Poren der Kalkschale (NICHELMANN, 1992). Die Schalenstabilität ist ein wichtiges

Selektionskriterium und Verkaufsargument, die Bruchfestigkeit ist ausschlaggebend für die Entstehung von Knick- und Brucheiern (LEYENDECKER et al., 2001; FLOCK, 1994; FEHLHABER und JANETSCHKE, 1992). Zu Beginn der Legeperiode beträgt sie im Schnitt 40 bis 60 N, gegen Ende sinkt sie auf etwa 25 bis 30 N (GRASHORN, 2004). Sie steht in Zusammenhang mit der Schalendicke und der Schalendichte. Legeleistungsprüfungen stellten eine deutliche Steigerung der Bruchfestigkeit bei LSL im Vergleich zu LB fest: In den Prüffahren 1992/1993 ergaben sich für die LSL Durchschnittswerte von 36,7 N und für die LB 34,2 N (FLOCK, 1994). Alle Faktoren, die die Eischalenbildung hemmen, verschlechtern die Schalenqualität und damit die Bruchfestigkeit der Eier. Zu ihnen zählen:

Hormonaler Status. Mauser und Zwangsmäuser aktivieren den Calciumstoffwechsel durch hormonale Umstellungen, so dass anschließend wieder eine gute Eischalenqualität vorliegt (NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999).

Infektionskrankheiten. Erkrankungen wie die Infektiöse Bronchitis oder die atypische Geflügelpest verursachen Funktionsstörungen in den Zellen der Schalendrüsenschleimhaut. Dies führt zu Veränderungen in der Eiform sowie zu einer Verschlechterung der Schalenqualität (NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999; GRASHORN, 2004).

Calciummangel: Ein Mangel an Calcium und Vitamin D im Futter verursachen eine Calciumverarmung des Organismus. Der Anteil an Knickeiern steigt. Innerhalb 4 Tage wird die Legetätigkeit eingestellt (LÖHLE, 1992; NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999).

Hohe Umgebungstemperaturen. Bei Temperaturen über 21 °C nimmt die Schalenqualität ab. Ausgelöst wird dies durch verringerte Futteraufnahmen, gehemmte Calciumresorptionen im Magen-Darm-Kanal, Anstieg des pH-Wertes im Blutplasma sowie verringerte Parathormonausschüttung (LÖHLE, 1992; NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999; GRASHORN, 2004).

Alter der Legehennen. Am Ende der Legeperiode kommt es zu Störungen des Calciumstoffwechsels, Umbauprozesse in den Knochen sind verlangsamt und die Aktivität der Carboanhydrase gesunken. Das Resultat sind dünnschalige Eier, Lichtsprung-, Knick- und Bruch Eier. (NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999; CORDTS et al., 2001; GRASHORN, 2004).

Tageszeit. Nach LEWIS et al. (1994) lässt sich die Eischalenqualität durch Hell-Dunkel-Zyklen leicht manipulieren. Werden Legehennen einem Licht-Dunkel-Rhythmus von weniger als 24 Stunden ausgesetzt, so erreicht man eine Erhöhung des Eischalengewichts (NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999).

Ruhestörungen. Herrscht große Aufregung im Stall oder werden die Hennen in der Phase der Eischalenbildung gestört, aufgeschreckt oder beunruhigt, entstehen weiche oder rissige Eischalen (APPLEBY et al., 2004).

2.5.2 Eigröße

Das Eigewicht einer Legehennenherde schwankt zwischen 40 bis 90 g pro Tier (GRASHORN, 2004). Ausschlaggebend ist die Herkunft der Henne (Weißleger 62 bis 63 g/Ei oder Braunleger 65 bis 67 g/Ei), die Körpergröße und das Alter - gegen Ende der Legeperiode steigt das Eigewicht. Wird die erwartete Eigröße (MEYER et al, 1999) in den ersten Legewochen nicht erreicht, kann die Ursache in einer zu frühen Legereife (PINGEL und JEROCH, 1980) infolge intensiver Fütterung oder Beleuchtung der Junghennen liegen. Ebenso kann Untergewicht der Hennen zu Legebeginn durch überzogene Futterrestriktion eine Rolle spielen. Tritt eine verminderte Eigröße erst im Laufe der Legeperiode auf, so können futterbedingte Mängel eine Ursache sein wie z.B. Methionin-, Cystin-, Protein-, Lysin-, Energie-, Linolsäure- oder Wassermangel (PINGEL und JEROCH, 1980). Auch zu hohe Umgebungstemperaturen beeinflussen die Eigröße negativ. Einige Krankheiten wie Infektiöse Bronchitis, Newcastle Disease, Lebererkrankungen sowie Intoxikationen führen ebenfalls zu verminderter Eigröße (MEYER et al., 1999; GRASHORN, 2004).

2.6 Physiologische Parameter bei Legehennen

SIEGMANN (1992) erklärt die große Schwankungsbreite der physiologischen Werte bei den Vögeln im Vergleich zu den Säugern phylogenetisch. Selbst bei Berücksichtigung alters-, geschlechts- und rassebedingter Abweichungen haben dadurch Untersuchungen nur eine eingegrenzte diagnostische Bedeutung.

2.6.1 Hämatokrit und Hämoglobin

Richtwerte nach SIEGMANN (1992), in HEIDER und MONREAL (1992):

<i>Parameter</i>	<i>Huhn</i>
Hämoglobin, g/dl	10
Hämatokrit, %	45

Der relative Volumenanteil der Erythrozyten im Blut ist nach FREEMAN (1971) von der Ovulation abhängig. So liegt er zwischen 19,0 bis 30,9% bei ovulierenden Hennen und zwischen 28,8 und 33,0% bei nicht ovulierenden Hennen. Östrogenbedingt nimmt die Erythrozytenzahl vor Beginn der Legereife ab und steigt kontinuierlich gegen Ende des Produktionsjahres. Schadgase wie Ammoniak in der Stallluft nehmen ebenfalls Einfluss. Bereits Konzentrationen von 13 bis 26 ppm NH₃ führen zu einem Absinken der Erythrozytenzahl und des Hämoglobingehaltes (ADAM, 1973).

2.6.2 Calcium und Phosphor

Calcium spielt eine wesentliche Rolle bei vielen Zellfunktionen. Intrazellulär bei der Muskelkontraktion und im Glycogenstoffwechsel, extrazellulär bei der Mineralisation der Knochen, bei der Blutgerinnung und bei der Übertragung von Nervenimpulsen (JELKMANN und SINOWATZ, 1996). Der Einbau von Calcium und Carbonat in die Eischale erfolgt über 2 Mechanismen. Calcium wird mit dem Futter aufgenommen und liegt entweder als Phosphatverbindung in den Knochen vor oder gelangt direkt über das Blut in den Uterus (Ca-Konzentration im Serum 10 bis 20 mg%). Hochleistungshennen scheiden nach Angaben NICHELMANN (1992) zufolge 10% des Körpercalciums pro Tag mit dem Ei aus, wobei 5 g Calciumcarbonat für die Bildung einer Eischale benötigt

werden. Ist der Calciumstoffwechsel gestört, treten erhebliche Leistungseinbußen bei Legehennen auf und auch die Qualität der Bruteier wird vermindert. Carbonat wird aus dem CO₂ des Intermediärstoffwechsels aufgebaut und muss nicht über die Nahrung zugeführt werden (NICHELMANN, 1992).

Der Bedarf an Calcium im Futter beträgt 4,10 bis 4,40 g und an Phosphor (gesamt) 0,60 bis 0,47 g/Henne/Tag (LOHMANN TIERZUCHT, 2004). Eine überdosierte Calciumversorgung über das Futter führt zu einem Anstieg des Calciums im Blutplasma und einer Abnahme des Phosphorgehaltes (KOLB, 1992).

Phosphor liegt im Körper hauptsächlich als Phosphat in der anorganischen Knochensubstanz vor. Im Plasma ist die Phosphorkonzentration mit der Konzentration des Calciums assoziiert, da es als Calciumphosphat vorliegt (JELKMANN und SINOWATZ, 1996). Generell ist die Resorption von Calcium und Phosphat von dem Gehalt und der Verfügbarkeit im Futter (Geflügel können aus Phytinphosphat nur ca. 8% Phosphat resorbieren) und von dem Bedarf an Mineralstoffen abhängig:

Je höher der Bedarf, desto größer die Verwertung, z.B. steigt vor Beginn der Legetätigkeit die Ca-Verwertung an. Nach YOUNG (1985) liegen folgende Bedarfswerte in der Futterzusammensetzung vor:

<i>Mineralstoffe</i>	<i>Küken</i>	<i>Legehennen</i>
Calcium, in %	1,0	3,7
P, verfügbar, in %	0,5	0,45

Die Verwertung der Mineralstoffe ist bei einem Ca:P-Verhältnis von 8,5:1 im Futter bei Legehennen am besten. Die Versorgung mit Vitamin D (1,25 Hydroxyvitamin D₂ und D₃) fördert die Resorption von Calcium und Phosphat im Dünndarm.

2.6.3 Immunologie

Im Rahmen der humoralen Immunantwort werden Immunglobuline (Antikörper) gebildet. Die Ig-Klassen der Vogelspezies weisen einige Ähnlichkeiten mit denen der Säuger auf und werden oft als IgM, IgG und IgA bezeichnet (NEUMANN und KALETA, 1992). CHEN et al. (1982) haben auch säugeranaloge IgD und IgE nachgewiesen. Aviäre Immunglobuline im Eidotter besitzen nach LESLIE und CLEM (1969) ein fast identisches Bauprinzip wie das Säuger IgG und wurden deshalb in der Literatur nach Yolk (engl. für Eidotter) auch als IgY benannt. Teilweise bezeichnet man IgG und IgY synonym (SCHADE et al., 1996). Nachfolgend wird unabhängig vom Autor die Bezeichnung IgY verwendet.

Sie werden über einen aktiven Mechanismus aus dem Serum in das Ei transportiert, IgY erreicht über die Blutzirkulation der Follikel über die Dottersackmembran das Eidotter und IgA und IgM über die sekretorische Schleimhaut das Eiklar (KÜHLMANN et al., 1988). Im Hühnerei lassen sich deshalb IgA und IgM nur im Eiweiß nachweisen (ROSE und ORLANS, 1981). IgY, mit einem Molekulargewicht von 165-180 KD, ist mit 6,6 bis 13,5 mg/ml das dominierende Immunglobulin (REES und NORDSKOG, 1981). Die Angaben von ROSE und ORLANS (1981) bewegen sich zwischen 20 und 25 mg/ml im Serum, wobei sie von höheren IgY Konzentrationen im Eidotter ausgehen. AKITA und NAKAI (1993) stellten im Dotter 8 bis 20 mg/ml IgY fest und LÖSCH et al. (1986) bestimmten im Eigelb 3 bis 25 mg/ml IgY, das entspricht je nach Dottergewicht 40 bis 500 mg IgY pro Ei. ERHARD et al. (2000) erfassten bis zu 250 mg IgY pro Dotter.

Die Reaktion von Antigen-Antikörper-Bindung ist von Bedeutung für die Serodiagnostik. Jedes Ig-Molekül ist in der Lage sich an das Antigen zu binden, das seine Produktion ausgelöst hat (NEUMANN und KALETA, 1992). Dies Reaktionsprinzip dient der Inaktivierung von bakteriellen Toxinen, der Virusneutralisation und der Lysis von körperfremden Korpuskeln (Bakterien) oder Zellen (GRASHORN, 2004a).

Zur Identifizierung von Dotterimmunoglobulinen dient die Methode des Enzymgebundenen Immunadsorptionstestes (ELISA). Sie ist hochspezifisch und kann für den quantitativen Nachweis von Antikörpern gegen zahlreiche virale, bakterielle und parasitärer Antigene eingesetzt werden (SIEGMANN, 1992). ERHARD et al. (1992) entwickelten mittels monoklonaler Antikörper einen ELISA, der den Nachweis von IgY im Serum, Körperflüssigkeiten und Eigelb ermöglicht.

2.7 Funktionskreise des Verhaltens von Hühnern

2.7.1 Sozialverhalten

Das Verhalten des Hausgeflügels im Vergleich zu den Wildformen ist durch die Domestikation im wesentlichen nicht verändert worden (VESTERGAARD, 1981). Sie streben ein Zusammenleben in kleinen, sozial strukturierten Gruppen möglichst in abgelegenen Gebieten an und formen innerhalb jeder Gruppe eine Rangordnung (KREBS und DAVIES, 1996). Haushühner verfügen nach OESTER et al. (1997) über ein ausgereiftes Kommunikationsverhalten. Sie verständigen sich zum einen über die Körpersprache durch Körperkontakte, z.B. Schnabelpicken, Hacken, und durch arteigene Körperstellungen. Zum anderen verfügen Hühner über eine differenzierte Lautäußerung, die sich in verschiedenste Glückgeräusche differenziert.

Wird bei größeren Gruppen eine reichhaltige strukturierte Umgebung angeboten, sind soziale Auseinandersetzungen nach OESTER et al. (1997) kaum ein Problem.

Unter den Hühnern spielen die zwei Stabilisierungsfaktoren, das Revier und die Bindung an die Gefährten, eine große Rolle. Ihr Territorium (Stall, Nester, Futterstelle) unterscheidet Zonen abnehmender Vertrautheit (Scharraum, Wiese, Hofplatz, Wald). Die Beziehung zwischen den Hühnern, die Hackordnung, sichert innerhalb der Sozialgemeinschaft einen bestimmten sozialen Rang und erlöst nach ENGELMANN (1984) von dem Zwang ständiger Wachsamkeit.

GUHL (1953) bewies mit einer Studie, dass Hennenherden mit bis zu 96 Tieren stabile soziale Gruppen bilden können. In größeren Gruppen wird die Rangordnung nicht wiedererkannt, so dass immer wieder dieselben Kämpfe ausgetragen werden. Mit zunehmender Gruppengröße steigt die Gefahr des Federpickens und des Kannibalismus an (HUBER-EICHER und AUDIGÉ, 1999). Übersteigt die Tierzahl die Möglichkeit, mit jedem Artgenossen Kämpfe auszutragen, so erhöht sich die Reizschwelle und die Aggressionen nehmen wieder ab (HUGHES et al., 1997; NICOL et al., 1999). Bei den Labelorganisationen *BIO SUISSE* und *kagfreiland* liegt nach HIRT et al. (2003) die Herdenobergrenze in Alternativhaltungen der Schweiz bei 500 Tieren.

2.7.1.1 Rangordnung

Hühner halten eine sehr starre Rangordnung ein. Kleine Gruppen bilden lineare und große Gruppen komplexere Rangordnungen, die in Untergruppen aufgeteilt sind

(KREBS und DAVIES, 1996). Die Wirkung einer ranghohen Henne hängt von ihrem Aussehen (Gefiederhaltung aufgeplustert, Schwanz erhoben), von ihrem Auftreten (drohende kampfbereite Körperhaltung), der Beinhaltung (ob gestreckt oder gebeugt) und ihrem Alter ab. Die einzelnen Tiere erkennen sich in kleinen Gruppen zum einen an groben äußeren Rassemerkmalen (Kammform, Gefiederfarbe und Körperbau) und an individuellen Eigenarten, wie Seitenrichtung des Kammes (links oder rechts liegend), dessen Zackenanzahl und den Kehllappen (ENGELMANN, 1984).

Die Rang- oder Hackordnung einer Hühnerherde wird durch soziale Kontakte und Auseinandersetzungen aufrecht erhalten und zeigt sich nach VESTERGAARD (1981) im gegenseitigen Picken, Anspringen, Sporentreten, Drohen, Ausweichen, Imponierverhalten und „irrelevanten“ Bewegungen (Übersprunghandlungen).

2.7.1.2 Aggression

In Gegenwart eines Hahnes schränken erwachsene Hennen ihre Aggressivität stark ein, z.B. gibt es beim Bankivahuhn keine Aggressionen unter Hennen im Umkreis von 3 Metern um den Hahn herum (SAMBRAUS, 1997; ODEN et al., 2000). Auch Haltungsbedingungen beeinflussen die Aggressivität. Bodenhaltungen rufen ein aggressiveres Verhalten hervor als Käfighaltungen, da Hennen ihre Individualzone (1-3 m) ernsthaft verteidigen (ENGELMANN, 1984).

Eine Stabilität in einer Hennengruppe zeigt sich in einer Abnahme der aggressiven Handlungen zwischen den Tieren (ENGELMANN, 1984; NICOL et al., 1999). Die Kämpfe der Hennen sind im Gegensatz zu den Hähnen formlos. Sie nähern sich in einer aufgerichteten Drohhaltung mit tiefen Drohlauten. In ihrer Drohhaltung zeigen sie einen hochgereckten Hals, gesträubtes Halsgefieder und steil aufgerichtete Steuerfedern. Fast bis zur Körperberührung gehen sie aufeinander zu, blicken sich scharf an und gehen unvermittelt zum Angriff über. Folgt keine Untergebung, werden heftige Ansprünge unmittelbar nacheinander durchgeführt ohne zwischengeschaltete Lauerstellung (ENGELMANN, 1984).

2.7.2 Fortpflanzungsverhalten

Aus dem Funktionskreis des Fortpflanzungsverhaltens sind die Eiablage und die damit verbundene Gestaltung von Legenestern in alternativen Haltungssystemen von besonderer Bedeutung. Voraussetzung sind freie Nester, die weich oder eingestreut

sind. Hennen inspizieren unter erhöhter Lokomotion mehrmals den Nestort und weisen einfaches Nestbauverhalten auf. Es folgt das Sitzen im Nest und unter Lautgebung die Eiablage in sogenannter Pinguinstellung (OESTER et al., 1997). Das Verhalten vor der Eiablage ist hormonell (Oestrogen und Progesteron) durch den postovulatorischen Follikel des zu legenden Eies gesteuert (APPLEBY et al., 2004). Nach der Eiablage ruht die Henne auf den Eiern und verteidigt sie (FÖLSCH und VESTERGAARD, 1981; OESTER et al., 1997). Wird dieses Verhalten nicht ermöglicht, treten Störungen, wie stereotype Lokomotion, Verzögerung der Eiablage und Fluchtversuche der Hühner aus den Käfigen, auf (OESTER et al., 1997).

2.7.3 Ruheverhalten

Hühner bevorzugen erhöhte Bereiche zum Ruhen, Übernachten und zur Gefiederpflege. Adäquat zu den Bankivahühnern, die sowohl tags als auch nachts zum Schutz vor Fressfeinden aufbaumen, suchen Haushühner jede Art erhöhter horizontaler Strukturen im Haltungssystem auf (FRÖHLICH und OESTER, 1989). Während des Ruhens halten sie ihren Kopf im Gefieder. Erleben Hühner die Aufzuchtphase in Bodenhaltung, oder früher in Käfighaltung ohne Strukturelemente, sind sie nach der Umstallung in Volieren nicht in der Lage, die angebotenen Sitzstangen oder weit oben gelegene Nestreihen anzufliegen und dort sicher zu landen. Die Folgen sind nach OESTER et al. (1997) gleich zu Beginn der Legeperiode verlegte Bodeneier und, vermutlich eine Nebenwirkung, Kloakenkannibalismus.

2.7.4 Ernährungsverhalten

Typische Verhaltensweisen nach OESTER et al. (1997) sind in diesem Funktionskreis die Elemente: Gehen, Erkunden, Bodenpicken, Scharren und Futterpicken. Die Futtersuche nimmt viel Zeit in Anspruch, ca. 30% der Tageszeit (FÖLSCH und VESTERGAARD, 1981), da Hühner ihr Futter sehr selektiv aufpicken. VESTERGAARD (1981) beschreibt eine gegenseitige Stimulation futterpickender Hühner. Bei natürlicher Nahrungsaufnahme sucht, pickt und scharrt das Huhn intensiv nach abwechslungsreicher Nahrung und schreitet dabei vorwärts (MARTIN, 1979). Durch das energiereiche, ballaststoffarme Legemehl sind die Tiere schnell gesättigt und können ihre Lauf- und Pickenergie nicht befriedigen. Dies kann nach BLOKHUIS (1989) zu einer gestörten Verhaltensorganisation führen. Folge sind stereotypes

Objektpicken, Federpicken oder Kannibalismus (WENNRICH, 1975; BESSEI, 1983). Der Pickdrang richtet sich auf Ersatzobjekte oder geht ins Leere, sog. Pickstereotypien. Die Hennen picken am eigenen oder fremden Gefieder (Federpicken), nach Bodenflecken und nach arteigenen Exkrementen (Kotpicken).

Die Tiere besitzen einen starken Drang, Nahrung frei zu scharren. Die Einstreu hat in diesem Zusammenhang eine wichtige Funktion für das Ernährungs- und Komfortverhalten (SCHENK, 1976; SAVORY et al., 1978; FÖLSCH und VESTERGAARD, 1981).

2.7.5 Komfortverhalten

Nach OESTER et al. (1997) verbringen alle Geflügelarten sehr viel Zeit mit der Gefiederpflege. Sie ordnen, durchstreichen und fetten ihr Federkleid mit Hilfe des Schnabels ein. Die Hauptfunktion des Putzens liegt nicht nur in der Sauberhaltung des Gefieders, sondern vor allem in der Erhaltung der Wärmeisolierung (MARTIN, 1979). Ihren Körper kratzen sie mit Hilfe der Zehenkrallen. Streck- und Dehnbewegungen lockern die Muskulatur, Schüttelbewegungen und Staubbaden dienen dem Wohlbefinden. Hühner baden bevorzugt in einem trockenen, krümeligen Substrat. Auch wenn die Tiere in Stallsystemen ohne Einstreu gehalten werden, z.B. auf Gitterböden, führen sie diese Bewegung durch. Sie baden „trocken“. Als Ersatz versuchen die Hühner im Futter zu baden, im Gefieder der Artgenossen oder auf dem Bodengitter selbst. OESTER (1985) und VESTERGAARD et al. (1993) nennen dies Pseudostaubbaden. Letzterer erkennt in dieser Handlung eine Ursache für das gefürchtete Federpicken.

2.8 Verhaltensstörungen der Legehennen

2.8.1 Federfressen

Manchmal werden ausgezupfte Federn gefressen (APPLEBY et al., 2004). Die genaue Ursache des Federfressens ist bislang unbekannt. WAHLSTRÖM et al. (1998) vermuten als Ursache einen Bedarf an essentiellen Aminosäuren und anderen Stoffen und phylogene Komplexe als Hintergrund. GAULY et al. (2003) sehen einen Zusammenhang von Federfressen, -picken und Kannibalismus mit einer nicht bedarfsgerechten Futtermittellieferung. BRUMMER (1978) beschreibt, dass Hühner nur

frisch ausgezupfte Federn fressen. Entweder rupfen sie die Federn ihren Artgenossen selbst heraus oder sie nehmen frisch gezupfte und zu Boden gefallene Federn anderer auf. Ältere ausgefallene Federn werden nicht gefressen.

2.8.2 Federpicken

Federpicken ist eine Verhaltensanomalie und zählt zu dem Funktionskreis des Nahrungserwerbes. WENNRICH (1974 und 1975), VESTERGAARD (1993), KEELING (1995) und BESSEI (1997) interpretieren Federpicken als fehlgeleitetes Futterpicken und nicht als Aggression. Beobachtet wird die Verhaltensanomalie in allen Haltungssystemen und allen Altersstufen (ACHILLES et al., 2002). Die Hühner picken nach den Federn ihrer Artgenossen, umfassen sie mit dem Schnabel und rupfen sie heraus, dadurch können große, kahle Hautstellen entstehen. Das Picken ist oft auf Federn gerichtet, die beschädigt oder andersartig sind oder von der Silhouette abstehen (MC ADIE und KEELING, 2000). Ausgewachsene Hennen bepicken bevorzugt die Hinterseite anderer, so dass sich die Gefiederschäden von den Schwanzfedern über den gesamten Körper ausdehnen können. HUBER-EICHER und AUDIGÉ (1999) wiesen nach, dass Federpicken bei Besatzdichten über 10 Tieren/m² nutzbare Fläche signifikant häufiger vorkommt als bei niedrigeren Dichten. Federpicken ist weitgehend managementbedingt und abhängig von Aufzucht, Fütterung und Haltung sowie auch genetisch bedingt (BESSEI, 1997; LOISELET, 2004).

Um dieses Problem einzudämmen, ist es wichtig, den Stall mit Pickobjekten oder verschiedenen Einstreumaterialien anzureichern, um das motivierte Picken der Hühner etwas zu befriedigen und von ihren Artgenossen abzulenken (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1989; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998; WEITZENBÜRGER et al., 2003). Auch eine radikale Reduzierung der Besatzdichte hilft, Federpicken zu reduzieren sowie eine kurzfristige Minderung der Lichtintensität (APPLEBY et al., 2004). Oft werden in Beständen vorbeugend die Schnabelspitzen touchiert, um Pickverletzungen milder ausfallen zu lassen (DGS intern, 2004). Bis zum 31.12.2010 ist das Schnabelstutzen noch erlaubt (PRITCHARD, 2003).

2.8.3 Kannibalismus

Kannibalismus bedeutet Picken, Herausreißen und Verletzen der Hautoberfläche anderer Tiere und äußert sich, indem einzelne Gruppenangehörige ihre Artgenossen

angreifen und mit heftigen gezielten Schnabelhieben attackieren (APPLEBY et al., 2004). Gefährdete Partien sind vor allem Kopf sowie Kloakenumgebung, Rücken und Zehen (HUGHES und DUNCAN, 1972; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; APPLEBY et al., 2004). Kannibalismus, oft eine Folgeerscheinung des Federpickens, tritt aber auch eigenständig auf (ALLEN und PERRY, 1975) und kann mit kleinen Blutungen durch Herausreißen der Federkiele entstehen oder wenn offene Wunden an Tieren vorhanden sind. Auch die vorgestülpte Kloake einer eierlegenden Henne lockt andere Hühner zum Bepicken. Das passive Huhn zeigt keine ausgeprägte Fluchtreaktion. Das Picken an der Kloakenschleimhaut kann bis zur Eviszeration des betroffenen Tieres fortschreiten. (ACHILLES et al., 2002). Die Gefahr, dass sich Kannibalismus in einer Herde ausbreitet, ist groß, da die Hennen voneinander lernen (BESSEI, 1983; MARTIN, 1986; ACHILLES et al., 2002).

2.9 Funktionen des Gefieders bei Legehennen

Neben der Wärmeisolierung schützt das Gefieder vor Feuchtigkeit und mechanischen Einwirkungen auf die Haut, es signalisiert Stimmungen bei der Balz, der Feindabwehr und der Rangordnung (KRUIJT, 1964; WOOD-GUSH, 1971) und ermöglicht das Erkennen der Artgenossen (DYCE et al., 1997). Die Wirtschaftlichkeit der Haltung leidet durch die Gefiederschäden und der damit verbundenen verminderten wärmedämmenden Funktion des Federkleides, aus dem ein gesteigerter Futterverbrauch resultiert und eventuell eine erhöhte Mortalitätsrate (DAMME, 1984; BIEDERMANN et al., 1993; HUBER-EICHER, 1998; APPLEBY et al., 2004). Die Ursachen für Gefiederschäden liegen im Abrieb der Federn an Haltungseinrichtungen und an Artgenossen sowie in Verhaltensabweichungen wie Federpicken (WEITZENBÜRGER et al., 2003; APPLEBY et al., 2004). Die Gefiederschäden nehmen im Laufe des Alters zwangsläufig zu, auch steigen sie mit zunehmenden Tierzahlen (ALLEN und PERRY, 1975; HANSEN und BRAASTAD, 1994; APPLEBY et al., 2002). Weiterhin können genetische Herkünfte, die Futterzusammensetzung, das Stallklima und die Temperaturen, ein Ektoparasitenbefall (Milben, Federlinge) sowie Aufzuchtbedingungen einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Gefieders nehmen (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998; ACHILLES et al., 2002).

3 TIERE, MATERIAL UND METHODE

3.1 Tiere

Die im Versuch gehaltenen Leghorn-Hybriden der Linie „Lohmann Brown Classic“ (LB), „Lohmann Tradition“ (LT) und „Lohmann Selected Leghorn Classic“ (LSL) wurden im Alter von 18 Wochen von der Firma Lohmann Tierzucht aus Cuxhaven bezogen. An dieser Stelle möchten wir uns für die kostenlose Überlassung der Tiere bei Herrn Professor Preisinger der Firma Lohmann Tierzucht bedanken.

Die Gruppengröße betrug in 3 Volierenabteilen 117 Hennen, dies entsprach einer Besatzdichte von 18 Hennen/m² Bodenfläche. Im vierten Abteil befanden sich 58 Legehennen und somit eine Besatzdichte von 9 Hennen/m² Bodenfläche.

Die Versuchsdauer belief sich über eine Legeperiode mit 12 Monaten (Einstellung 20.06.2002 und Ausstallung 05.07. 2003).

Die Blutentnahmen wurden gemäß § 8a des Tierschutzgesetzes bei der Regierung von Oberbayern angezeigt (Aktenzeichen: 201.1/211-2531.2-20/02).

3.2 Stall

Der Legehennenstall befindet sich auf dem Gelände der tierärztlichen Fakultät Oberwiesenfeld (OWF) der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Die wärme gedämmten Außenwände des Stalls waren mit Holz verkleidet und der Boden bestand aus einem 50 cm erhöhtem Betonsockel, unter dem sich geschlossene Zugänge zu einem Abfluss befanden. Insgesamt fasste der Stall bei maximaler Besetzung 468 Legehennen (nach dem Volieren-Maßstab der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung 2001, Abschnitt 3, §13 Anforderungen an Haltungseinrichtungen für Legehennen).

Die Volierenanlage (Typ Natura) wurde von der Firma Big Dutchman, Vechta, vertrieben. Für die Untersuchungszwecke wurde die Voliere in vier gleichgroße, identische Abteilungen geteilt. Alle Versuchsgruppen konnten so unter vergleichbaren Umweltbedingungen gehalten werden. Das Einsammeln der Eier erfolgte täglich per Hand.

Die Inneneinrichtung des Stalls besaß 32 Doppellegenester mit einer Fläche von 32x50 cm², angeordnet in zwei Reihen übereinander an einer Wandseite, zwei-etagige Kotbänder mit gummierten Laufgittern, doppelten Futterbahnen und 66 Nippeltränken. Außerhalb der Abteile lag an einer Giebelseite die Futtermittellieferung und an der anderen Seite die Auffangwanne für den Kot. Sitzstangen gab es außen und über den Laufgittern sowie vor den Nestern. Die abgerundeten Stangen bestanden aus Metall bzw. aus Holz mit ovalem Querschnitt.

Innerhalb der Voliere waren vier gleichgeschaltete flimmerfreie Spezialleuchtröhren unter den Nistplätzen angebracht sowie vier Leuchten zwischen Kotband und Bodenfläche. Die Beleuchtung wurde über ein Lichtprogramm geregelt, das über eine Zeitschaltuhr manuell geändert werden konnte (siehe Tab. 2).

Das Lichtprogramm des Stalls umfasste die ersten zwei Wochen 12 Lichtstunden und wurde dann nach und nach auf 16 Lichtstunden und 8 Dunkelstunden hochgefahren. Die Beleuchtung begann um 05:00 Uhr morgens und endete um 21:00 Uhr abends.

Tabelle 2:

Durchschnittliche Beleuchtungsintensität in Lux in verschiedenen Volierenbereichen, gemessen während der Legeperiode

<i>Volierenbereiche</i>	<i>Licht in Lux</i>
Volierenraum Wandbereich	490
Volierenraum 1. Etage (1,00 m)	118
Volierenraum 2. Etage (1,80 m)	44
Scharraum unter Kotband	53
Sitzstangenbereiche	28
Untere Nestreihe	35
Obere Nestreihe	8

Die Lichtquellen befanden sich unter den Nestreihen an einer Längswand in ca. 1 m Höhe und an der gegenüberliegenden Wandseite in einer Höhe von ca. 1,60 m. Pro Volierenabteil waren zwei Lichtröhren à 1,50 m Länge angeordnet. Die Lichtintensität im Volierengang und vorderen Scharraum betrug im Durchschnitt 217 Lux, die abgedunkelten Scharrbereiche unter dem Kotband wurden mit 53 Lux ausgeleuchtet. Die Lichtintensitäten wurden mittels einer Lambda Sonde (Firma Ahlborn,

Holzkirchen) in den verschiedenen Stallbereichen in großräumigen Abständen gemessen und vierteljährlich kontrolliert.

Das Stallklima unterlag minimal einem tages- und jahreszeitlichen Wechsel. Die Lüftungseinrichtung bestand aus einer Temperatur-Sollwert-gesteuerten Unterdrucklüftung. Die Entlüftung erfolgte über senkrechte Entlüftungsschächte, die den Gebäudefirst 1,50 m überragten. Die Zuluftöffnungen waren unter der Decke als Querlüftung angeordnet.

Die Lufttemperatur und die Luftfeuchte (siehe Tab. 3) wurden kontinuierlich mittels eines Thermohygrographen (Firma Lambrecht, Göttingen) erhoben.

Tabelle 3:

Durchschnittliche Temperatur und Luftfeuchte

(Mit Minimal- und Maximal-Angaben des Volierenstalls aus 365 Tagen Legeperiode, vierteljährlich zusammengefasst.)

<i>Monat</i>	<i>Lufttemperatur [°C]</i>			<i>Luftfeuchtigkeit [%]</i>		
	<i>Ø</i>	<i>Min -</i>	<i>Max</i>	<i>Ø</i>	<i>Min -</i>	<i>Max</i>
Juli - September	Ø 21	19 -	25	Ø 70	55 -	85
Oktober - Dezember	Ø 19	16 -	21	Ø 60	40 -	80
Januar- März	Ø 18	16 -	20	Ø 55	45 -	75
April - Juni	Ø 20	17 -	23	Ø65	50 -	80

Die Stalltemperatur betrug im Jahresdurchschnitt ca. 19,5°C und zeigte selbst bei extremen Temperaturunterschieden keine großen Schwankungen.

Ebenso verhielt es sich mit der Luftfeuchtigkeit, sie bewegte sich um die 62,5% im Jahresmittel.

3.3 Stallmanagement

3.3.1 Hygiene und tägliche Kontrolle der Bestandsgesundheit

Zur Verhütung der Keimeinschleppung wurde der Stall nach dem „All in – all out“ – Prinzip betrieben. Der Stall durfte nur mit Überschuhen und nach einem Wechsel der Oberbekleidung in einem Schleusenraum betreten werden. Für den personellen Schutz wurden zudem Staubmasken eingesetzt. Vor einer Neubesetzung des Stalls wurde der Stallinnenraum mit Hochdruckreiniger gereinigt und DVG-gelistetem Desinfektionsmitteln desinfiziert. Zur Prophylaxe gegen Milbenbefall wurde der gesamte Stall zweimal ausgegast, zum einen mit Detmolin F, einer Lösung zur Schädlingsbekämpfung, mit einem Wirkstoffanteil von 35,0 g/l Dichlorvos (Organophosphat) und 1,3 g/l Pyrethrum-Extrakt 25% (pflanzliche Herkunft) und zum anderen mit Detmol-dur, einem insektiziden Emulsionskonzentrat mit einem Wirkstoffanteil von 120 g/l Chlorpyrifos (Organophosphat) und 27 g/l Pyrethrum-Extrakt 25% (pflanzliche Herkunft). Zusätzlich wurde der Stall während der Legeperiode regelmäßig mit Silikatstaub eingesprüht.

Traten bei der täglichen Bestandskontrolle erste Krankheitserscheinungen auf, wurde aufgrund der geringen Tierzahl eine Einzeltieruntersuchung durchgeführt. Zu den Abgängen zählten tot aufgefundene sowie selektierte Tiere, die im Institut für Geflügelkrankheiten in Oberschleißheim pathologisch-anatomisch und parasitologisch untersucht worden sind. An dieser Stelle möchte ich mich bei Prof. Dr. Korbel und seinen Mitarbeitern bedanken.

Um dem Syndrom der Fettleber vorzubeugen, wurde der Energiegehalt des Futters kontinuierlich von 11,0 Megajoule auf 10,2 Megajoule reduziert.

3.3.2 Prophylaxe (Impfungen)

Prophylaktische Impfungen wurden in der Aufzuchtphase gegen folgende Krankheiten durchgeführt:

Newcastle-Disease (ND)
Mareksche Krankheit
Infektiöse Bronchitis (IB)
Infektiöse Bunitis/Gumboro
Salmonellen-Infektion
Aviäre Enzephalomyelitis
Mykoplasma-Infektion

In der Legeperiode wurden die Legehennengruppen regelmäßig in dreimonatigen Abständen gegen IB und ND nachgeimpft.

3.4 Erfassung von Produktionsparametern

3.4.1 Legeleistung

Die Eieranzahl der vier Stalleinheiten wurde getrennt erfasst. Bezogen auf die tatsächliche Tierzahl, ergab der täglich registrierte Eieranfall die Prozentzahl der Legeleistung je Bestandshenne. Die Legeleistung je Anfangshenne berücksichtigt nicht die während der Legeperiode aufgetretenen Verluste.

3.4.2 Anteil verlegter Eier

Die Summe der verlegten Eier pro Abteil wurde täglich registriert und die Fundorte Boden oder Laufgitter notiert.

3.4.3 Eigewicht

Das durchschnittliche Eigewicht wurde einmal pro Woche durch Wiegen aller Eier bestimmt. Getrennt nach den Stalleinheiten wurde das Einzeleigewicht mit Hilfe einer Digitalwaage gemessen und daraus ein Durchschnittsgewicht pro Stalleinheit erstellt.

3.4.4 Knick-, und Schmutzeier

Im Rahmen der verlegten Eier wurden Knick-, Bruch- und Schmutzeier täglich erfasst und nach folgender Definition ausgewertet (aus der Eier und Eiprodukte-Verordnung EWG Nr. 1274/91):

„*Knickeier*“ besaßen eine verletzte, aber nicht durchbrochene Schale mit unversehrter Membran. Sie können als Eier der Güteklasse C eingestuft werden.

„*Brucheier*“ zeigten eine große Beschädigung der Eischalen, die Eihüllen waren gerissen oder nicht mehr intakt.

„*Schmutzeier*“ hatten verschmutzte Schalen (Blutflecken, Kots Spuren, verklebter Staub) oder wurden auf dem Boden abgelegt.

3.4.5 Schalenbruchfestigkeit

Die Bruchfestigkeit der Eier wurde im Abstand von zwei Wochen an 40 Eiern, je 10 pro Abteil, mittels eines Messapparates nach RAUCH (1958) bestimmt. Ein Ei wurde zwischen zwei Druckplatten eingespannt und die Druckkraft einer Schraubenfeder durch Spindeldrehung so lange verstärkt, bis das Ei zerbrach. Am Bruchpunkt konnte die Kraft des ausgeübten Druckes in Kilopond ($1 \text{ kp} = 9,81 \text{ Newton}$) am Gerät abgelesen werden.

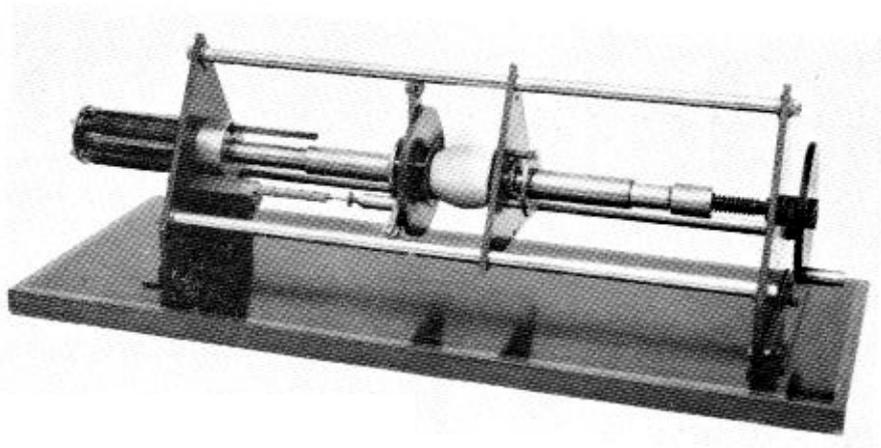


Abbildung 1:

Messapparat nach RAUCH (1958) zur Bestimmung der Bruchfestigkeit

3.4.6 Dicke der Eischalen

Alle zwei Wochen wurden an 40 Eiern, je 10 Eier pro Abteil, die Dicke der Eischalen geprüft. Nach Entfernen des Eiinhaltes wurden die gebrochenen Schalenstücke der Ei-Äquatorialzone ohne die innere Eihaut mittels einer Schublehre auf ihre Wanddicke hin ausgemessen. Die Angaben erfolgten in 1/10 mm.

3.5 Immunglobulinbestimmung

3.5.1 Entnahme und Aufbereitung der Eiprüben

Aus 40 Eiern (10 pro Abteil) wurden im 2 Wochen-Rhythmus Dotterproben entnommen und im Verhältnis 1:10 mit PBS (phosphatgepufferte Kochsalzlösung) verdünnt, geschüttelt und verschlossen bei -20°C tiefgefroren, um sie gesammelt nach einer speziell von ERHARD et al. (1992) entwickelten ELISA Methode untersuchen zu können.

Im ELISA-Reader (EAR 400 AT, Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim) wurde bei 450 nm die Farbintensität der ELISA-Proben photometrisch gemessen. Mit Hilfe eines Computerprogramms (MikroWin 2000, Mikrotek Laborsysteme GmbH, D-Overath) wird die Standardkurve und daran die Extinktionen bestimmt. Die einzelnen Verdünnungen sind auf die Ursprungskonzentration zurückgerechnet. Das Ergebnis wird aus den Einzelkonzentrationen im linearen Bereich der Standardkurve gemittelt.

3.6 Physiologische Blutparameter

3.6.1 Blutproben

Die Blutentnahmen erfolgten alle 4 Wochen ab Beginn der Einstallung. Pro Abteil wurden jeweils 10 Tiere nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Zur Blutentnahme wurden die Flügelvenen *Vena ulnaris* sowie *Vena basilica* herangezogen (KORBEL, 1990). Pro Huhn wurde 3,5 ml Blut entnommen, davon wurden 3 ml in 4,5 ml-Serum-Röhrchen (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) und 0,5 ml in 9 ml-S-Monovetten[®] KE (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) abgefüllt, die mit Kalium-EDTA beschichtet waren. Unmittelbar nach der Entnahme wurde das Blut gekühlt.

3.6.2 Hämatokrit

Der Hämatokrit (Hkt) gibt den prozentualen Anteil der korpuskulären Bestandteile an, der nach Zentrifugation bei 5000 x g in Hämatokritröhrchen mittels einer Ableseschablone abgelesen und in Vol.% angegeben wird (Mikrohämatokritmethode).

3.6.3 Hämoglobin

Die Auswertung des Hämoglobins erfolgte nach der Hämiglobincyanid-Methode (1993). Hämoglobin wird durch Zusatz von Cyanid und Ferricyanid in Hämiglobincyanid umgewandelt und mit Hilfe eines Spektralphotometers gemessen.

Die Lösungen K-Hexacyanoferrat-(III) (3x25 ml) und Kaliumcyanid (3x25 ml), Firma Boehringer Mannheim, Deutschland, wurden nach Gabe in einen Messzylinder auf 1000 ml mit Aqua dest. aufgefüllt und in einer braunen Glasflasche aufbewahrt (Haltbarkeit bei 15 bis 25°C 6 Monate). Die Konzentrationen der Reaktionslösung betragen 0,6 mmol/l Kaliumhexacyanoferrat-III und 0,75 mmol/l Kaliumcyanid.

Pro Probe wurden 0,02 ml gekühltes EDTA-Blut in je 5 ml Reaktionslösung gegeben, geschüttelt und bei 20 bis 25°C mind. 3 Minuten inkubiert. Aus dieser Lösung wurden 2 ml in spezielle Photometer-Küvetten überführt und in einem Spektralphotometer (Ultrospec II, LKB Biochrom) bei einer Wellenlänge von 546 nm gemessen. Die Berechnung der Konzentration (C) des Hämoglobins im Blut lautet:

$$C = 36,77 \times E \text{ [g/dl]}$$

Die Konzentration wird in g/dl (SI-Einheit: x 0,6207 mmol/l) wiedergegeben.

3.6.4 Calcium / Phosphor

Die Bestimmung des Gesamt-Calciums sowie des anorganischen Phosphors im Blut erfolgte über das Serum. Die Serum-Röhrchen mit 3 ml Blutproben wurden bei RCF 3700 zentrifugiert und das überstehende Serum in 1,5 ml Eppendorf-Cups abpipettiert, pro Cup 500 µl Serum, und bei -20°C tiefgefroren. Die gesammelten Serumproben wurden nach zwei verschiedenen Methoden untersucht. An dieser Stelle möchte ich mich für die Unterstützung durch Herrn Dr. Wehr, Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, und seinen Mitarbeitern bedanken.

3.6.4.1 Phosphorbestimmung

Die Bestimmung des anorganischen Phosphorgehaltes des Serums erfolgte durch photometrische Messung der Spektralfarben.

Gibt man zu einer salpetersauren anorganischen Phosphorsalz-Lösung in der Kälte Ammoniummolybdat und Ammoniumvanadat, so entsteht ein orangegelb gefärbter Komplex, dessen Intensität der Phosphorsäuremenge entspricht. Diese Färbung kann als Extinktion im Photometer gemessen werden.

Dazu wurden 0,1 ml Serum und 2 ml Trichloressigsäure in ein PP-Rundbodenröhrchen (10 ml) gegeben, im Reagenzglasschüttler geschüttelt, 10 min stehen lassen und im Anschluss 10 min bei 3000 RCF zentrifugiert. Von der überstehenden Lösung wurde 1 ml in ein frisches PP-Röhrchen abpipettiert und 2 ml aus einer Molybdat/Vanadat-Lösung (1:1) dazugegeben, geschüttelt und 10 min stehen lassen. Die Lösung wurde in Messküvetten gefüllt und im gleichen Zeitabschnitt im Photometer bei 366 nm gemessen.

Als Blindwert wurde 1 ml Trichloressigsäure, 1 ml Molybdat und 1 ml Vanadat Lösung verwendet. Der Standard setzte sich aus 0,05 ml Standard, 1 ml Trichloressigsäure, 1 ml Molybdat und 1 ml Vanadat Lösung zusammen.

Das Atomgewicht von Phosphor beträgt 30,974 (g/mol).

Berechnung:

$$\frac{(\text{Messwert} - \text{Blindwert}) \times 10,5}{\text{Standard}} = \text{mg P/100 ml}$$

Zur Umwandlung in mol/l lautet die Formel $(YYY/30,974 \times 100)$ mol/l.

Trichloressigsäure: 0,6 n Trichloressigsäure

98 g Trichloressigsäure in 1 l dest. Wasser mischen =
0,6 n Trichloressigsäure

[Trichloressigsäure Mol Gewicht 163,9 (Merk Nr. 810)]

Molybdat-Lösung: 40 mmol Ammoniummolybdat in 2,5 N H₂SO₄

500 ml H₂O in einem 1000 ml Messkolben vorlegen und
49,4 g Molybdat [(NH₄)₆ Mo₇ O₂₄ x 4 H₂O, Mol Gewicht
1235,86 (Merk Nr. 1182)] einwiegen und lösen, 130 ml
H₂SO₄ (98%ig) zugeben und auf 1 l mit dest. Wasser
auffüllen.

Vanadat-Lösung: 21 mmol Ammoniumvanadat in 2,8 N HNO₃
500 ml H₂O in einem 1000 ml Messkolben vorlegen und
2,46 g Vanadat [NH₄VO₃, Mol. Gewicht 116,9 (Merk Nr.
1226)] einwiegen und lösen, 20 ml HNO₃ (65%ig)
zugeben und auf 1 l mit dest. Wasser auffüllen.

3.6.4.2 Calciumbestimmung

Die Bestimmung des Calciumgehaltes im Serum erfolgte durch photometrisches Messen der Flammenfärbung in einem Eppendorf Flammenphotometer (ELEX 6361). Aus einem Eppendorf Probenbecher wird Serum im Flammenphotometer automatisch angesaugt und durch einen Zerstäuber mittels Druckluft fein verteilt. Dieses Luft-Lösungs-Aerosol wird mit Acetylen gemischt und in die Flamme gebracht. Dabei entsteht ein Aufleuchten der Flamme, das durch die Anregung der Atome zustande kommt. Jedes Element erzeugt in der Flamme eine charakteristische Farbe mit einer bestimmten Wellenlänge. Ein spezieller Filter, der zwischen Flamme und Photozelle geschaltet wird, selektiert das Licht mit der charakteristischen Wellenlänge des Calciums, so dass nur das Aufflammen der Calciumatome photoelektrisch gemessen wird. Je mehr Atome vorhanden sind, umso stärker ist die ausgestrahlte Lichtmenge, so dass aus der Lichtintensität auf die Konzentration des Calciums im Serum geschlossen werden kann.

Das Atomgewicht von Calcium beträgt 40,08 (g/mol). Der Messwert wurde in mmol/l angegeben und nach folgender Formel umgerechnet in mg/dl. Bei Einwaage von z.B. 0,095 g ist der Einwaagefaktor 0,095.

Berechnung:

$$\frac{40,08 \times \text{Messwert}}{10 \times \text{Einwaagefaktor}} = \text{Calcium [mg/dl]}$$

Zur Umwandlung in mol/l lautet die Formel $(YYY/40,08 \times 100)$ mol/l.

3.7 Verhaltensuntersuchungen

3.7.1 Videobeobachtung

Die Volierenabteile wurden zur Verhaltensbeobachtung mit Überwachungskameras ausgestattet. Vier Kamerasysteme mit time-lapse Videorecorder (4fach Raffung) wurden in einem Abteil installiert und ermöglichten so den Einblick in vier verschiedene Lebensbereiche der Hennen:

Boden: Im Bodenbereich wurde der Scharraum gefilmt.

Erste Volierenetage: Die erste Etage des Kotbandes mit Laufgitter, Futter- und Tränkeeinrichtungen und Sitzstangen wurde aufgenommen.

Zweite Volierenetage: Die dritte Kamera zeichnete die zweite Etage des Kotbandes auf und somit die höhere Ebene mit Laufgitter, Futtertrögen, Nippeltränken und seitlichen sowie obersten Sitzstangen.

Legenester: Das vierte Filmgerät war auf beide Nestreihen mit ihren angefügten Sitzreihen gerichtet.

Aus Kostengründen war es nicht möglich, alle vier Abteilungen gleichzeitig mit Kameras auszustatten. Die Datenaufnahmen fanden deshalb jeweils drei Monate pro Abteil statt, dann folgte die nächste Stalleinheit.

Da in diesem Stall die Stallinnentemperatur zwischen 18° und 21°C gehalten wurde, ist anzunehmen, dass das Verhalten der Hennen jahreszeitlich unabhängig blieb und einen Vergleich der einzelnen Abteile zuließ.

3.7.1.1 Scan Sampling

Jede Woche wurden aus 24 Stunden-Aufnahmen 12 Lichtstunden (von 06:00 bis 18:00 Uhr) mittels Scan Sampling ausgewertet. In 15minütigen Intervallen wurde die Hennenverteilung in den vier vordefinierten Bereichen ausgezählt und das Verhalten jedes Individuums in diesem Moment ausgewertet. Die Videoaufzeichnung lief in jedem Abteil für 3 Monate, so dass für jede Hennengruppe Filmmaterial von 144 Stunden (576 Zeitpunkte) zur Verfügung stand, insgesamt ergaben sich 576 Filmlichtstunden und 2304 Zeitintervalle. Folgende in Tab. 4 definierten Verhaltensmuster wurden erfasst:

Tabelle 4:

Funktionskreise am Beispiel der Hühnerhaltung in der Videobeobachtung

(Nach FÖLSCH und HÖRNING, 1994, verändert)

<i>Funktionskreise</i>	<i>Arteigene Verhaltensweisen</i>
Fortbewegungsverhalten	Gehen, Laufen, Fliegen, Flattern
Ruheverhalten	Stehen, Liegen, Schlafen, Dösen
Komfortverhalten	Putzen, Fußstrecken, Flügelstrecken, Flügel schlagen, Sandbaden
Sonstiges	Fressen, Trinken, Picken, Federpicken, Aggression

3.7.2 Direktbeobachtung

Die Gesamtanzahl und die Verteilung der Tiere in den einzelnen Volierenabschnitten wurden alle zwei Wochen an insgesamt 26 Tagen stündlich von 7:00 bis 20:00 Uhr erfasst. Die Direktbeobachtung beschränkte sich auf die Verhaltensweisen Aggression und Federpicken, Auswertung mittels Behaviour Sampling, sowie die Nestbelegung, Auswertung mittels Scan Sampling Methode.

Das Herdenverhalten (siehe Tab. 5) ist in vollkommener Ruhe von definierten Standpunkten aus (jeweils vom anliegenden Nachbarabteil) begutachtet worden, um nicht durch die Anwesenheit des Untersuchers das Verhalten der Tiere zu beeinflussen.

Tabelle 5:

Verhaltensweisen Hacken, Federpicken und Federziehen

(Die Direktbeobachtung wurde über eine 12monatige Legeperiode ausgewertet.)

<i>Verhaltensweise</i>	<i>Definition</i>
Hacken und Aggression	Spontanes, schnelles Angreifen der Artgenossen mit dem Schnabel, das auch zu Hautverletzungen führen kann.
Federpicken	Gezieltes Anvisieren und Picken nach Federn.
Federziehen	Umfassen der Federn mit dem Schnabel und kräftiges Ziehen, bis zum eventuellen Auslösen aus dem Federkiel.

3.8 Bonitierung

3.8.1 Beurteilung des Gefieders

Beurteilung des Befiederungszustandes im Rahmen einer Bonitierung alle 4 Wochen bei einer Stichprobe von 10 zufällig ausgewählten Hennen pro Abteil (insgesamt 40 pro Bonitierung an 13 Untersuchungstagen, N = 520 Tiere). Am Ende der Legeperiode wurden bei der Ausstellung alle Hühner bonitiert. Die Bonitierung des Federkleides wurde in vier Beurteilungsgrade eingeteilt (siehe Tab. 6).

Tabelle 6:

Bewertungsschema der Bonitierung des Exterieurs der Legehennen

<i>Beurteilungsgrade</i>	<i>Bonitierung des Gefiederzustandes</i>
1	Gefieder intakt, Haut vollständig mit Federn bedeckt
2	Gefieder zerstoßen, einzelne Federkiele gebrochen, einige Federn fehlend, geringgradig gerupft, < 40 cm ² kahle Hautstellen bis 33% der Haut ist ohne Federn
3	Zahlreiche Federkiele gebrochen, viele Federn fehlend, mittelgradig gerupft, <155 cm ² kahle Hautstellen 34 bis 66% der Haut ist ohne Federn
4	Sehr schlechtes Gefieder, nur noch wenige Federn vorhanden, rote Hautareale, hochgradig gerupft, >155 cm ² kahle Hautstellen 67 bis 100% der Haut ist ohne Federn

3.9 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels der Computer-Software *Microsoft Excel*[®] 2003 (Fa. Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) und anschließend mittels *SigmaStat*[®] 3.01 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Die statistische

Untersuchung der Ergebnisse begann mit Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov's Test mit Korrektur nach Lilliefors) und auf Gleichverteilung (Levene's Median Test), welche automatisch durch das Programm *SigmaStat*[®] 3.01 durchgeführt wurden. Erfüllten die Daten beide Kriterien, so wurden parametrische Tests angewendet: für den Vergleich zweier Versuchsgruppen der ungepaarte *t*-Test und für den Vergleich von Ergebnissen einer Versuchsgruppe vor und nach einer bestimmten Behandlung der gepaarte *t*-Test nach Student. Zum Vergleich mehrerer Gruppen wurde die einfaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem *Student-Newman-Keuls-Test* durchgeführt. Diese Werte werden als arithmetische Mittelwerte gemeinsam mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SEM) dargestellt.

Fiel der Test auf Normalverteilung oder Gleichverteilung negativ aus, so wurden der Vergleich zweier Versuchsgruppen mit Hilfe des Mann-Whitney-Rangsummentests und der Vorher-Nachher-Vergleich einer Versuchsgruppe mittels des Rangtestes nach Wilcoxon durchgeführt. Der Vergleich mehrerer Gruppen erfolgte durch die rangorientierte Varianzanalyse nach Kruskal-Wallis und dem anschließenden *Student-Newman-Keuls-Test*. Diese Werte werden, wenn nicht anders angegeben, als Mediane mit „*Box and Whisker*“ (25/75% *Quartil* und 5/95% *Percentil*) dargestellt. Um den Zusammenhang zwischen zwei Ergebnissen darzustellen, wurde der Korrelationskoeffizient (*r*) und die Regressionsparameter Achsenabschnitt und Steigung berechnet.

Die Ergebnisabbildungen wurden mit der Computer-Software *SigmaPlot*[®] 8.02 (*SPSS inc., Chicago, IL, USA*) erstellt. Wahrscheinlichkeitswerte (*p*) kleiner als 0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen und sind entsprechend gekennzeichnet. Höhere Signifikanzniveaus als $p < 0,01$ werden nicht gesondert angegeben. Die Stichprobenanzahl, d.h. die pro Versuch verwendete Anzahl von Proben oder Tieren wird als „*n*“ angegeben.

4 ERGEBNISSE

Nachfolgend werden die erzielten Ergebnisse zur Tiergesundheit und Leistung sowie die Verhaltensstudien dargestellt.

4.1 Mortalität

Die Verlustraten können als mittelbare Indikatoren für den Gesundheitsstatus der Legehennen im gesamten Durchgang interpretiert werden. Die Legehennenanzahl zu Beginn der Legeperiode wurde mit 100% angegeben.

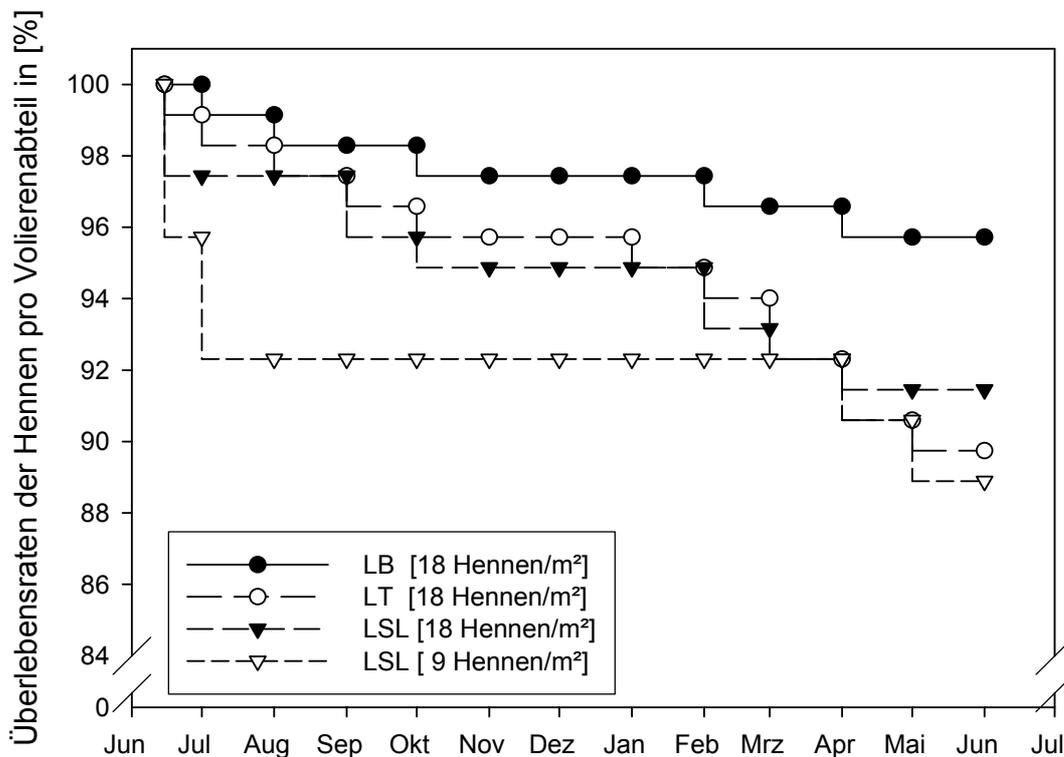


Abbildung 2:

Überlebensraten der Hennen [%], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Die Überlebensraten der Hennenlinien LB, LT, LSL [18 bzw. 9 Hennen/m²] sind monatlich wiedergegeben und beziehen sich auf die eingestellte Anfangszahl [100%] der Hennen je Volierenabteil.)

Die aus der unterschiedlichen Überlebensfähigkeit resultierende Mortalitätsrate ist in Tab. 7 dargestellt sowie auch signifikante Unterschiede der einzelnen Linien.

Tabelle 7:

Mortalitätsangaben [%] der Hennenlinien LB, LT und LSL

(Verluste der Legeperiode von Juli 2002 bis Juni 2003, bezogen auf die eingestellte Tierzahl jeder Hennenlinie [n=117 bzw. 58 Hennen pro Gruppe]. Die Hennen sind mit 18 Wochen eingestallt und im Alter von 70 Wochen ausgestellt worden. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Student-Newman-Keuls-Methode.)

Angaben in [%]	„LB“ [18 Hennen/m ²]	„LT“ [18 Hennen/m ²]	„LSL“ [18 Hennen/m ²]	„LSL“ [9 Hennen/m ²]
Verluste am Ende der Legeperiode	4,27	10,26	8,55	10,34
Ø Verluste der Legeperiode	2,49	4,99	5,34	7,04
Signifikanzen $p < 0,05$	a	b	b	c

Die Verlustrate der weißen Legehennen (LSL) liegt über der der braunen Legehennen (LB und LT). Die Gruppen „LT“ und „LSL“ (18 Hennen/m²) zeigten über die gesamte Legeperiode einen ähnlichen Kurvenverlauf, bei den übrigen Gruppen fanden sich signifikante Unterschiede ($p < 0,05$).

Tot aufgefundene Tiere wurden in der Geflügelklinik Unterschleißheim durch Sektionen näher untersucht. An dieser Stelle sei Herrn Prof. Dr. Korbel und Herrn Dr. Schwarzer, der den Bestand betreute, herzlich gedankt.

Tabelle 8:

Diagnostizierte Krankheiten im Laufe der Legeperiode 2002 bis 2003

(% Angaben beziehen sich auf die gesamte Herde, unabhängig von den Hennenlinien.)

Krankheitsbild	Häufigkeit im Bestand
Fettlebersyndrom	90%
Salpingitis	5%
Ei in der Bauchhöhle	0,2%
Clostridien-Infektion	2%

4.2 Eiproduktion

Die Angaben zum Leistungsniveau der Eiproduktion beziehen sich auf die Anzahl der gelegten Eier je eingestellte Henne, die für jeden Monat der Legeperiode errechnet wurde sowie auf den Anteil an verlegten Eier und das durchschnittliche Eigewicht der Legeperiode.

4.2.1 Legeleistung

Die monatliche Legeleistung der Hennengruppen je D.H. im zeitlichen Verlauf der Legeperiode ist in Abb. 3 graphisch dargestellt.

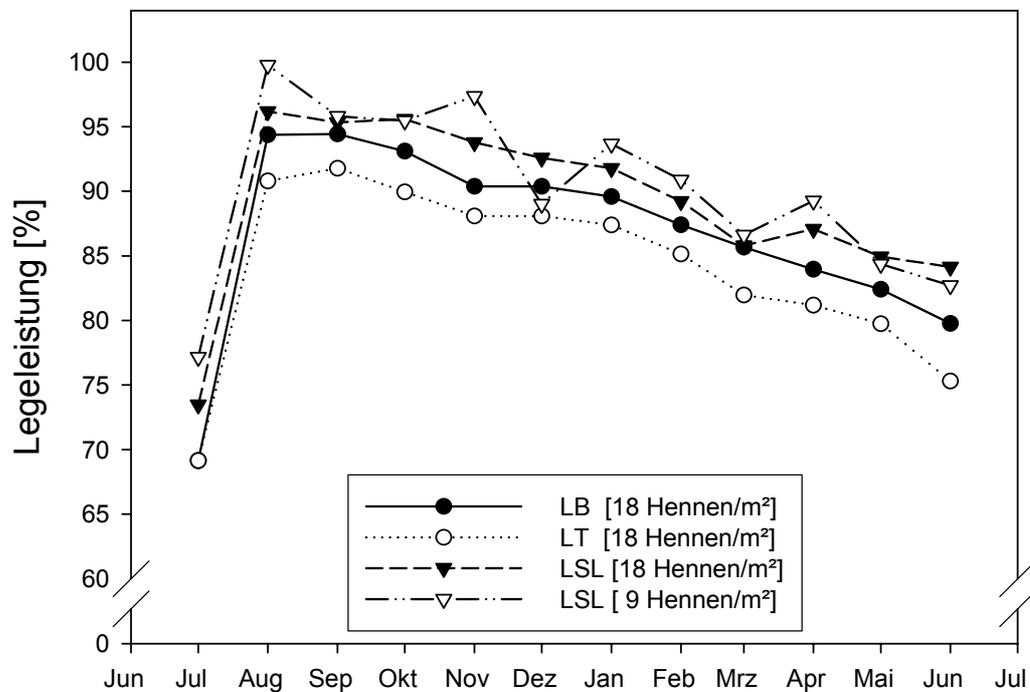


Abbildung 3:

Legeleistung [in %] der Hennengruppen LB, LT und LSL über 52 Wochen der Legeperiode Juli 2002 bis Juni 2003

(Die Legeleistung errechnet sich aus der gelegten Eianzahl, der zu diesem Zeitpunkt anwesenden Hennenanzahl je Gruppe und ist für jeden Monat im Durchschnitt angegeben [n = 360 Tage]. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

In diesem Haltungssystem liegt das Optimum der Legeleistung etwa zwischen der 25. und 30. Lebenswoche (August bis September) und nimmt dann kontinuierlich im Verlauf der Legeperiode ab. Die Zahl der gelegten Eier wurde auf die tatsächlich im Bestand befindlichen Tiere bezogen, d.h. auf die Anzahl der Hennen abzüglich der jeweiligen Verluste in den entsprechenden Monaten. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen nicht.

In Abb. 4 ist das Tagesprofil der Eiablage aller Hennen dargestellt.

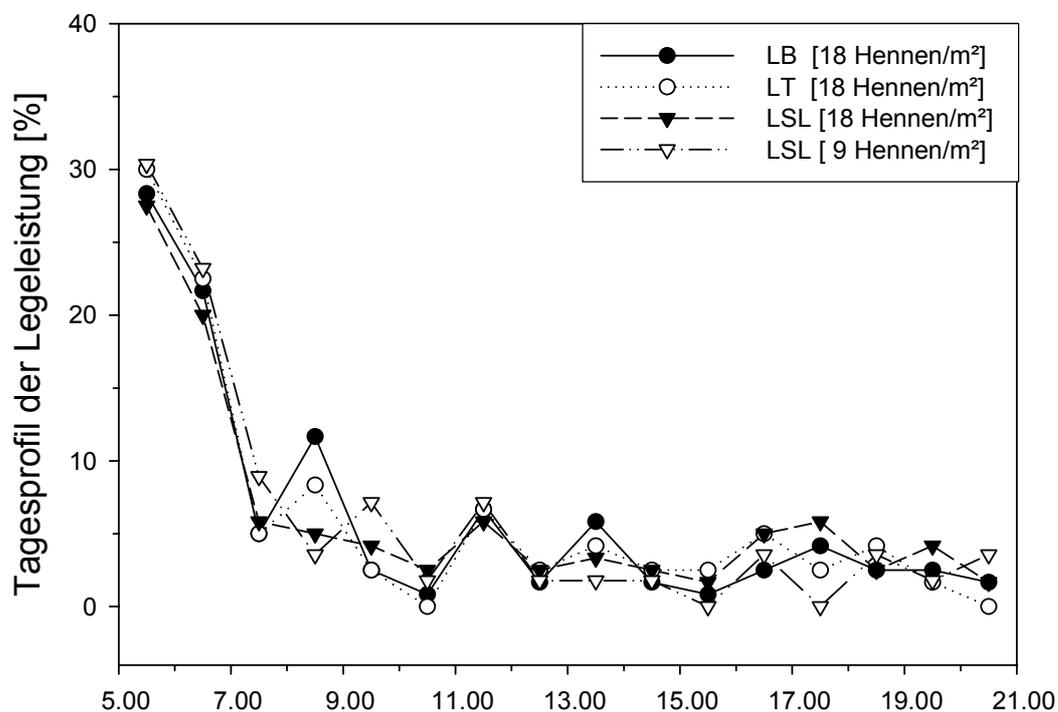


Abbildung 4:

Zeitlicher Verlauf der Eiablage im Durchschnitt der Legeperiode

(Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

Mit Lichtbeginn (05:30 Uhr) wurde schon eine Produktionsleistung von 28,5% Legeleistung einer Stunde erreicht, dicht gefolgt von der zweiten Lichtstunde (06:30 Uhr) mit 25,0% der Tageseizahl. Ab 07:30 Uhr ist eine Eizahl von ca. 63% erreicht, in den restlichen Stunden kommen noch kontinuierlich ca. 2% der Eier pro Stunde hinzu, bis um 21:00 Uhr die Dunkelphase beginnt. Signifikante Unterschiede bestehen zwischen den Uhrzeiten 05:30 bis 06:30, 07:30 bis 08:30 und 09:30 bis 20:30 Uhr mit $p < 0,05$.

4.2.2 Eigewicht

Die Medianwerte der Eigewichte in der untersuchten Legeperiode sind in Abbildung 6 aufgeführt.

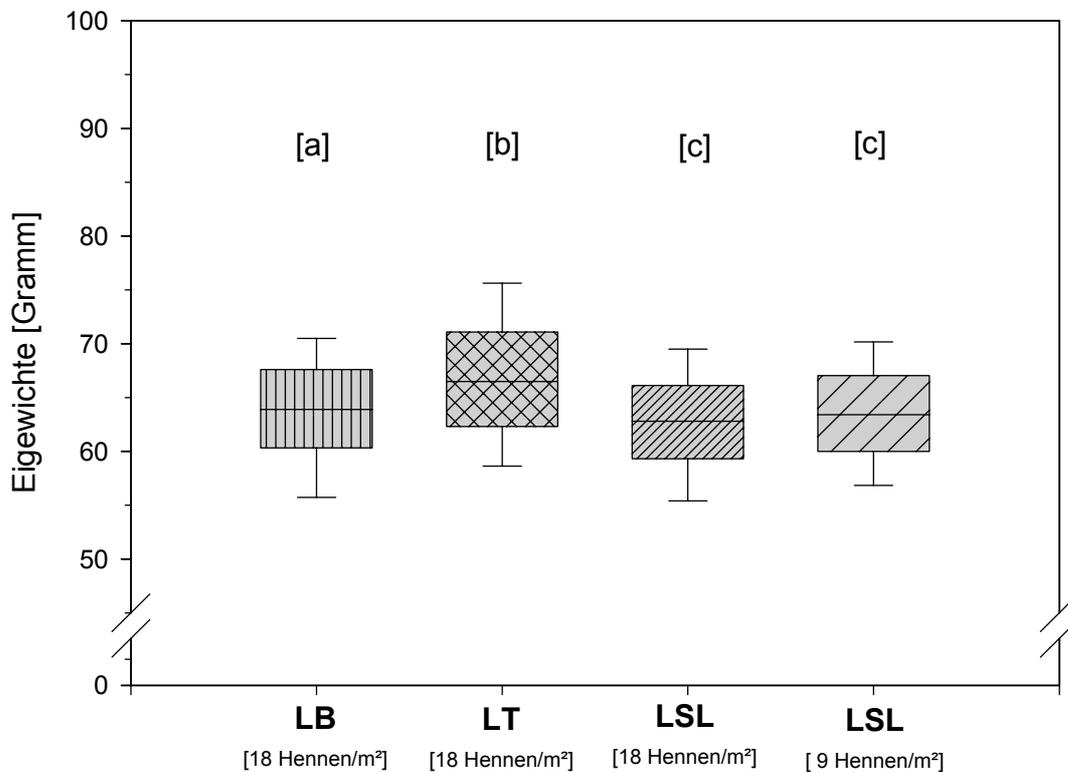


Abbildung 5:

Durchschnittliches Eigewicht [g], in Abhängigkeit von Hennenlinie und der gesamten Legeperiode

(a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

Die Gruppe LB hatte im Medianwert ein durchschnittliches Eigewicht von 65,90 g, die Gruppe LT legte ein Gewicht von 66,40 g vor und die Gruppen LSL (18 bzw. 9 Hennen/m²) wiesen mit 64,18 g und mit 63,70 g das niedrigste Eigewicht auf [Eianzahl $n = 2300$]. Signifikante Unterschiede finden sich zwischen allen Hennenlinien: $p < 0,05$ [a-c], jedoch nicht zwischen den verschiedenen Besatzdichten der LSL-Hennen [c].

In der Praxis wird zudem die „Eimasse“ ermittelt, in dem die Eizahl je Anfangshenne im Jahr multipliziert wird mit dem durchschnittlichen Eigewicht. Die einzelnen Daten der jeweiligen Hennenlinien sind in Tabelle 9 aufgeführt. Zusammenfassend lässt sich daraus eine durchschnittliche Herdenleistung aller Gruppen errechnen:

300,8 Eier/Henne Jahresleistung mit 66,2 g durchschnittliches Eigewicht/Henne ergeben eine Eimasse von 19,6 kg. Obwohl die Eigewichte signifikante Unterschiede aufwiesen, unterscheiden sich die Eimassen der Hennengruppen nicht signifikant.

4.2.3 Anteil verlegter Eier während der Legeperiode

In Abb. 6 ist die Anzahl verlegter Eier dargestellt.

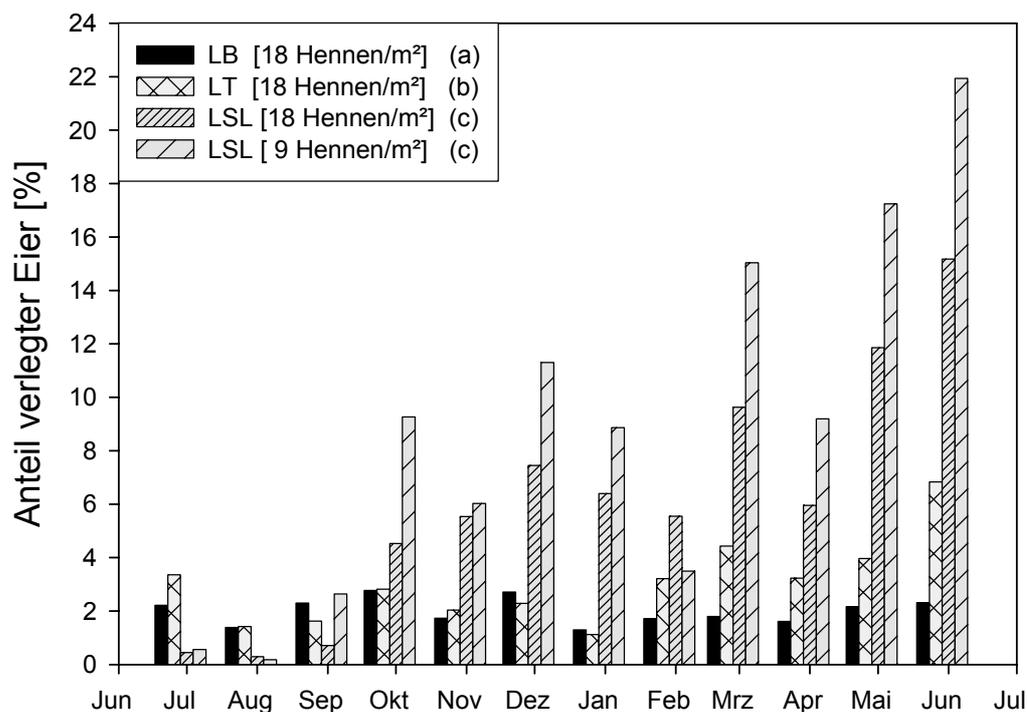


Abbildung 6:

Anteil verlegter Eier (%), in Abhängigkeit von Hennenlinie und zeitlichem Verlauf der Legeperiode

(a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kuskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Im Durchschnitt der Legeperiode betragen die Werte der verlegten Eier für LB 2,00% (\pm SEM 0,14), LT 3,03% (\pm 0,46), LSL 6,13% (\pm 1,3) bzw. 8,81% (\pm 1,86) für 18 bzw. 9 Hennen/m². Signifikante Unterschiede finden sich zwischen allen Hennenlinien: $p < 0,05$ [a-c], jedoch nicht zwischen den verschiedenen Besatzdichten der LSL-Hennen [c].

Der Scharraum wurde zu Beginn der Legperiode entgegen dem in der Praxis üblichem Vorgehen nicht abgetrennt. Die Nestakzeptanz bei den Legehennen war allerdings sehr gut. Alle Gruppen (LB, LT und LSL) nutzten von Beginn an die zur Verfügung stehenden Legenester. Der Anteil an verlegten Eiern belief sich in den ersten 3 Legemonaten auf unter 2%. Ab Mitte der Legeperiode begannen die weißen Legehybriden kontinuierlich mehr Eier zu verlegen, bis sie schließlich einen Spitzenwert von 22% im letzten Legemonat erreichten. Die Braunleger nutzten die Legenester bis zum Ende der Legeperiode und hielten gleichmäßig einen Anteil von 2% an verlegten Eiern.

Die verlegten Eier konnten aufgeschlüsselt werden in die einzelnen Fundortbereiche (siehe Abb. 7), in verlegte **Bodeneier**, die alle Bereiche des Bodens einschließt, und in verlegte **Gittereier**, die auf den Kotgittern der Volierenetagen gefunden wurden.

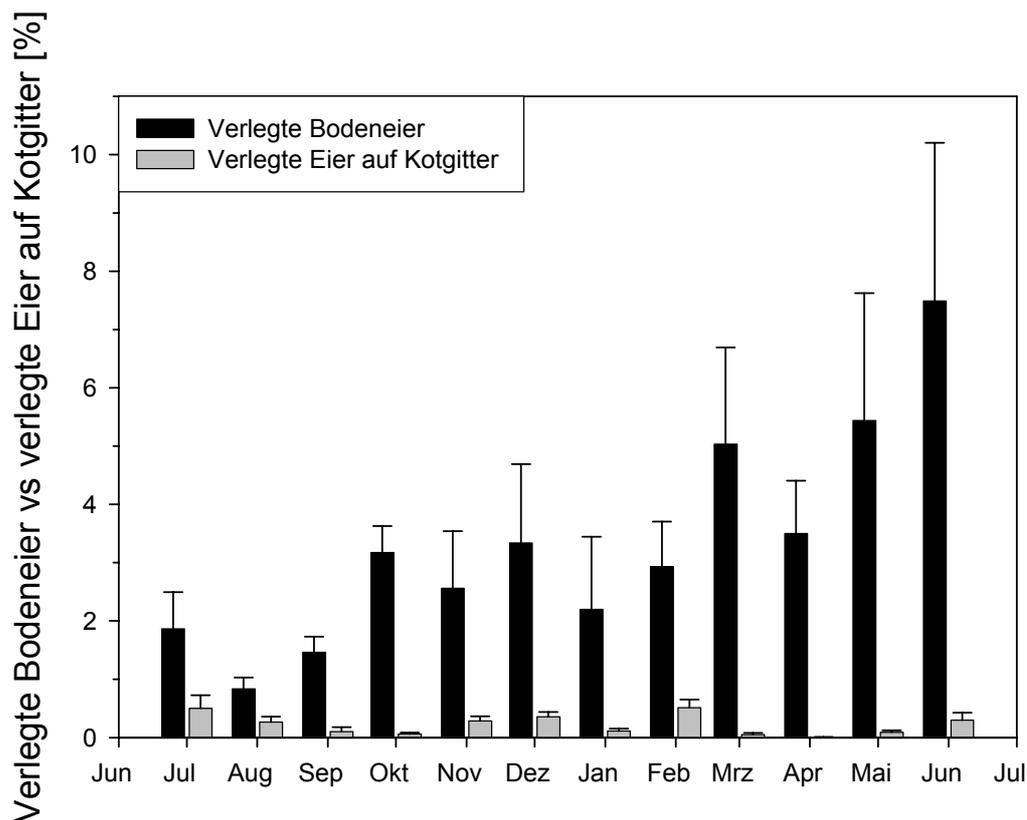


Abbildung 7:

Anteil verlegter Eier auf Boden und auf Kotlaufgitter (%) von allen Hennenlinien zusammengefasst, in Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(% Anteil an Boden- und Kotlaufgittereiern wurde durchschnittlich aus allen Linien berechnet und bezieht sich auf die Gesamteizahl der Hennenlinien.)

Bevorzugte Stellen verlegter Eier waren Raumecken, Sandkuhlen und dunklere Bodenbereiche. Die Bodeneier, die fast alle verlegten Eier ausmachten, zeigten nach Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks und der Student-Newman-Keuls Methode signifikante Unterschiede bei den Hennenlinien: $p < 0,05$, jedoch nicht zwischen den LT und LSL mit 9 Hennen/m². Gegen Ende der Legeperiode war eine steigende Tendenz an Bodeneiern zu erkennen im Vergleich zu den Gittereiern. Diese wurden von den Braunlegern LB signifikant bevorzugt auf die oberen und unteren Etagen des Kotlaufgitters verlegt und nicht in den Scharraum. Nicht signifikant unterschiedlich verhielten sich die anderen Braunleger zu den Weißlegern, sie verlegten annähernd gleiche Eizahlen auf das Kotgitter.

4.2.4 Knick-/ Brucheier, Windeier und Schmutzeier

4.2.4.1 Knick- und Brucheier

Eier, die Beschädigungen an ihrer Eischale aufweisen, können wirtschaftlich nicht den vollen Verkaufserlös einbringen und sind hygienisch kritisch zu beurteilen.

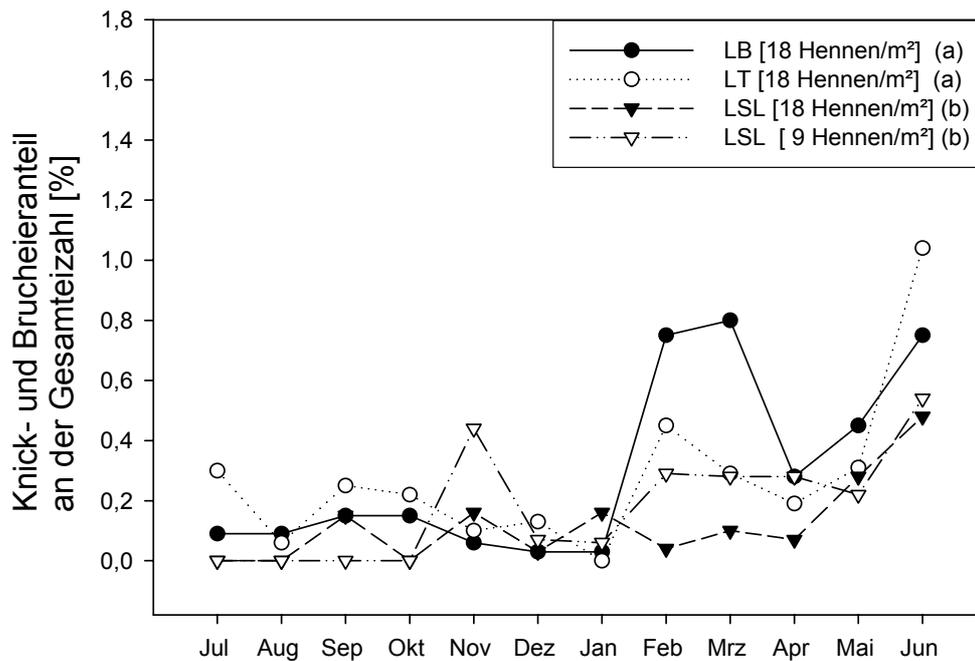


Abbildung 8:

Anteil von Knick- und Brucheiern (%), in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(% Anteil an Knick- und Brucheiern bezieht sich auf die Gesamteizahl der jeweiligen Hennenlinie; a,b: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Der Durchschnittswert der Legeperiode an Knick- und Brucheiern beträgt für die Linie LB 0,30% ($\pm 0,09$), für LT 0,28% ($\pm 0,08$) und für LSL 0,12% ($\pm 0,04$) bzw. 0,18% ($\pm 0,05$) mit 18 bzw. 9 Hennen/m². Signifikante Unterschiede finden sich zwischen den braunen und weißen Hennenlinien.

4.2.4.2 Windeier

Die Calcifizierung ist bei der Entstehung von Windeiern gestört, so dass nur eine intakte Eihülle das Ei umschließt. Wirtschaftlich können diese Eier nicht zum Verkauf angeboten werden.

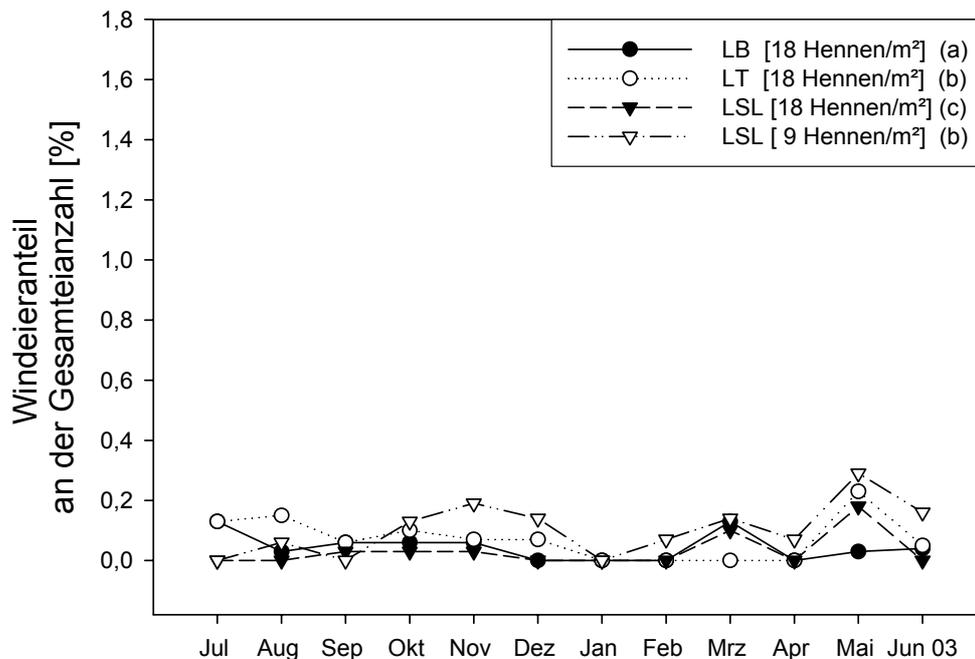


Abbildung 9:

Anteil von Windeiern (%), in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Der Anteil an Windeiern bezieht sich auf die Gesamteizahl der jeweiligen Hennenlinie LB, LT, LSL und ist für jeden Monat der Legeperiode in % angegeben. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Der Durchschnittswert der Legeperiode an Windeiern beträgt für die Linie LB 0,05% ($\pm 0,01$), für LT 0,07% ($\pm 0,02$) und für LSL 0,03% ($\pm 0,02$) bzw. 0,10% ($\pm 0,03$) mit 18 bzw. 9 Hennen/m². Signifikante Unterschiede finden sich zwischen den Linien gleicher Besatzdichte (LB, LT, LSL) $p < 0,05$ [a-c], jedoch nicht zwischen den Linien LT und LSL mit 9 Hennen/m² [b].

4.2.4.3 Schmutzeier

Schmutzeier sind entweder auf dem Boden abgelegt worden oder weisen Verschmutzungen der Eischale auf. Sie können zu einem reduzierten Preisangebot vor Ort verkauft werden, sind aber lebensmittelhygienisch als kritisch zu beurteilen.

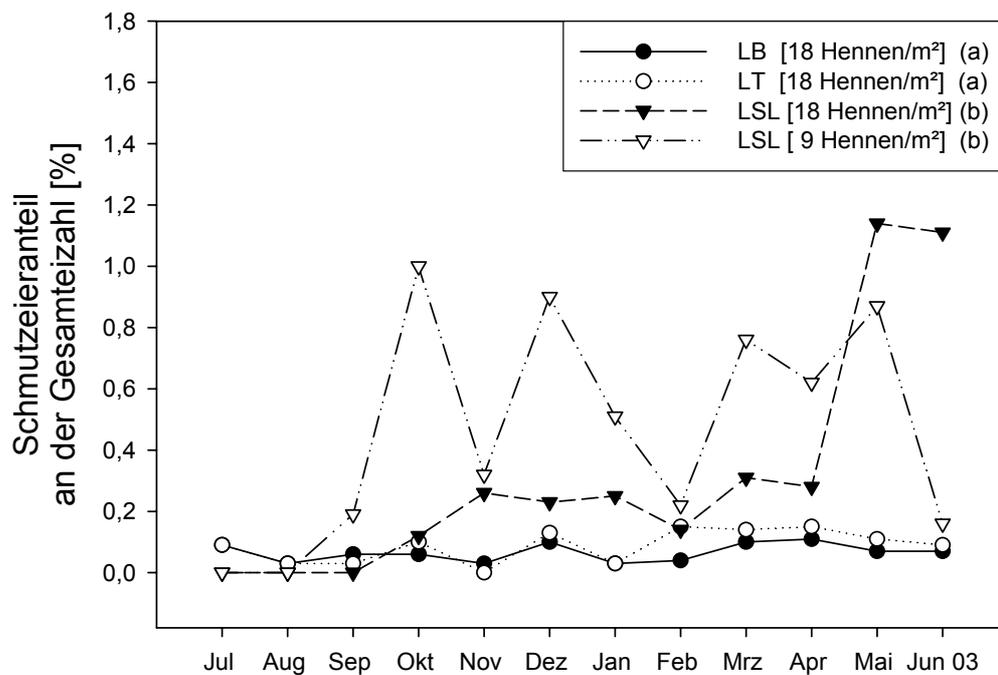


Abbildung 10:

Anteil von Schmutzeiern (%), in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Schmutzeiern beziehen sich auf die Gesamteizahl der jeweiligen Hennenlinie LB, LT, LSL und sind für jeden Monat der Legeperiode in % angegeben. a,b: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Der Durchschnittswert der Legeperiode an Schmutzeiern beträgt für die Linie LB 0,07% (\pm SEM 0,01), für LT 0,09% (\pm 0,02) und für LSL 0,32% (\pm 0,11) bzw. 0,46% (\pm 0,10) mit 18 bzw. 9 Hennen/m². Signifikante Unterschiede finden sich zwischen den Braunlegern und den Weißlegern $P < 0,05$ [a-b].

4.2.5 Bruchfestigkeit der Eierschalen

Die Eischalenqualität hat im Hinblick auf die Vermarktung und den Transport der Eier eine sehr hohe wirtschaftliche Bedeutung.

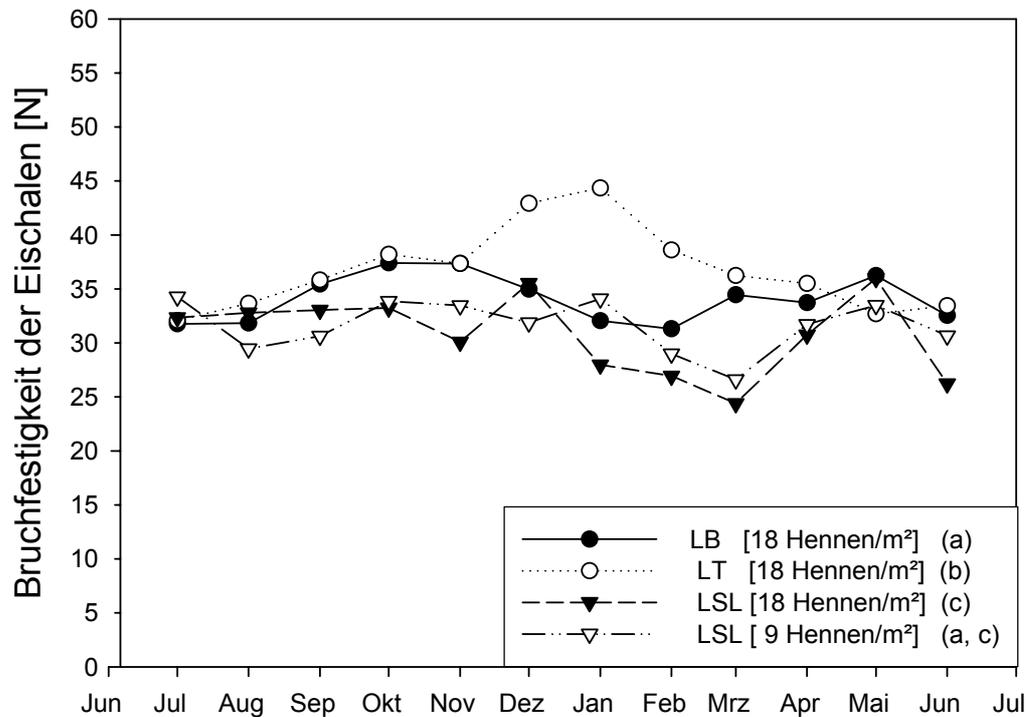


Abbildung 11:

Bruchfestigkeit der Eischalen [N], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Alle 2 Wochen wurden die Eier [Eieranzahl pro Wiegung/Tag/Gruppe $n = 10$] auf ihre Bruchfestigkeit untersucht und die Werte in N angegeben. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,001$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Fisher LSD Methode.)

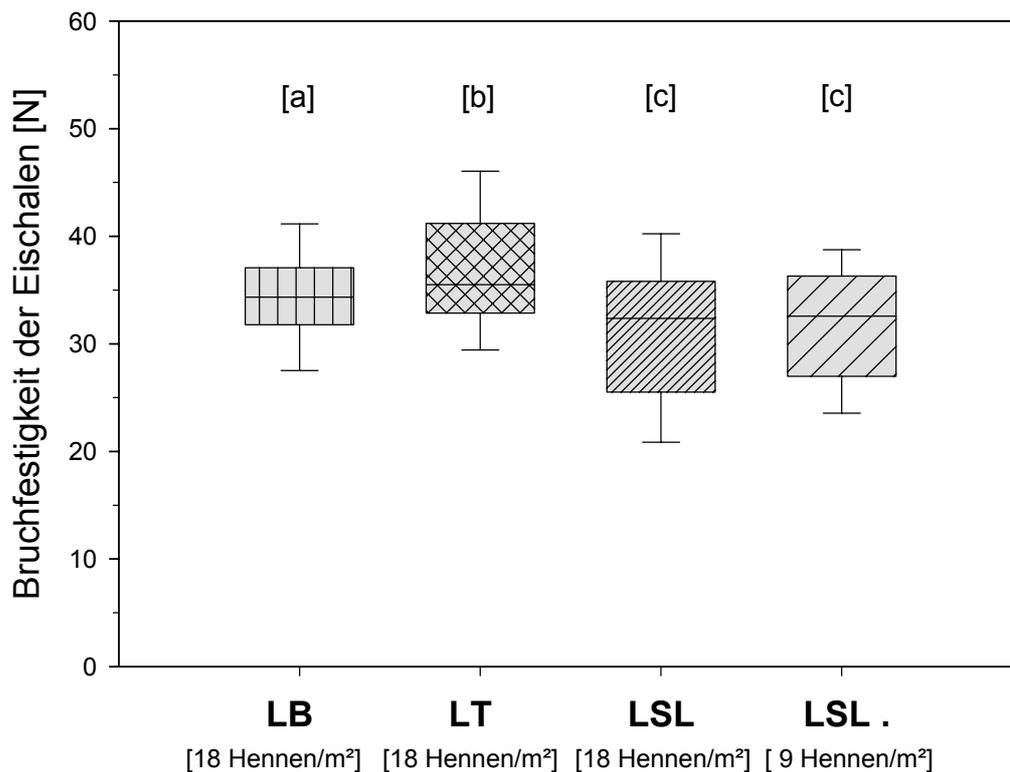


Abbildung 12:

Bruchfestigkeit der Eischalen [N], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Alle zwei Wochen [Eieranzahl $n = 250$ pro Gruppe] wurden die Eier auf ihre Bruchfestigkeit untersucht und die Werte im Durchschnitt in Newton angegeben. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

Die Eier der Gruppe „LB“ zeigten eine Bruchfestigkeit im Medianwert von 34,18 N, die Eier der „LT“ 36,68 und die der „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) wiesen mit 30,92 und mit 31,67 die niedrigste Bruchfestigkeit auf. Signifikante Unterschiede finden sich zwischen allen Hennenlinien: $p < 0,05$ [a-c], jedoch nicht zwischen den verschiedenen Besatzdichten der LSL-Hennen [c].

4.2.6 Dicke der Eierschalen

Neben der Form und Struktur der Eischale hat auch deren Dicke einen Einfluss auf die Bruchfestigkeit (siehe 4.2.5).

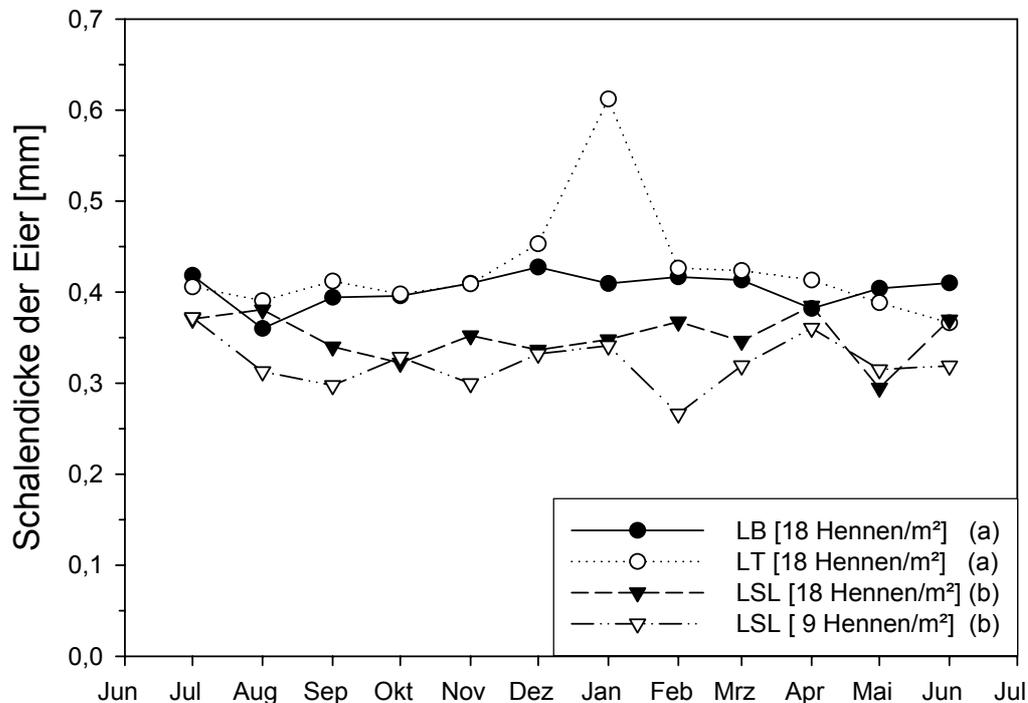


Abbildung 13:

Eierschalendicke [mm], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Alle zwei Wochen wurden die Eier [Eieranzahl pro Messung/Tag/Gruppe $n = 10$] auf ihre Schalendicke untersucht und die Werte in mm angegeben. a,b: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

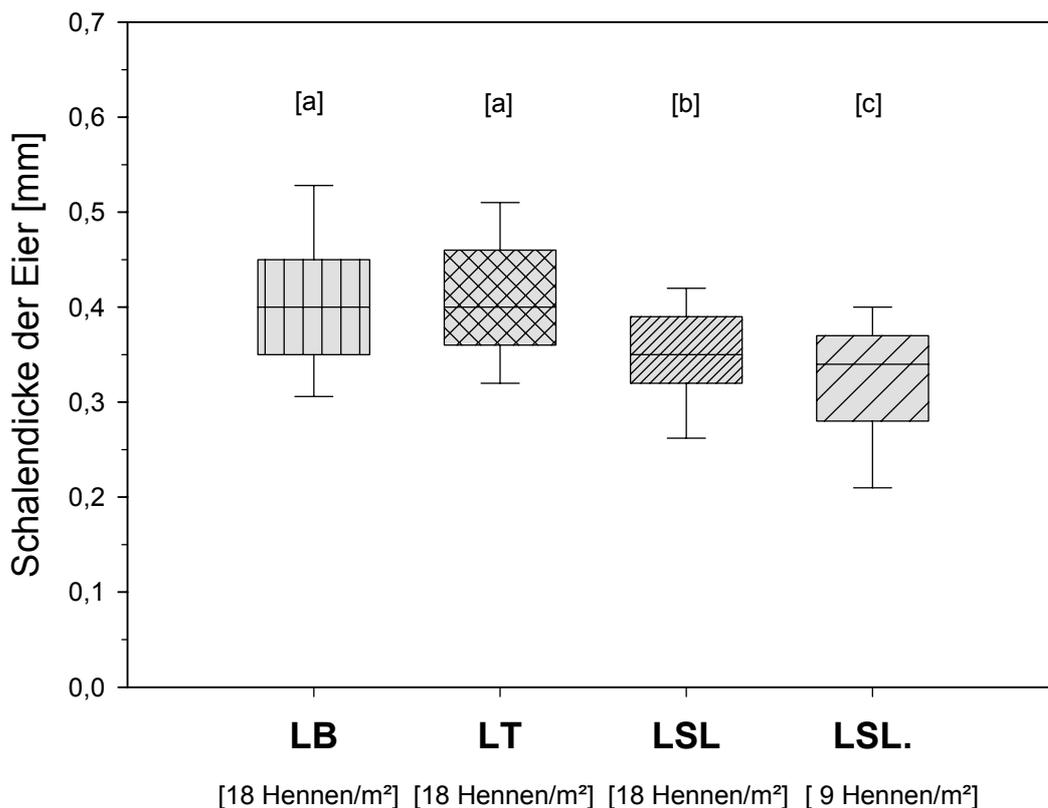


Abbildung 14:

Eierschalendicke [mm], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Alle zwei Wochen von Juli 2002 bis Juni 2003 [Eieranzahl n = 250 pro Gruppe] wurden die Eier auf ihre Schalendicke untersucht und die Werte im Durchschnitt in mm angegeben. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

Die Eier der Gruppe „LB“ zeigten einen Medianwert der Eischalendicke von 0,40 mm, die Eier der „LT“ von 0,40 mm und die der „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) wiesen mit 0,35 mm und mit 0,34 mm die niedrigste Schalendicke auf. Dabei unterscheiden sich die braunen Linien von den Weißlegern signifikant.

Tabelle 9:

Mittelwerte (+SEM) der Eiproduktionsparameter und die dazugehörigen signifikanten Unterschiede der Hennenlinien LB, LT und LSL

(Alle Angaben beziehen sich auf den Durchschnitt der Legeperiode Juli 2002 bis Juni 2003. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, One Way Anaysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode. D.H.=Durchschnittshenne, A.H.=Anfangshenne)

<i>Parameter</i> [Buchstaben= Signifikanzen]	<i>LB</i> (18 Hennen/m ²)		<i>LT</i> (18 Hennen/m ²)		<i>LSL</i> (18 Hennen/m ²)		<i>LSL</i> (9 Hennen/m ²)	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
Legeleistung [%] je D.H.	86,72	2,10	83,35	2,35	89,15	1,89	90,17	1,93
Legeleistung [%] je A.H.	84,62	1,94	79,98	2,0	84,56	1,92	83,94	1,79
Eigewicht [g] (Median)	65,74 [a]	0,15	66,92 [b]	0,15	64,13 [c]	0,14	63,91 [c]	0,17
	65,90		66,40		64,18		63,7	
Anteil verlegter Eier [%]	2,00 [a]	0,14	3,03 [b]	0,46	6,13 [c]	1,31	8,81 [c]	1,96
Knick- und Brucheier [%]	0,30 [a]	0,09	0,28 [a]	0,08	0,12 [b]	0,04	0,18 [b]	0,05
Windeier [%]	0,05 [a]	0,01	0,07 [b]	0,02	0,03 [c]	0,02	0,10 [b]	0,03
Schmutzeier [%]	0,07 [a]	0,01	0,09 [a]	0,02	0,32 [b]	0,11	0,46 [b]	0,10
Bruchfestigkeit [N] (Median)	34,18 [a]	0,38	36,68 [b]	0,42	30,92 [c]	0,49	31,66 [c]	0,37
	34,34		35,51		32,37		32,62	
Eischalendicke [mm] (Median)	0,40 [a]	0,01	0,42 [a]	0,02	0,35 [b]	0,04	0,34 [c]	0,01
	0,40		0,40		0,35		0,34	
Eizahl [n] je A.H.	306		288		305		304	
Eimasse bzw. Gesamteigewicht [kg] je A.H. pro Jahr	20,12		19,27		19,50		19,43	

Legeleistung [%]	[a-d]: N.S.	(n = 360 Tage)
Eigewicht [g]	[a-d]: p<0,05	(n = 2300 pro Gruppe)
Anteil verlegter Eier [%]	[a-c]: p<0,05	(n = 360 Tage)
Knick- und Brucheier [%]	[a-b]: p<0,05	(n = 360 Tage)
Windeier [%]	[a-c]: p<0,05	(n = 360 Tage)
Schmutzeier [%]	[a-b]: p<0,05	(n = 360 Tage)
Bruchfestigkeit Eischale [N]	[a-c]: p<0,05	(n = 250 pro Gruppe)
Eischalendicke [mm]	[a-c]: p<0,05	(n = 250 pro Gruppe)

Aus der statistischen Auswertung geht hervor, dass die Legeleistung der LSL-Linie tendenziell am höchsten liegt, hingegen ihr Eigewicht signifikant niedriger ausfällt als bei den braunen Legern. Die beiden Gruppen der LSL-Linie weisen zu den LB und LT einen signifikant höheren Anteil an verlegten Eiern auf, die LSL der Besatzdichte 9 Hennen/m² verlegen in dieser Studie sogar viermal so viel Eier wie die LT. Die Eimasse je Anfangshenne errechnet sich aus der Eizahl und dem durchschnittlichen Eigewicht je Henne. In diesem Fall liegen die Gruppen sehr dicht beieinander, es sind nach der Berechnung keine großen Unterschiede feststellbar.

4.3 IgY-Bestimmung im Eidotter

Die Eidotterproben zur Bestimmung des IgY-Gehaltes im Eidotter wurden während der Legeperiode alle zwei Wochen aus 40 Eiern entnommen und mit Hilfe eines Sandwich-ELISA (ERHARD et al., 1992) untersucht.

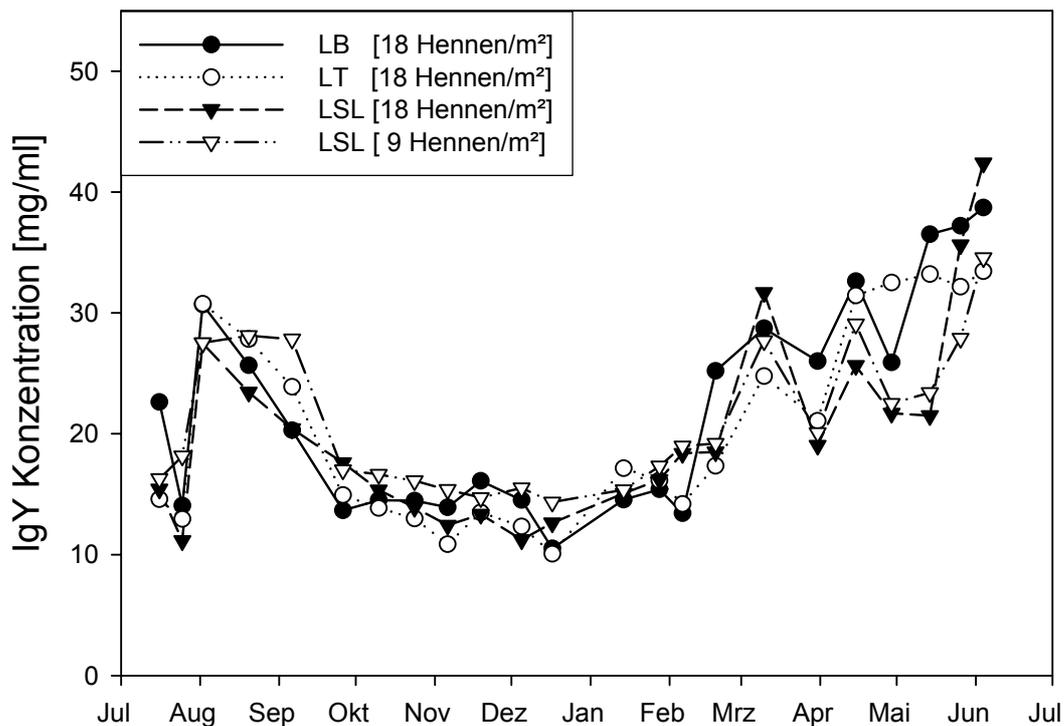


Abbildung 15:

IgY Konzentrationen im Eidotter [mg/ml], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Es werden die Durchschnittswerte der Konzentrationen in mg/ml der zweiwöchentlichen Untersuchungen [Probennahmen an 23 Tagen, Eieranzahl $n = 10$ pro Gruppe und Tag] jeweils pro Hennenlinie LB, LT, LSL angegeben. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode)

Die Immunglobulingehalte der Eier der Gruppe „LB“ betragen durchschnittlich 21,97 mg/ml (\pm SEM 1,84), die der „LT“ 20,52 mg/ml (\pm 1,74) und die IgY Konzentrationen der „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) enthielten 20,00 mg/ml (\pm 1,68) und 21,03 (\pm 1,24). Die Immunglobulin Konzentrationen sanken 8 Wochen nach der Einstellung rapide ab und pendelten sich über die Winterperiode auf ca. 15 mg/ml IgY pro Ei ein, bis sie in den Frühjahrsmonaten im 8. Legemonat rapide anstiegen und Spitzenwerte von 40

mg/ml am Ende der Legeperiode erreichten. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ließen sich nicht erkennen.

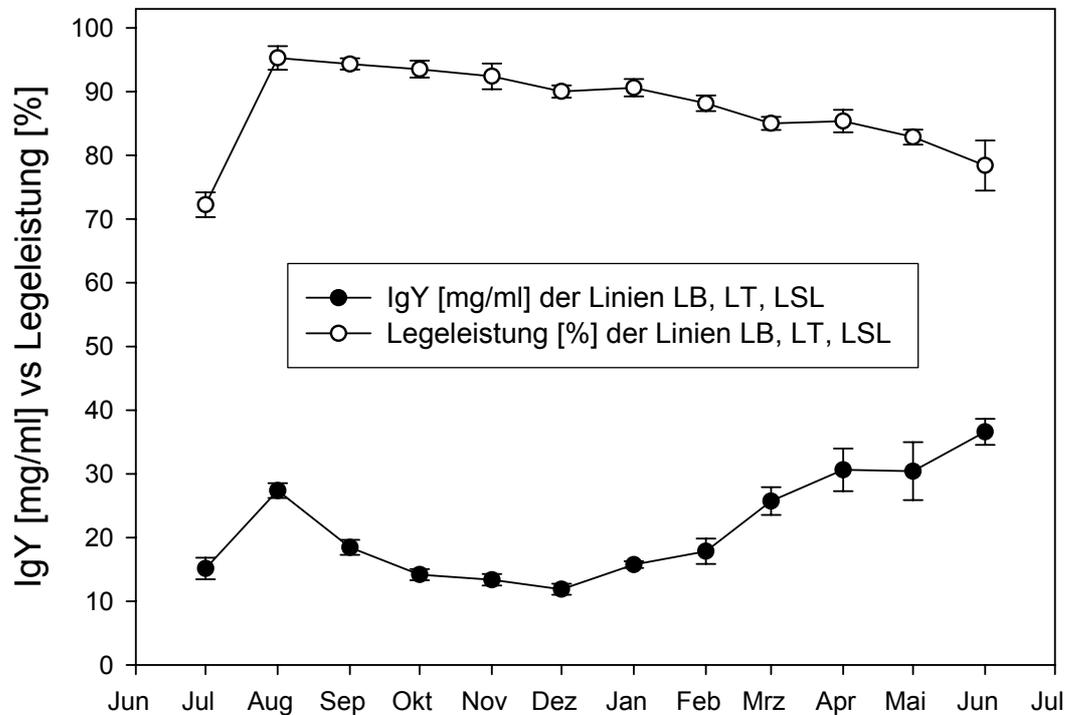


Abbildung 16:

Verlauf der IgY Konzentrationen im Eidotter [mg/ml] und der Legeleistung [%], in Abhängigkeit von Hennenlinie und zeitlichem Verlauf der Legeperiode

(Die Durchschnittswerte MW und SEM der IgY Gehalte [n = 30 pro Messung/Tag/Gruppe] und der Legeleistung [n = MW aus 30 Tagen/Gruppe] der Legelinien „LB“, „LT“ und „LSL“ (18 Hennen/m²) wurden zusammenfassend dargestellt.)

Nachdem die Kurven der Legeleistung und der Immunglobulin-Konzentrationen bis zur Mitte der Legeperiode einen vergleichbaren Verlauf erkennen lassen (über 6 Monate), beide steigen zu Beginn steil an und fallen danach langsam ab, ändert sich der Kurvenverlauf der Immunglobuline. Ihre Werte steigen ab Mitte bis Ende der Legeperiode kontinuierlich an.

4.4 Physiologische Blutparameter

4.4.1 Hämatokrit

Der prozentuale Anteil der korpuskulären Bestandteile im Blut ist in Abb. 17 und 18 wiedergegeben.

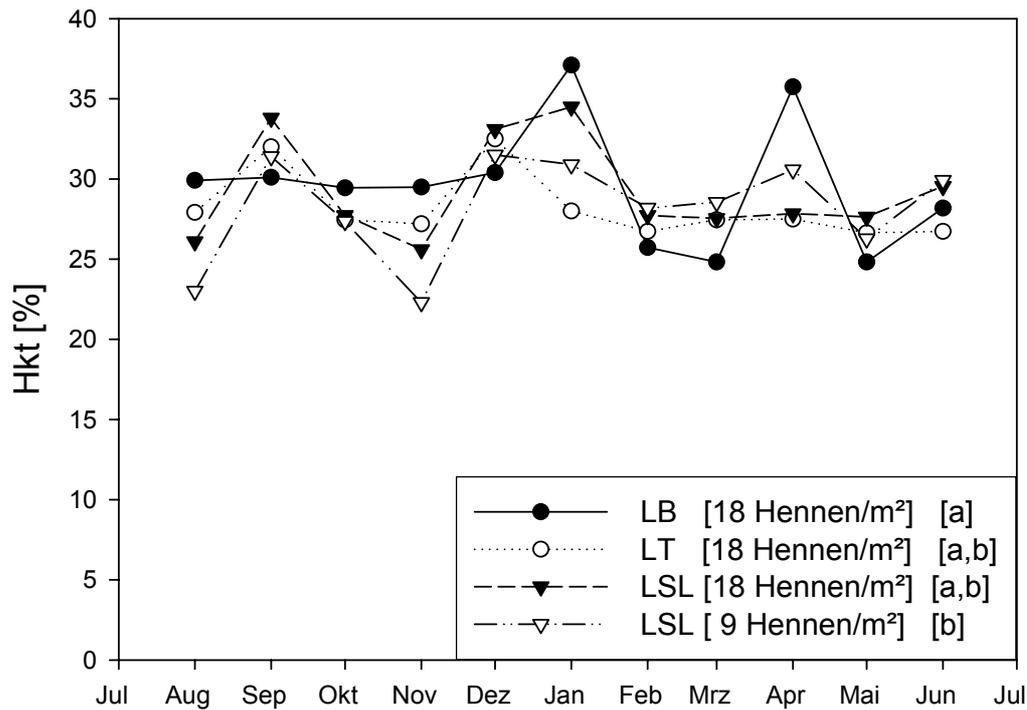


Abbildung 17:

Hämatokrit (%), in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Es wurde der monatliche Hämatokritwert [%] der Hennenlinien LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² von August 2002 bis Juni 2003 dargestellt [n = 10 Blutwerte/Gruppe/Tag]. a-b: p=<0,05; Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

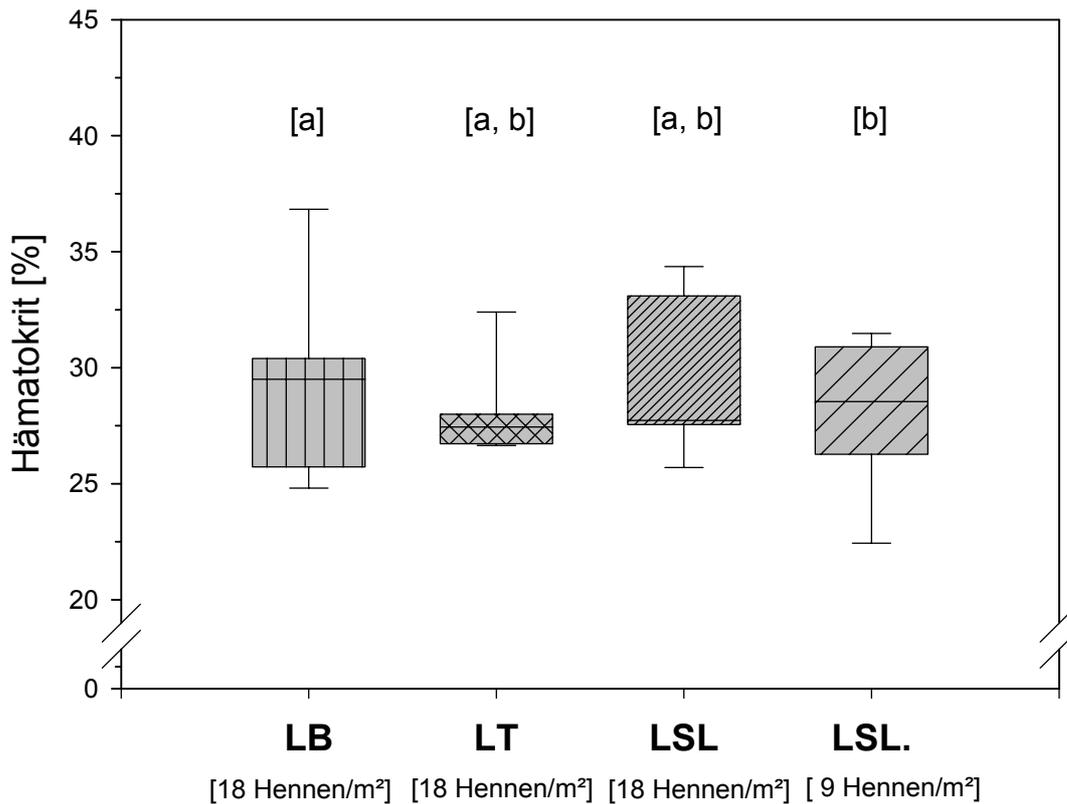


Abbildung 18:

Hämatokrit (%), in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Es wurde der durchschnittliche Hämatokritwert [%] der Hennenlinien LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² einer Legeperiode von Juli 2002 bis Juni 2003 graphisch in Box Plots zusammengefasst [n = 140 Blutwerte pro Gruppe]. a-b: p = <0,05; Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

Die Blutwerte der Gruppe „LB“ weisen einen Medianwert des Hämatokrits von 30%, die Gruppe „LT“ von 28% und die „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) von jeweils 28% auf. Signifikante Unterschiede finden sich nur zwischen den Hennenlinien LB zu LSL (9 Hennen/m²).

4.4.2 Hämoglobin

Die Medianwerte der Hämoglobin-Konzentrationen sind in Abb. 19 dargestellt.

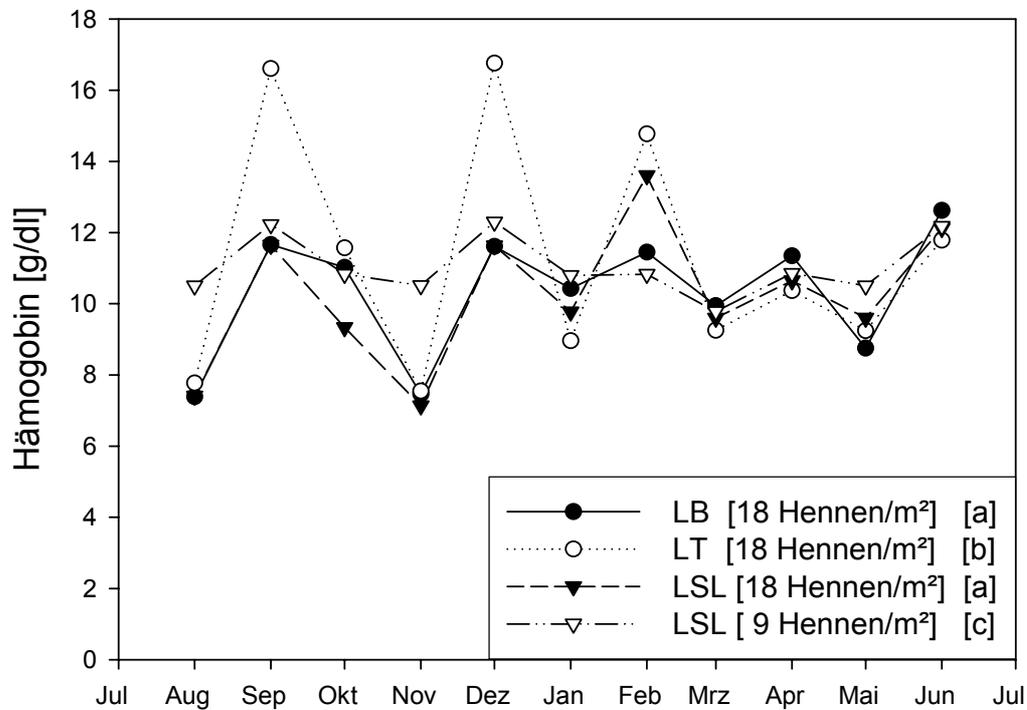


Abbildung 19:

Hämoglobin [g/dl], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Es wurde der monatliche Hämoglobinwert [g/dl] der Hennenlinien LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² von Juli 2002 bis Juni 2003 dargestellt [n = 10 Blutwerte/Gruppe/Tag]. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von p<0,05, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

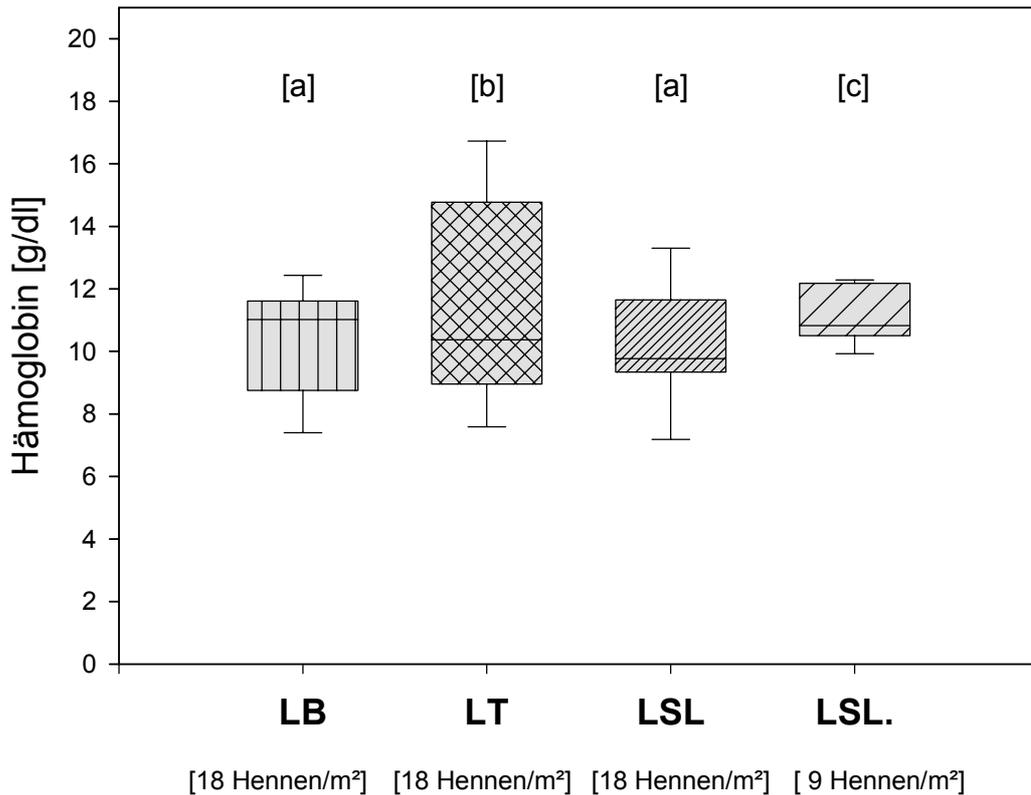


Abbildung 20:

Hämoglobin [g/dl], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Es wurde der durchschnittliche Hämoglobinwert [g/dl] der Hennenlinien LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² einer Legeperiode von Juli 2002 bis Juni 2003 graphisch in Box Plots zusammengefasst [n = 140 Blutwerte pro Gruppe]. a,b,c: Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $p < 0,05$, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Die Blutwerte der Gruppe „LB“ weisen einen Medianwert des Hämoglobins von 10,9 g/dl auf, die Werte der „LT“ betragen 10,2 g/dl und die Hämoglobinkonzentrationen der „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) entsprechen 9,8 und 10,8. Signifikante Unterschiede finden sich fast zwischen allen Hennenlinien: $p < 0,05$ [a-c] mit Ausnahme der Linien LB und LSL (18 Hennen/m²) [a].

Die Gegenüberstellung der Hämatokrit- und Hämoglobinwerte ist in Abb.21 aufgeführt.

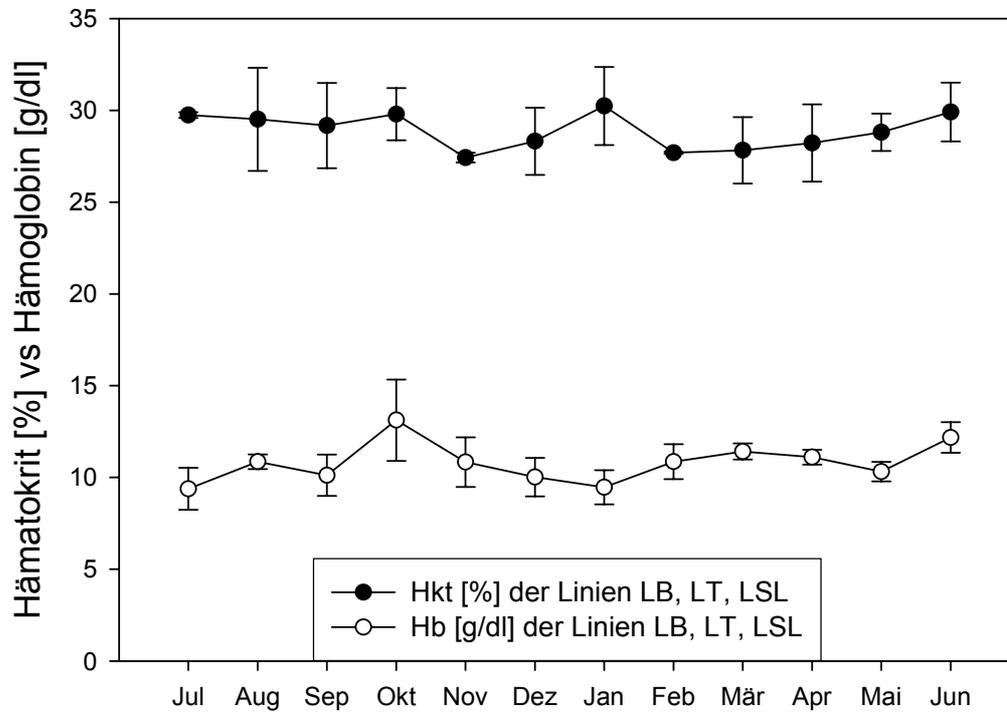


Abbildung 21:

Verlauf der Hämatokrit- und Hämoglobinwerte, in Abhängigkeit von Hennenlinie und zeitlichem Verlauf der Legeperiode

(Die Durchschnittswerte der Hämatokrit- und Hämoglobingehalte [n = 30 pro Messung/Tag/Gruppe] der Legelinien „LB“, „LT“ und „LSL“ (18 Hennen/m²) wurden zusammenfassend dargestellt.)

4.4.3 Calcium / Phosphor

Die Calciumresorption aus dem Futter ist ein entscheidendes Kriterium für die Eischalenqualität.

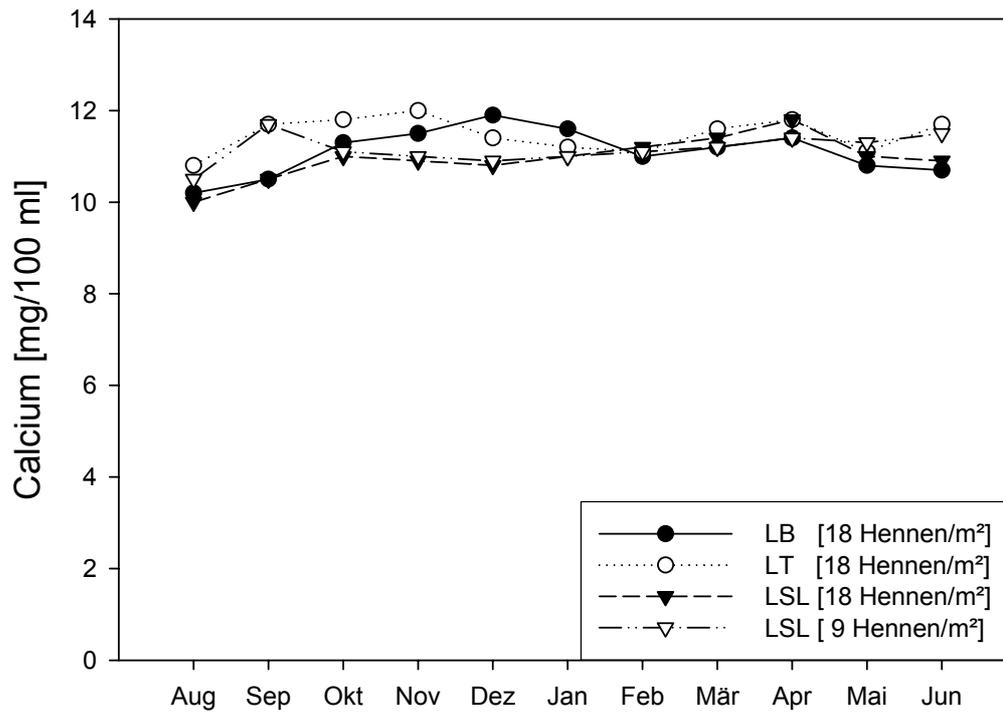


Abbildung 22:

Serumkonzentration des Calciums [mg/100 ml], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Der monatliche Calciumgehalt [n = 10 /Gruppe/Tag] im Serum [mg/100 ml] der Legehennen LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² von Juli 2002 bis Juni 2003 wurde graphisch dargestellt.)

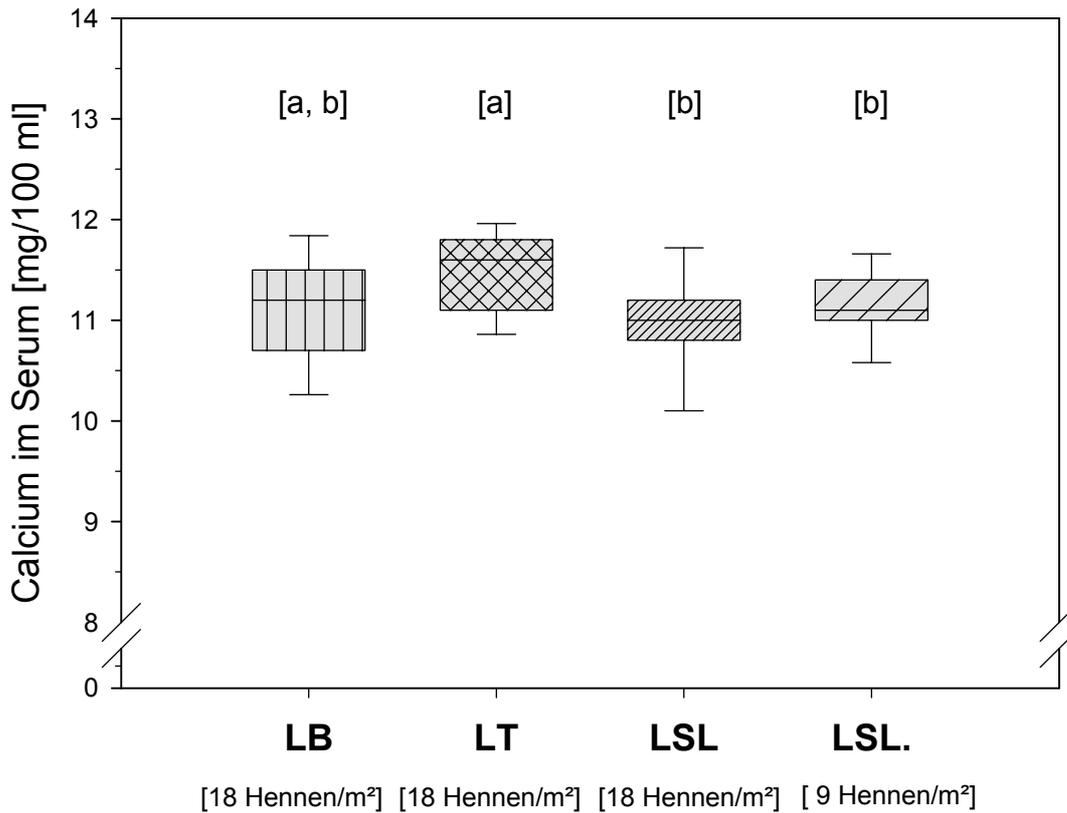


Abbildung 23:

Serumkonzentration des Calciums [mg/100 ml], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Der durchschnittliche Calciumgehalt [n = 140 pro Gruppe] im Serum [mg/100 ml] der Legehennen LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² einer Legeperiode von Juli 2002 bis Juni 2003 wurde graphisch in Box Plots zusammengefasst. a-b: p=<0,05; Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Die Blutwerte der Gruppe „LB“ weisen einen Medianwert des Calciumgehalts von 11,2 mg/100 ml auf, die Werte der „LT“ betragen 11,6 mg/100 ml und die Calciumkonzentrationen der „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) entsprechen 11,0 mg/100 ml und 11,2 mg/100 ml. Signifikante Unterschiede finden sich zwischen den Hennenlinien LT und LSL mit 18 und 9 Hennen/m²: p<0,05 [a:b].

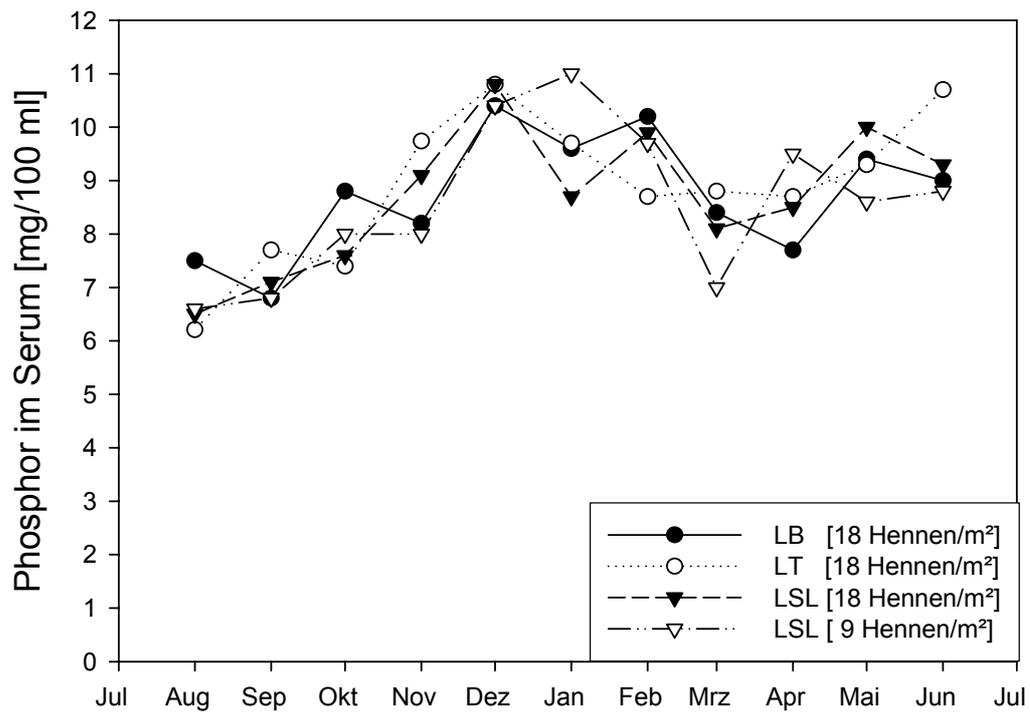


Abbildung 24:

Serumkonzentration des Phosphors [mg/100 ml], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Der monatliche Phosphorgehalt [n = 10 /Gruppe/Tag] im Serum [mg/100 ml] der Legehennen LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² von Juli 2002 bis Juni 2003 wurde graphisch dargestellt.)

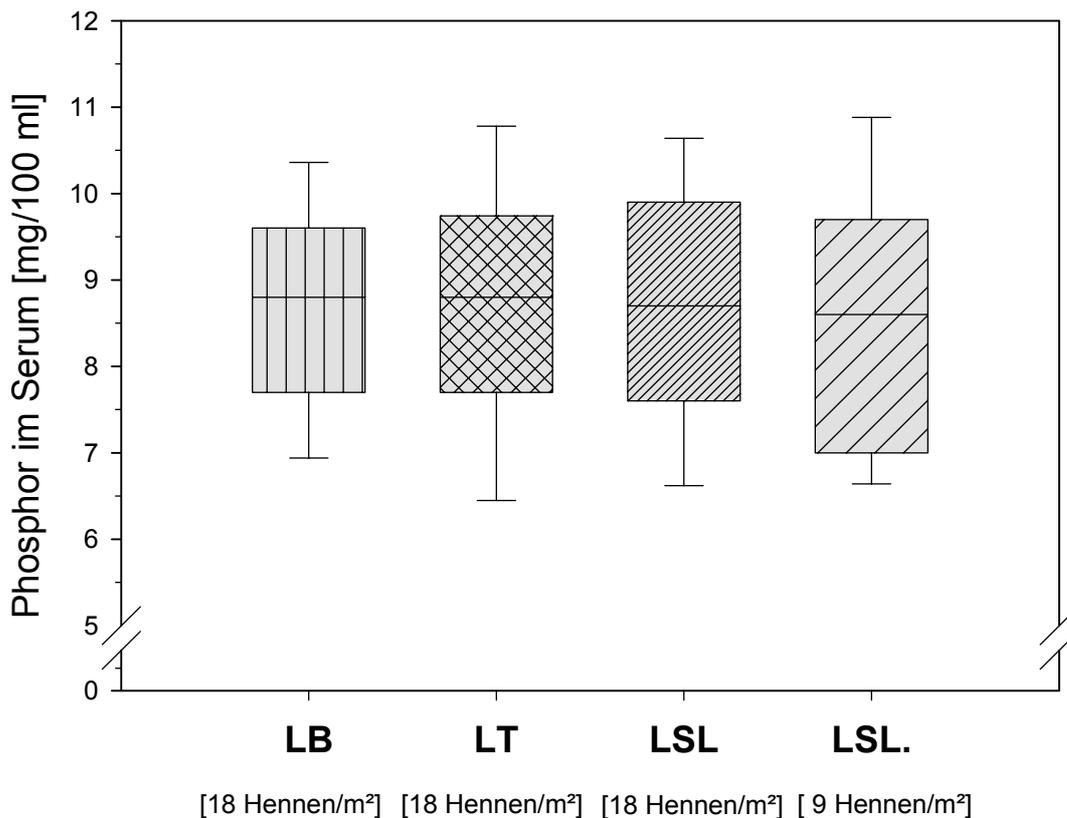


Abbildung 25:

Serumkonzentration des Phosphors [mg/100 ml], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Der durchschnittliche Phosphorgehalt [n = 140 pro Gruppe] im Serum [mg/100 ml] der Legehennen LB, LT, LSL mit 18 bzw. 9 Hennen/m² einer Legeperiode von Juli 2002 bis Juni 2003 wurde graphisch in Box Plots zusammengefasst. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Die Blutwerte der Gruppe „LB“ weisen einen Medianwert an frei verfügbarem Phosphor von 8,60 mg/100 ml auf, die Werte der „LT“ betragen 8,82 mg/ml und die Phosphorkonzentrationen der „LSL“ (18 bzw. 9 Hennen/m²) entsprechen 8,71 mg/100 ml und 8,58 mg/100 ml (Blutwerte n = 140 pro Gruppe). Signifikante Unterschiede finden sich nicht.

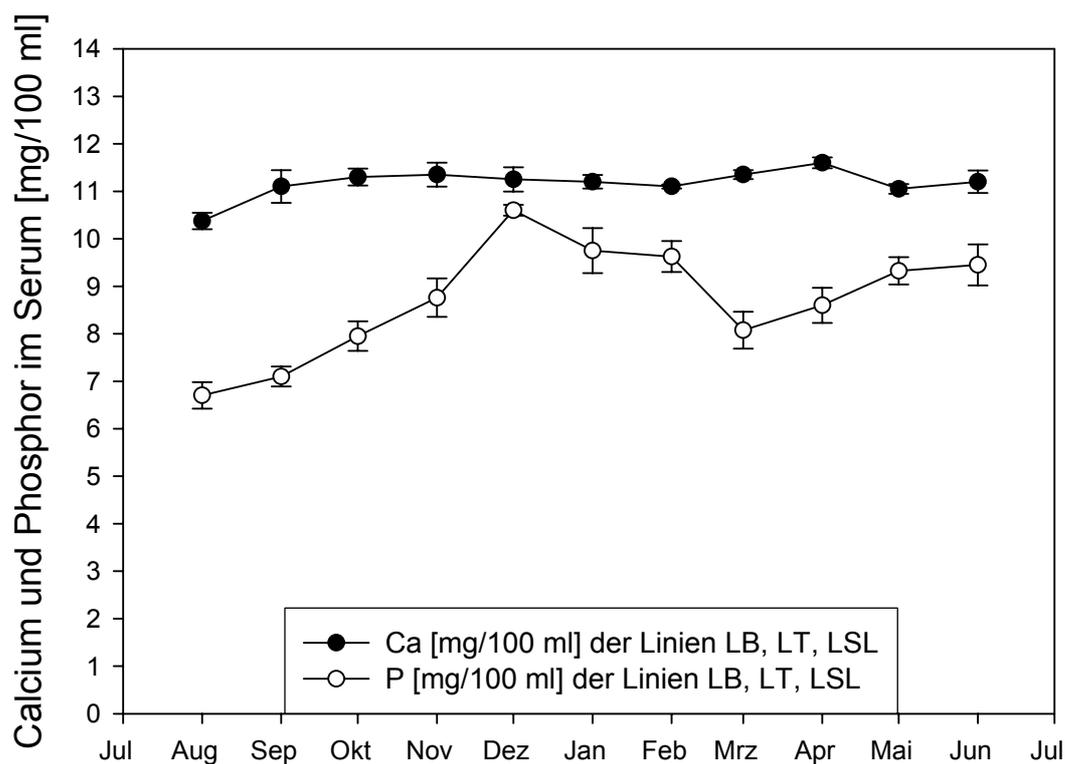


Abbildung 26:

Verlauf der Calcium- und Phosphorkonzentrationen, in Abhängigkeit von Hennenlinie und zeitlichem Verlauf der Legeperiode.

(Die Durchschnittswerte der Calcium- und Phosphorgehalte [n = 30 pro Messung/Tag/Gruppe] der Legelinien „LB“, „LT“ und „LSL“ (18 Hennen/m²) wurden zusammenfassend dargestellt.)

4.5 Verhalten

4.5.1 Videobeobachtung

Die Videoaufzeichnungen der vier verschiedenen Beobachtungsbereiche „Boden“, „Erste Volierenetage“, „Zweite Volierenetage“ und „Legenester“ wurden auf die Parameter Hennenverteilung und Verhalten der Tiere in 15 Minuten-Intervallen über insgesamt 144 Stunden mittels Scan sampling ausgewertet.

Die Verhaltensbeobachtungen (Tab. 10) zeigten, dass sich die Tiere mit voller Besatzdichte signifikant ($P < 0,05$) mehr „fortbewegten“, insbesondere im Scharraum im

Vergleich zu den Tieren mit halber Besatzdichte (9 Hennen/m²). Diese hingegen „standen und ruhten“ in allen Bereichen der Voliere insgesamt tendenziell mehr.

Tabelle 10:

Häufigkeit der Verhaltensparameter [%], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Die %-Angaben der Volierenbereiche (grau hinterlegt) beziehen sich auf die totale Gruppengröße der jeweiligen Volierenabteile, die darunter folgenden Verhaltensparameter beziehen sich auf die Anzahl der Tiere, die sich im jeweiligen Volierenbereich aufhielten. Ausgewertete Beobachtungszeit n = 144 Stunden/Gruppe.)

Funktionskreise	LB	LT	LSL	LSL
<i>in den Volierenbereichen</i>	<i>(18 H./m²)</i>	<i>(18 H./m²)</i>	<i>(18 H./m²)</i>	<i>(9 H./m²)</i>
	<i>[%] ± SEM</i>	<i>[%] ± SEM</i>	<i>[%] ± SEM</i>	<i>[%] ± SEM</i>
„Boden“	20,4 ± 0,61	18,3 ± 0,80	29,3 ± 0,54	15,9 ± 0,92
Fortbewegung	23 ± 2,8	22 ± 2,0	26 ± 2,7	19 ± 2,2
Ruheverhalten	10 ± 0,4	20 ± 3,1	14 ± 0,9	26 ± 1,5
Komfortverhalten	25 ± 2,9	28 ± 1,8	22 ± 0,6	30 ± 1,5
Sonstiges	42 ± 2,5	30 ± 4,0	38 ± 1,2	35 ± 0,4
„1. Volierenetage“	34,7 ± 1,42	31,2 ± 1,80	23,3 ± 0,98	36,0 ± 2,90
Fortbewegung	17 ± 2,1	10 ± 0,3	15,5 ± 0,5	9 ± 0,3
Ruheverhalten	16 ± 1,8	18 ± 2,1	12 ± 0,9	26 ± 1,1
Komfortverhalten	14 ± 2,3	15 ± 2,7	14 ± 0,2	13 ± 0,8
Sonstiges	53 ± 1,3	57 ± 0,8	58,5 ± 0,4	52 ± 0,9
„2. Volierenetage“	31,8 ± 1,28	35,8 ± 0,89	27,6 ± 0,63	37,3 ± 2,20
Fortbewegung	16 ± 2,5	12 ± 3,3	11 ± 0,8	10 ± 1,6
Ruheverhalten	10 ± 1,9	12 ± 1,2	10 ± 1,2	19 ± 3,2
Komfortverhalten	17 ± 2,4	20 ± 1,1	8 ± 0,6	12 ± 1,7
Sonstiges	57 ± 4,5	56 ± 2,8	71 ± 2,6	41 ± 2,2
„Legenester“	13,1 ± 0,50	14,7 ± 0,41	19,8 ± 0,62	10,8 ± 0,40
Fortbewegung	2 ± 3,6	1 ± 0,2	6 ± 0,3	3 ± 0,6
Ruheverhalten	89 ± 3,8	92 ± 1,1	78 ± 2,8	85 ± 1,4
Komfortverhalten	9 ± 2,2	7 ± 0,4	16 ± 2,2	12 ± 0,9
Sonstiges	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

4.5.2 Direktbeobachtung

4.5.2.1 Verteilung der Hennen in den Legenestern

Mit der Methode des Scan Samplings wurde die Nutzungsfrequenz der einzelnen Nester der Volierenabteile ausgezählt und so die stündliche Verteilung der Hennen in den Legenestern erfasst (Abb. 27 und 28).

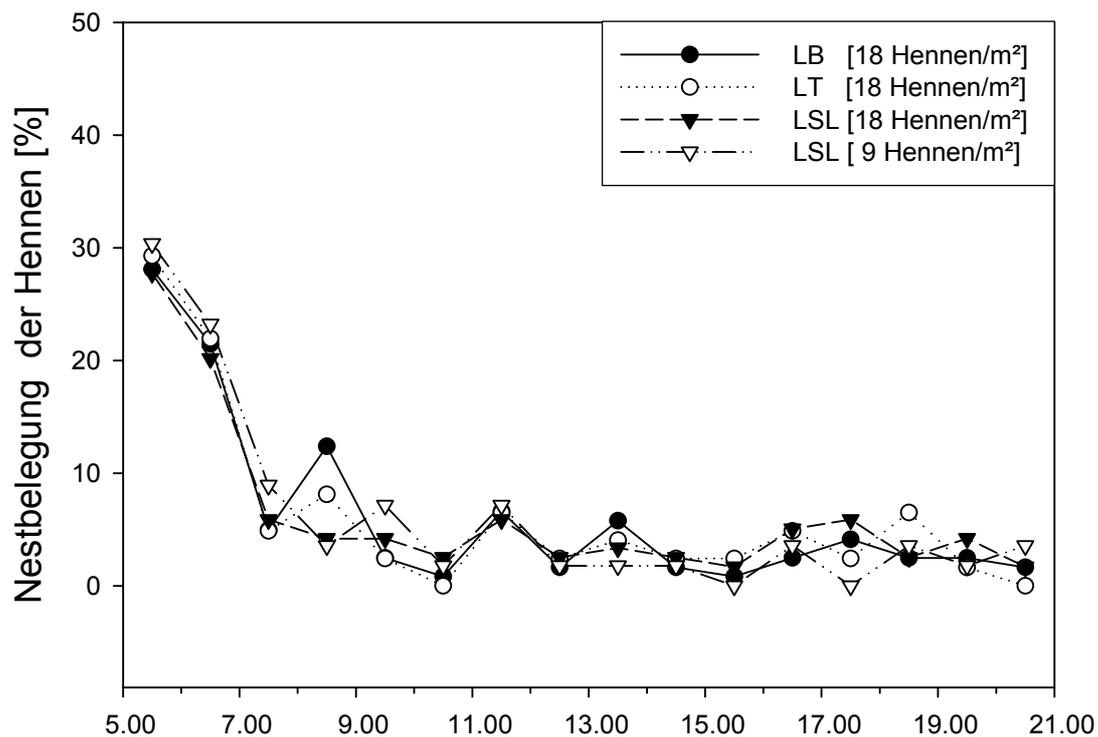


Abbildung 27:

Stündliche Verteilung der Legehennen [%], in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Es wurden die Anzahl Tiere in % der Linien „LB“, „LT“ und „LSL“ [18 bzw. 9 Hennen/m²] in den Legenestern während eines durchschnittlichen Tagesverlaufes in der Legeperiode von Juli 2002 bis Juni 2003 aufgeführt. Die Daten wurden durch stündliche Auszählung der Legenester erfasst und sind als Durchschnitt von 35 Beobachtungstagen wiedergegeben [n = 338 Stunden/Gruppe]. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

Die Legenester wurden von allen Hennenlinien hauptsächlich in den Morgenstunden frequentiert (bis zu 30% bei den LSL mit 9 Hennen/m²), dementsprechend fand auch die Eiablage in den Nestern vor allem morgens bis ca. 09:00 Uhr statt. Im weiteren Tagesverlauf blieb die Nestbelegung mit 4% der Hennen pro Abteil im Stundendurchschnitt weitgehend konstant und ließ sich bis in die Dunkelphase hinein verfolgen. Die Fütterung der Tiere erfolgte jeweils um 07:00 Uhr und um 14:30 Uhr.

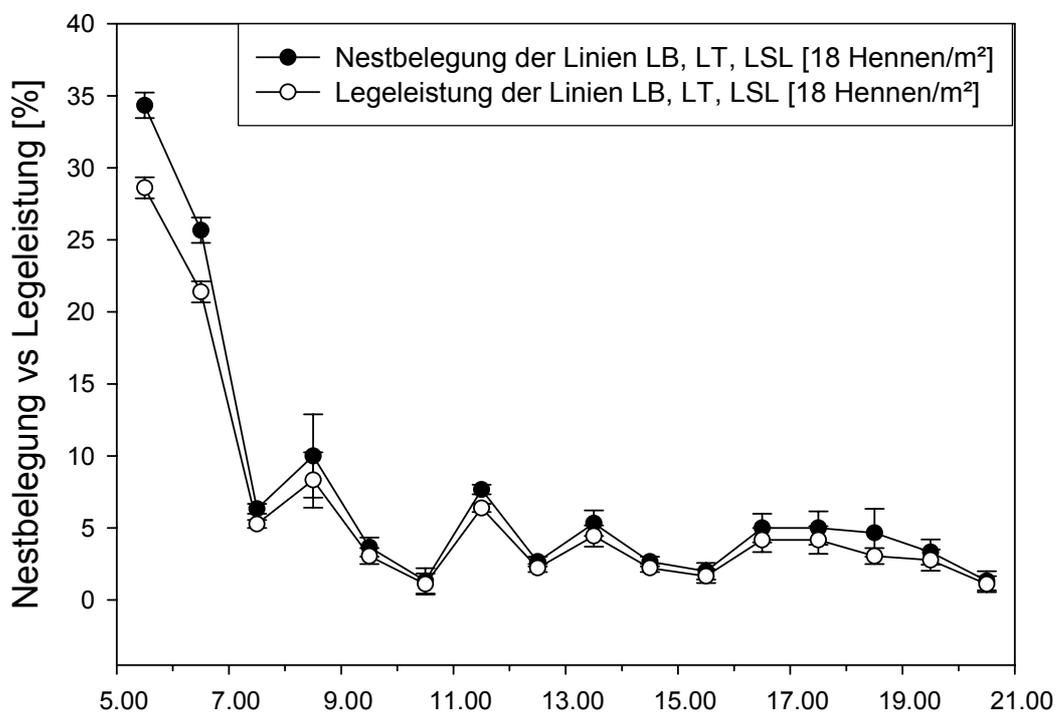


Abbildung 28:

Verlauf der Nestbelegung und der Legeleistung [%], in Abhängigkeit von Hennenlinie und stündlichem Tagesprofil.

(Die stündlichen Durchschnittswerte der Nestbelegung und der Legeleistung [n = 3 pro Stunde/Tag] der Legelinien „LB“, „LT“ und „LSL“ (18 Hennen/m²) wurden zusammenfassend dargestellt.)

4.5.2.2 Aggressionsverhalten der Legehennen

Die Anzahl der Hennen, die sich im Beobachtungszeitraum von 10 Minuten im Bereich „Boden“ aufhielten, wurden mit 100% gleichgesetzt, so dass das Verhalten speziell dieser beobachteten Hühner in Prozent angegeben werden kann.

Tabelle 11:

Durchschnittlich beobachtetes Verhalten der Elemente „Verfolgen“, „Hacken“, „Federpicken“ und „Federziehen“, in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem Durchschnitt der Legeperiode

(Die Verhaltensparameter des Aggressionsverhaltens „Verfolgen“, „Hacken“, „Federpicken“ und „Federziehen“ wurden in der Direktbeobachtung dokumentiert und als Gesamt-aggressivität in dieser Tabelle zusammengefasst (Beobachtungszeit $n = 338$ Stunden/Gruppe). Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode.)

<i>Verhaltens- Parameter [%]</i>	LB <i>[18 Hennen/m²]</i>	LT <i>[18 Hennen/m²]</i>	LSL <i>[18 Hennen/m²]</i>	LSL <i>[9 Hennen/m²]</i>
Verfolgen	12,2 ± 2,1	5,4 ± 0,6	9,8 ± 1,1	4,3 ± 1,7
Hacken	10,6 ± 0,4	6,1 ± 0,8	8,8 ± 0,6	2,1 ± 0,3
Federpicken	30,3 ± 1,8	24,2 ± 1,2	22,1 ± 0,9	13,9 ± 0,8
Federziehen	11,2 ± 0,9	7,3 ± 0,9	8,4 % ± 0,4	6,2 ± 0,4
Summe (Gesamt- aggressivität)	64%	42%	49%	26%

Das Verhalten „Federpicken“ und „Federziehen“ wurde vor allem im Bodenbereich beobachtet. Die Verhaltensparameter „Hacken“ und „Federpicken“ kam in der Gruppe „LSL“ (9 Hennen/m²) signifikant seltener vor als in den übrigen Hennengruppen ($p < 0,05$).

4.6 Bonitierung der Legehennen

4.6.1 Beurteilung des Gefieders

Die beobachteten aggressiven Auseinandersetzungen resultieren in Verletzungen und Schäden bei den Tieren. Eine Bonitierung des Gefieders kann somit Beobachtungsbefunde erhärten.

Tabelle 12:

Gefiederbeurteilung

(Bonitierung des Gefieders nach Grad 1 bis 4 an 13 Terminen, in Abhängigkeit von Hennenlinie und zeitlichem Verlauf der Legeperiode [$n = 10$ Tiere/Gruppe/Tag]. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Dunn's Methode)

Bonitierung	LB	LT	LSL	LSL
	(18 Hennen/m ²) MW ± SEM	(18 Hennen/m ²) MW ± SEM	(18 Hennen/m ²) MW ± SEM	(9 Hennen/m ²) MW ± SEM
Juni	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00
Juli	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00
Aug	1,1 ± 0,10	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00
Sep	1,2 ± 0,13	1,1 ± 0,10	1,1 ± 0,10	1,0 ± 0,00
Okt	1,3 ± 0,15	1,2 ± 0,13	1,1 ± 0,10	1,1 ± 0,10
Nov	1,4 ± 0,16	1,4 ± 0,22	1,2 ± 0,13	1,1 ± 0,10
Dez	1,6 ± 0,22	1,6 ± 0,27	1,3 ± 0,21	1,1 ± 0,10
Jan	1,8 ± 0,25	1,7 ± 0,26	1,4 ± 0,22	1,3 ± 0,21
Feb	2,2 ± 0,33	2,1 ± 0,35	1,6 ± 0,27	1,4 ± 0,22
Mrz	2,4 ± 0,31	2,1 ± 0,35	1,7 ± 0,26	1,5 ± 0,22
Apr	2,4 ± 0,31	2,1 ± 0,35	1,8 ± 0,25	1,7 ± 0,26
Mai	3,1 ± 0,28	2,1 ± 0,35	1,9 ± 0,31	1,8 ± 0,25
Jun	3,1 ± 0,28	2,1 ± 0,35	2,0 ± 0,30	1,9 ± 0,31

Die meisten Gefiederschäden (Grad 4) sind bei den Linien LB und LSL (18 Hennen/m²) mit 3,0% zu finden, gefolgt von der Linie LT mit 2%. Die Unterschiede zu der Linie LSL mit 9 Hennen/m² sind im Grad 4 wie auch im Grad 3 gesichert ($p < 0,05$), nicht jedoch im Grad 2. Signifikant unterschieden ist zudem der Gefiederzustand der LSL-Gruppe mit 9 Hennen/m² im Grad 1 zu den übrigen Hennengruppen ($p < 0,05$).

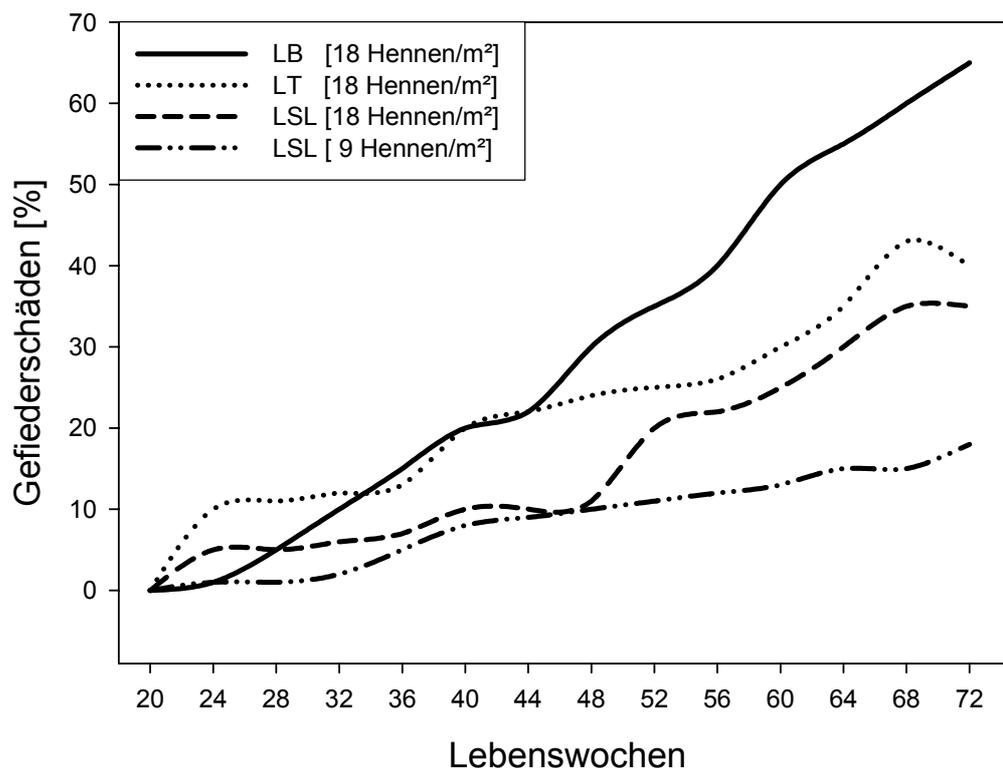


Abbildung 29:

Graphische Darstellung der Gefiederschäden, in Abhängigkeit von Hennenlinie und dem zeitlichen Verlauf der Legeperiode

(Es wurden die Daten aus den Bonitierungen [13 Bonitierungen von jeweils 10 Hennen pro Gruppe = 10 Tiere/Gruppe/Tag] im Verlauf der Legeperiode Juli 2002 bis Juni 2003 im Vergleich der Hennenlinien LB, LT und LSL [18 bzw. 9 Hennen/m²] dargestellt.)

Zu Beginn der Einstallung im Juli 2002 (Alter: 19 Wochen) zeigten die Tiere ein unbeschädigtes, dichtes Federkleid. Es konnten keine Verletzungen oder Entzündungen festgestellt werden.

Im Rahmen der Bonitierungen innerhalb der letzten 6 Monate der Legeperiode zeigten sich deutliche Veränderungen am Gefieder, welche durch Federpicken und mechanische Abnutzung entstanden sind. Im letzten Drittel des Produktionsjahres waren bereits ca. 50% der Tiere im Bereich der Schenkel, des Bürzels, der Schwanzfedern, des Halses und des Nackens und vor allem in der Rücken-, Bauch- und Brustregion geringgradig gerupft oder wiesen abgebrochene Federn auf.

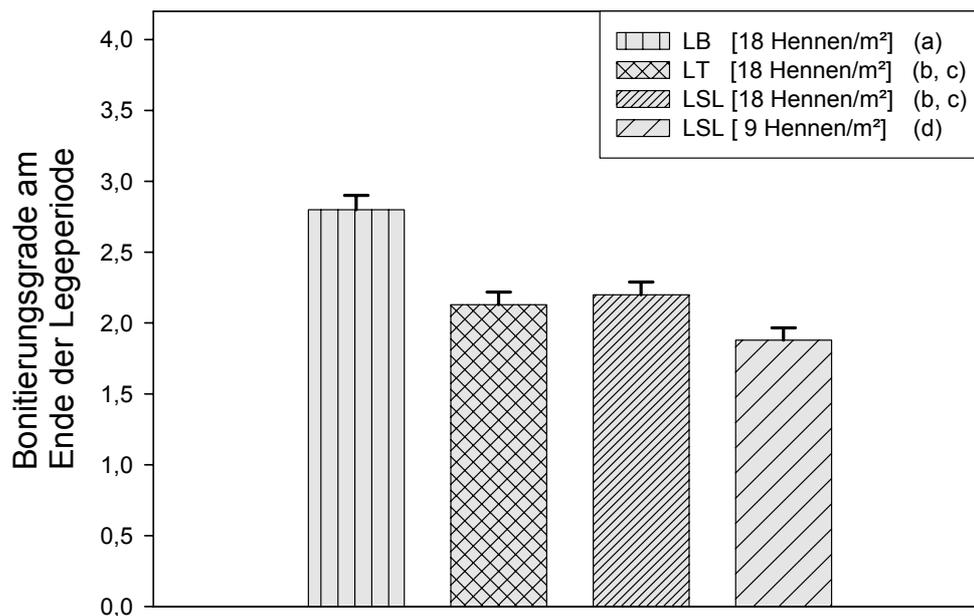


Abbildung 30:

Endbeurteilung aller Hennen

(Gefiederbeurteilung der Hennen nach 72 Lebenswochen. [N für LB = 112 Tiere, N für LT = 105 Tiere, N für LSL = 107 bzw. 52 Tiere]. a-d: $p < 0,05$; Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks, Student-Newman-Keuls Methode.)

Am Ende der Legeperiode ergab die Bonitierung aller Hennen folgende Beurteilungsgrade: LB 2,8 ($\pm 0,10$), LT 2,13 ($\pm 0,09$), LSL 2,2 ($\pm 0,09$) und LSL für 9 Hennen/m² 1,88 ($\pm 0,09$). Die weißen Hennen der niedrigsten Besatzdichte hatten ein deutlich intakteres Gefieder als die anderen Linien. Sie unterschieden sich signifikant. Die Linie LB wies zu den anderen Gruppen signifikant mehr federlose Stellen auf.

4.7 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse in einer Rangfolge

Die Ergebnisse der einzelnen Parameter dieser Studie wurden jeweils ohne Gewichtung in einer Rangfolge von 1 bis 3 erstellt und als Rangplätze zusammengezählt (Rang 1 = bester Platz). Somit ergab sich eine Reihenfolge zwischen den drei Hennenlinien in gleicher Besatzdichte sowie zwischen den Besatzdichten der LSL Gruppen, die einer Eignung für die Volierenhaltung entspricht. Ein Überblick über die Bewertung der Ergebnisse ist in Tab. 14 und 15 zu finden.

Tabelle 13:

Theoretische Rangfolge (ohne Gewichtung) der Ergebnisse der LB, LT und LSL Hennen in gleicher Besatzdichte.

<i>Linie „LB“</i> <i>[18 Tiere/m²]</i>	<i>Linie „LT“</i> <i>[18 Tiere/m²]</i>	<i>Linie „LSL“</i> <i>[18 Tiere/m²]</i>	<i>Parameter</i>
1,6	2,0	2,1	Leistung (gesamt) I
2	3	1	Legeleistung
1	3	2	Eizahl
2	1	3	Eigewicht
1	2	2	Eimasse
1	2	3	Verlegte Eier
3	2	1	Bruch- und Knickeier
2	3	1	Windeier
1	2	3	Schmutzeier
2	1	3	Bruchfestigkeit
1	1	2	Schalendicke
1,5	1,7	2,7	Gesundheit (gesamt) II
1	2	3	Verluste
1	2	3	IgY
1	2	2	Hämatokrit
1	2	3	Hämoglobin
2	1	3	Calcium
3	1	2	Phosphor
2,7	1,3	2	Verhalten (gesamt) III
2	1	3	Ruhe-/Komfortverhalten
3	1	2	Aggression
3	2	1	Gefiederzustand
1,9	1,7	2,3	Ergebnis aus I, II, III
2	1	3	Platzierung

Die Linie LT liegt vor der Linie LB und der Linie LSL.

Tabelle 14:

Theoretische Rangfolge (ohne Gewichtung) der Ergebnisse der LSL Hennen in unterschiedlicher Besatzdichte.

<i>Linie „LSL“ [18 Tiere/m²]</i>	<i>Linie „LSL“ [9 Tiere/m²]</i>	<i>Parameter</i>
1,1	1,9	Leistung (gesamt) I
2	1	Legeleistung
1	2	Eizahl
1	2	Eigewicht
1	2	Eimasse
1	2	Verlegte Eier
1	2	Bruch- und Knickeier
1	2	Windeier
1	2	Schmutzeier
1	2	Bruchfestigkeit
1	2	Schalendicke
1,5	1,3	Gesundheit (gesamt) II
1	2	Verluste
2	1	IgY
1	1	Hämatokrit
2	1	Hämoglobin
2	1	Calcium
1	2	Phosphor
2	1	Verhalten (gesamt) III
2	1	Ruhe-/Komfortverhalten
2	1	Aggression
2	1	Gefiederzustand
1,5	1,4	Ergebnis aus I, II, III
2	1	Platzierung

Die LSL Gruppe der geringeren Besatzdichte (9 Hennen/m²) liegt knapp vor der maximal erlaubten Besatzdichte (18 Hennen/m²).

5 DISKUSSION

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die Eignung verschiedener Hennenlinien für die Haltung in Volieren zu überprüfen. Als Beurteilungskriterien dienten zu diesem Zweck das Verhalten der Tiere sowie deren Gesundheitszustand und Leistung.

5.1 Gesundheit der Hennenherde

Die Einstellung der Tiere erfolgte im Alter von 18 Wochen. Durch tierärztliche Einstellungsuntersuchungen wurde ein tadelloser Gesundheitszustand bestätigt. Vor allem im ersten Drittel der Legeperiode traten Verluste auf, deren Ursachen in den technischen Abtrennungen des Haltungssystems lagen (Einklemmen und Strangulation der Tiere im Gitter). Die Herdengröße sank im Laufe der Legeperiode von 100% auf 91,93%, demnach lagen am Ende der Legeperiode **Gesamtverluste** von 8,07% vor (inklusive Unfälle). Die Linie LB wies die signifikant geringsten Verluste von 4,27% auf, die weiße Linie LSL der niedrigsten Besatzdichte zeigte dagegen die höchsten Verlustraten von 10,34%. Ursachen sind hierbei nicht Krankheiten oder Kannibalismus, sondern, wie oben bereits erwähnt, die Strangulationen im Gitter. Rechnet man diese heraus, ergibt sich eine Verlustrate von nur 2,56% für LB, 6,94% für LT und 5,13% für LSL sowie 3,45% für LSL (9 Hennen/m²).

Vergleicht man die Werte dieser Studie mit denen aus der Literatur, so war die Vitalität der Hennen überdurchschnittlich hoch und die Verluste gering. Unter Praxisbedingungen sind trotz vieler Verbesserungen im Management die durchschnittlichen Verluste in alternativen Haltungssystemen sehr hoch (APPLEBY et al., 1992). In der Freilandhaltung betragen sie ca. 20 –25%, die Hennen werden häufig bereits zwischen der 50. und 60. Lebenswoche geschlachtet. In der Bodenhaltung liegen die Verlustraten zwischen 12 bis 18% und in der herkömmlichen Käfighaltung zwischen 5 bis 8% (PETERMANN, 2003; HÖRNING, 2003). Die Ursachen sind vielfältig (BAUMANN, 2003; DAMME, 2003; OESTER, 2004). Prophylaktische Maßnahmen sind Impfungen, da wirksame Arzneimittel häufig nicht für Legehennen zugelassen sind oder Wartezeiten auf die Eier haben. Problematisch sind in großen Betrieben die erschwerte Tierkontrolle und die Herdengrößen, wodurch die Hühner krankheitsanfälliger sind und erhöhten Schadgasen oder Staubbelastungen ausgesetzt sind. Die Lösung dürfte in einer Optimierung der Haltungssysteme, evtl. einer Kleinvoliere, liegen, ähnlich wie sie in dieser Studie verwendet wurde und wie sie im

„Osnabrücker Hühnerfrieden“ 2004 vorgestellt wurde (ZDG, 2004) sowie in der Zucht robuster Legehybriden. Kritisch ist die ökologische Geflügelhaltung zu bewerten, da die Hennen durch das Ökofutter unzureichend mit Eiweiß und essentiellen Aminosäuren versorgt werden und diese Haltung somit tierschutzrechtlich zur Diskussion steht (PETERMANN, 2003).

Die vorliegenden Untersuchungen ergaben keinen Hinweis des Einflusses von der Besatzdichte auf die Verlustrate. Im Gegenteil, eine der Linien (LB) mit hoher Einstellungsichte wies die niedrigste Mortalität auf, die Linie (LSL) mit der geringsten Besatzdichte dagegen die höchste Verlustrate, die allerdings unfallbedingt war.

Die häufigste **Erkrankung**, die im Verlauf der Legeperiode diagnostiziert wurde, war das Fettlebersyndrom. Sie kam bei allen Linien gleichermaßen vor und wurde zu Beginn des 7. Legemonats durch Sektionen festgestellt. Die Nahrungsaufnahme der Hühner unterliegt verschiedenen Regelmechanismen: u.a. auch der Regulation des Energiehaushaltes (HEIDER und MONREAL, 1992). Um das Risiko des Fettlebersyndroms einzudämmen, wurde der Energiegehalt des Futters regelmäßig reduziert, jedoch musste ein bestimmter Nährwert erhalten bleiben, um die Produktion der Eier nicht zu gefährden. Darmparasiten wurden in den Kotproben nicht nachgewiesen, bakterielle Infektionen traten nur einmal während der Legeperiode subklinisch auf (Clostridien). Antibiotische Behandlungen mussten demnach nicht durchgeführt werden, obwohl in Boden- und Freilandhaltung diese des öfteren eingesetzt werden müssen (LIPPMANN und GOLZE, 2004).

5.2 Eiproduktion

Betrachtet man die Kurven der **Legeleistungen**, getrennt nach den verschiedenen Hennenlinien, so zeigt sich, dass der grundsätzliche Verlauf in allen Gruppen identisch ist. Die weißen Hennen liegen entsprechend den Angaben von KAMPHUES (2003) tendenziell höher als die braunen Hennen. Fasst man alle Hennenlinien über das Jahr zusammen, ergibt sich eine Legeleistung von 89,7% für den Bestand. In der Literatur werden unterschiedliche Angaben über die Legeleistung und Eiqualität der einzelnen Hennenlinien angegeben (siehe Kapitel 2.5.1; LOHMANN TIERZUCHT (2004); KAMPHUES, 2003). In alternativen Haltungssystemen haben LIPPMANN und GOLZE (2004) ein Leistungsniveau von ca. 79% je Durchschnittshenne erhoben. Im Vergleich dazu liegt die Legeleistung dieser Untersuchung mit 83,4 bis 90,2% je D.H.

um über 10% höher. Je A.H. betragen die Leistungsdaten im Schnitt 80,0 bis 84,6% für 12 Legemonate.

Die Leistungsangaben der **LB Hennen** von 92 bis 94% nach LOHMANN TIERZUCHT (2004) liegen weit über den Werten der LB Linie (86,7%) dieser Studie. Jedoch bezieht sich diese Angabe auf eine kurzfristige maximale Legeleistung. Die Zahlen dieser Arbeit hingegen beruhen auf dem gesamten Durchschnitt einer Legeperiode. Dem gegenüber sind die offiziellen Angaben über die Eigewichte deutlich niedriger als in diesem Versuch, somit dürfte sich die **Eimasse** beider Angaben kaum unterscheiden. Für die LB Linie beträgt sie in dieser Studie 20,12 kg je Anfangshenne pro Jahr und liegt tendenziell höher als die der anderen untersuchten Linien. Die Eimasse ist abhängig von der Eizahl je Anfangshenne und dem durchschnittlichen Eigewicht. Die erreichte **Eizahl** der LB Hennen liegt mit 306 Eiern weitaus höher als die angegebene Zahl der ZMP-Marktbilanz (2002), die mit 275 Eiern pro Huhn pro Jahr alle Betriebe und Haltungsformen zusammenfasst. Auch im Vergleich zu den übrigen LT- und LSL-Gruppen befindet sich die LB- Gruppe an erster Stelle.

Ab Beginn der Einstallung bis zur 40. Lebenswoche war ein steil ansteigendes **Eigewicht** zu verzeichnen, das im weiteren Verlauf zwar abflachte, aber weiterhin Zunahmen erkennen ließ. Dass die Eigröße gegen Ende der Legeperiode zu-, die Eianzahl dagegen abnimmt, ist in allen Haltungssystemen grundsätzlich gleich, wobei für die konventionelle Käfighaltung tendenziell von etwas leichteren Eiern berichtet wird (GRASHORN, 2004).

Die Eiproduktion der **Linie LT** ist mit 83,4% die niedrigste der vier Hennengruppen. Sie entspricht eher den Werten von KAMPHUES (2003) mit 85,6% **Legeleistung** als denen von LOHMANN TIERZUCHT (2004). Im Gegensatz dazu treffen die Angaben von LOHMANN TIERZUCHT (2004) fast genau das durchschnittliche **Eigewicht** von 66,9 g, folglich gleicht sich die verminderte Legeleistung mit der erhöhten **Eizahl** aus und ergibt eine **Eimasse** je LT-Anfangshenne von 19,27 kg pro Jahr, die hiermit weit über den geforderten Ansprüchen KAMPHUES (2003) liegt. Somit schneiden die Produktionsdaten der LT Hennen in der vorliegenden Untersuchung deutlich besser ab als in der Literatur angegeben.

Die **Hennenlinie LSL** ist in dieser Studie in 2 Gruppen geteilt, die sich nur in ihrer Besatzdichte unterscheiden. Die eine Gruppengröße entspricht exakt denen der Hennenlinien LB und LT [18 Hennen/m²], die andere LSL Gruppe wurde mit halber Besatzdichte eingestallt und hat demnach unter identischen Bedingungen doppelt so viel Raum pro Henne zur Verfügung [9 Hennen/m²] wie die übrigen.

Die durchschnittlichen Daten der **Legeleistung** befinden sich unter denen von KAMPHUES (2003), jedoch liegen bei beiden LSL- Gruppen wie auch bei den oben genannten LB- und LT- Gruppen die **Eigewichte** und die **Eimasse** wesentlich höher als in der Literatur angegeben. Die errechnete Eimasse (19,45 kg) unterscheidet sich kaum zwischen allen Gruppen. Die Linie LSL weist im Bezug auf die Eiproduktion in ihrer unterschiedlichen Besatzdichte keine gesicherten Unterschiede auf (Eigewicht 64,18 zu 63,7 g, Eimasse 19,50 zu 19,43 kg für LSL und LSL mit 9 Hennen/m²). Die Haltungsform und die Räumlichkeiten haben keinen oder nur geringen Einfluss auf die Leistung der Legehennen, wie an dem Beispiel der Batteriekäfige zu sehen ist. Hier werden bei sehr hoher Besatzdichte bisher die höchsten Produktionserträge erreicht und die niedrigsten Krankheitsraten erzielt, obwohl die bedarfsdeckenden Ansprüche des Tieres bei dieser Haltungsform jedoch immer außer Acht gelassen werden (z.B. VAN EMOUS, 2003).

5.3 Eiablage und Nestakzeptanz

Für einen Praxisbetrieb ist es sehr wichtig das Tagesprofil der **Eiablage** zu kennen. Die Legenester, die für die Eiablage vorgesehen sind, werden in der Regel über Nacht verschlossen, um zu verhindern, dass Hennen in ihnen übernachten, sie verschmutzen und gar als eigenes Revier gegen andere Hennen verteidigen. Um jedoch eine Eiablage ins Nest zu ermöglichen, müssen die Nester für die Tiere rechtzeitig zugänglich sein. Eine Eibildung dauert ca. 25 Stunden, die Hennen legen also nicht jeden Tag exakt zur selben Uhrzeit ihr Ei ab. Nach VAN EMOUS (2003) sollten deshalb die Legenester 2 Stunden vor Lichtbeginn automatisch geöffnet und ca. 1 Stunde vor Beginn der Dunkelphase wieder verschlossen werden.

Anhand eines **Tagesprofils** der Eiablage wurde in diesem Versuch die stündlich gelegte Eizahl kontrolliert und signifikante Unterschiede zwischen den Uhrzeiten festgestellt. Die Legenester dieser untersuchten Voliere wurden nachts nicht gesperrt, so dass die Tiere die Möglichkeit hatten zu jeder beliebigen Uhrzeit ihre Eier ins Nest zu legen. Die

erste **Nestauszählung** begann kurz nach Lichtbeginn und wurde im stündlichen Rhythmus fortgeführt. Die einzelnen Hennenlinien unterschieden sich in ihrem Tagesprofil der Eiablage nicht und sind aus diesem Grund zusammengefasst und als Hennenbestand aufgeführt worden. In den Morgenstunden wurden signifikant mehr Eier gelegt, ab 08:30 war ein Anteil von 70% der Gesamtanzahl erreicht, zu dem im restlichen Tagesverlauf noch jeweils 2% an Eiern pro Stunde hinzukamen. Während der Dunkelphase sind weiterhin einige Eier in die Nester gelegt worden, diese wurden am folgenden Tag zum Zeitpunkt des Lichtbeginns erfasst. VAN EMOUS (2003) beschreibt, dass vor allem junge Hennen die Tendenz haben ihre Eier nachts abzulegen. In Volieren, in denen das Licht in der Nacht komplett erlischt, haben die Jungtiere Probleme ihre Nester aufzufinden und verlegen aus diesem Grund ihre Eier auf den Boden oder in die Etagen der Voliere. Im vorliegenden Versuch half ein Orientierungslicht, alle 10 m über die Volierenlängsseite verteilt, die Legenester zu erkennen und verhinderte so weitgehend die Eiablage auf den Boden.

Wirtschaftlich relevant sind in hygienischer und ökologischer Hinsicht die Anzahl der Eier, die nicht ins Nest gelegt wurden, die sogenannten **verlegten Eier**. LIPPMANN und GOLZE (2004) evaluierten alternative Haltungsformen und kamen bei der Volierenhaltung zu einem Ergebnis von 3,6% verlegter Eier im Mittel, der Maximalwert lag bei ca. 17%.

Die Werte der hier untersuchten Voliere lagen im Mittel bei 4,99%, wobei sich alle Hennenlinien signifikant voneinander unterschieden. Die braunen Hennenlinien verlegten allerdings signifikant weniger Eier als die weißen Hennen. Gegen Ende der Legeperiode war bei den LSL Hennen ein deutlich signifikanter Anstieg in der Zahl der verlegten Eier zu verzeichnen.

Der Scharraum wurde zu Beginn der Einstallung und während der Legeperiode nie abgetrennt und die Scharraumbelichtung wurde von Beginn an auf 490 Lux maximiert. Dennoch verlegten die Hühner gegen Ende der Legeperiode vermehrt Eier in den **Scharbereich**, obwohl genügend freie Nestplätze zur Verfügung standen. Die Nestakzeptanz zu Beginn der Legeperiode war dagegen sehr gut.

Dieses Volierenhaltungssystem berücksichtigte alle Anforderungen von Futter-, Wasser- und Nestausrüstung in optimaler Weise, um den Anfall verlegter Eier zu minimieren. Aus welchem Grunde trotzdem eine Steigerung der Bodeneier im Laufe der

Legeperiode zu verzeichnen war, bleibt ungeklärt. Der Scharraum stellte sich als Schwachzone des Systems dar.

TILLER (1994), VAN EMOUS (2003), PETERMANN (2003) u.a. beschreiben einige Maßnahmen, die eine Verringerung der verlegten Eier bewirken sollen. TILLER (1994) experimentierte mit der Linie Lohmann Brown und erreichte eine minimale Verlegungsquote von 0,5 bis 2%. Auch in der vorliegenden Arbeit wurden nicht mehr als 2% der Eier von den LB-Hennen verlegt. Inwieweit sich die in Kapitel 2.3.3.1 aufgeführten Veränderungen auf die verlegten Eier der anderen Hennenlinien ausgewirkt hätten, bleibt dahingestellt.

Entgegen den von TILLER (1994) aufgeführten Maßnahmen wurden die Hennen in dieser Studie schon mit 18 Wochen eingestallt und begannen die erste Eiablage zwei Wochen später. Die Eingewöhnungszeit reichte somit aus. Während der Legeperiode wurden entgegen den Empfehlungen TILLERS (1994) aus Tierschutzgründen keine Elektrodrähte im Bodenbereich angebracht, die sich anhäufende Einstreu hingegen wurde regelmäßig entfernt und ausgemistet (alle 2-3 Monate). Aus organisatorischen Gründen wurden die Eier in den Legenestern und die verlegten Boden- und Gittereier nur einmal, maximal zweimal am Tag eingesammelt. Ein fünf- bis sechsmaliges Einsammeln empfiehlt VAN EMOUS (2003), um die Anzahl verlegter Eier zu reduzieren. Aus wirtschaftlichen Überlegungen, und damit in der Praxis nicht umsetzbar, wäre dies wiederum eine ständige Ruhestörung für die Tiere gewesen, so dass dadurch evtl. der Anteil an Brucheiern gestiegen wäre.

5.4 Eiquantitätsparameter

Der Anteil an **Knick- und Brucheiern** aller Hennenlinien betrug in dieser Studie durchschnittlich 0,22% der gelegten Eier, die Braunleger (0,30 und 0,28%) stehen den Weißlegern (0,12 und 0,18%) mit signifikant höheren Werten gegenüber. Die größten Differenzen finden sich im achten, neunten und zwölften Legemonat der Legeperiode (siehe Abb. 8).

Dünnschalige Eier und Windeier kommen durch vielerlei Ursachen zustande (siehe Kapitel 2.5.1.; PINGEL, 1987; LÖHLE, 1992; NICHELMANN, 1992; MEYER, et al., 1999; CORDTS et al., 2001; APPLEBY, 2004). In der vorliegenden Untersuchung sind die Anteile der Windeier sehr niedrig, die Werte betragen durchschnittlich 0,06% für alle Linien und unterscheiden sich teilweise signifikant (bis auf die Linie LT und LSL [9 Hennen/m²]) voneinander. Die Unterschiede zwischen den Gruppen lassen sich aber

über die Hinweise aus der Literatur nicht erklären. Futter und Futtermittelversorgung waren bei allen Gruppen identisch, Stress oder Aufregung trat immer im gesamten Stall auf und nicht in einzelnen Abteilen und Impfungen wurden auch innerhalb des ganzen Bestandes durchgeführt und nicht nach Gruppen getrennt.

Der hohe Anteil an **Schmutzeiern** der weißen Hennen korreliert mit der Anzahl verlegter Eier. Da die braunen Linien signifikant weniger Eier verlegten, unterscheiden sie sich demzufolge auch gesichert hinsichtlich des Schmutzeieranteils von den Weißlegern.

Die **Eischalenqualität** hat im Hinblick auf die Vermarktung und den Transport der Eier eine sehr hohe wirtschaftliche Bedeutung. Die Eischalenqualität wird nach SCHOLTYSSSEK (1981) durch das jeweilige Haltungssystem beeinflusst sowie durch weitere Faktoren (NICHELMANN, 1992; MEYER et al., 1999; u.a.). Durch das Ablegen der Eier von der Sitzstange aus oder durch Kollisionen zwischen den Eiern im Nest kann es zu einer Beschädigung der Eischale kommen und so zu einer verminderten Eischalenqualität (VITS et al. 2003). Mit zunehmendem Alter nimmt die Schalenqualität ab (CORDTS et al., 2001). Dies stimmt mit den vorliegenden Ergebnissen überein. Die Schalendicke nahm von 0,410 mm (1. Untersuchungsmonat) auf 0,305 mm (12. Untersuchungsmonat) kontinuierlich ab. Hierbei zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den weißen Linien und zu den braunen Legehybriden. Insgesamt lagen jedoch alle im Bereich der in der Literatur genannten Werte (NICHELMANN, 1992).

Das gleiche trifft auch für die **Bruchfestigkeit** zu. Hier nahmen die Werte von 32,6 N auf 30,7 N im Lauf der Legeperiode ab, wie auch bei SCHOLTYSSSEK (1994) und GRASHORN (2004) beschrieben.

Die braunen Zuchthybriden hatten gegenüber den weißen Hennen eine signifikant höhere Schalenstabilität. Diese Ergebnisse widersprechen denen von FLOCK (1992) und VITS (2003), da in ihren Untersuchungen die LSL- Hennen deutlich festere Eischalen besaßen als die braunen LB- Hennen. Die braunen LT- Hennen wiesen die höchste Schalenstabilität und die höchste Eischalendicke auf. Der Zusammenhang zwischen Eischalendicke und –stabilität (FEHLHABER et al., 1992 und LEYENDECKER et al., 2001) stimmt mit den Ergebnissen dieser Untersuchung überein.

5.5 Physiologische Parameter

Zu den Beurteilungskriterien für Haltungssysteme werden immer häufiger auch immunologische Untersuchungen herangezogen. Zusammenfassend stellt KELLEY (1983) die Frage, ob Veränderungen der **Immunität** bei Tieren in intensiven Haltungssystemen nicht zu den krankheitsfördernden Faktoren zählen. Artgerechte Tierhaltung gehöre durchaus zu dem Gebiet der vorbeugenden Medizin (SIEGMANN, 1992).

Die nach LÖSCH et al. (1986) und AKITA und NAKAI (1993) genannten Konzentrationen von IgG bzw. **IgY** [mg/ml] im Eigelb entsprechen mit 3 bis 25 mg/ml den nachgewiesenen Werten der vorliegenden Arbeit. Mit durchschnittlich 21,2 mg/ml liegen diese im oberen Bereich der Literaturangaben. Die einzelnen Linien unterscheiden sich im gesamten Verlauf der Legeperiode nicht signifikant, jedoch liegen die LB- Hennen mit 22,0 mg/ml vor den anderen Linien, die LSL [9 Hennen/m²] liegen an zweiter und die LT-Hennen an dritter Stelle, gefolgt von den LSL [18 Hennen/m²] mit 20,0 mg/ml. Die Konzentrationen der Hennen schwanken relativ gleichmäßig und lassen einen einheitlichen Verlauf erkennen. Über die 12 Monate betrachtet, steigen die Immunglobulinwerte 2 Wochen nach der Einnistung der Tiere steil an und fallen dann einige Wochen später wieder ab, um sich auf einen Wert von 12 bis 17 mg/ml einzupendeln. Der Konzentrationsabfall ist evtl. erklärbar durch den Legebeginn, der bei den Hennen mit einem durch hohe Belastung des Organismus infolge Beginns der Legetätigkeit verursachten Immundefizit einhergeht.

Die gemessenen Werte bis zur Mitte der Legeperiode stimmen mit denen von ERHARD et al. (2000) überein, die in Bodenhaltung Konzentrationen von 13,49 und 14,05 mg/ml gemessen haben. Im neunten Legemonat ist ein rapider Anstieg der Immunglobuline zu verzeichnen, der sich nach einigen Schwankungen bis auf 35 bis 40 mg/ml im letzten Legemonat einstellt. Im Laufe der Legeperiode mussten sich die Hennen mit verschiedenen Antigenen auseinandersetzen, mit Impfungen und subklinischen Infektionen.

Insgesamt werden in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben über die physiologischen **Blutparameter** gemacht oder werden aufgrund der großen Schwankungsbreite und der schwierigen Bewertung der Ergebnisse gar nicht erhoben (SIEGMANN, 1992).

Die **Hämatokritergebnisse** dieser Studie betragen im Schnitt 28,75%. Signifikante Unterschiede ließen sich nur zwischen den Linien LB und LSL mit 9 Hennen/m² erkennen. SIEGMANN (1992) gibt Hämatokritwerte von 45% an, dagegen beschreibt FREEMANN (1971), dass die Werte von der Ovulation abhängig sind und demnach stark zwischen Legephase und Mauser schwanken. Die aufgeführten Werte stimmen mit dieser Studie in etwa überein, sie bewegen sich an der Obergrenze der Angaben FREEMANNs (1971). Andererseits kann die kontinuierliche Steigung des Hämatokritwertes in der Legeperiode nur bedingt bestätigt werden, die Werte steigen erst nach knapp der Hälfte des Legejahres tendenziell an. Niedrige Hämatokritwerte können auch eine Folge einer Anämie sein, verursacht durch blutsaugende Parasiten wie die Rote Vogelmilbe. In dieser Studie traten ab Mitte bis Ende der Legeperiode massive Probleme mit *Dermanyssus gallinae* auf, jedoch wirkte sich der Befall noch nicht auf die Blutwerte aus. Im zeitlichen Verlauf sind keine deutlichen Schwankungen bzw. Abfälle in den Konzentrationen des Hämatokrit- und Hämoglobinwertes zu finden.

Die Hennen wurden ab dem 5. Legemonat mit Silicatstaub behandelt und eingepudert, die Stallflächen und Ritzen wurden abwechselnd mit Silicat oder Permethrinspray („Ardap“ Quicko[®]) eingesprüht (nach SALISCH, 1989). Möglicherweise haben diese Maßnahmen einen zu großen Milbenbefall verhindert und die negativen Folgen des Befalls für die Hennen gemildert.

Ebenso verhält es sich mit den **Hämoglobinwerten**. Hier ist ab der Hälfte der Legeperiode eine geringgradig minimale Steigung festzustellen. Die Konzentrationen für Hämoglobin liegt im Mittel bei 10,72 g/dl. Signifikante Unterschiede ergeben sich nicht für die Linien LB und LSL mit voller Besatzdichte, jedoch für alle anderen Gruppen. Ob diese gesicherten Differenzen, sowohl der Hämoglobinwerte als auch der Hämatokritwerte, von besonderer Bedeutung sind, ist aufgrund der großen Schwankungsbreite fraglich.

Das Verhältnis der **Calcium- und Phosphorkonzentrationen** im Serum beträgt nach diesen Untersuchungen 1,3:1 Dies entspricht nach GYLSTORFF und GRIMM (1987) annähernd den Ideal-Verhältnis 1,5 bis 2,0:1. Vergleichswerte für Blut-Ca-Konzentrationen sind für den Graupapagei mit 8,0 bis 13,0 mg/100ml angegeben. Im Mittel der 12monatigen Legeperiode betragen die Calciumwerte 11,17 mg/100 ml und die Phosphorwerte 8,85 mg/100 ml. Signifikante Unterschiede ergeben sich nur zwischen den Calciumwerten der LT zu den LSL-Hennen, ansonsten gibt es bei den

Serumwerten keine gesicherten Unterschiede. Tendenziell liegen bei den Calciumkonzentrationen die LT Hennen mit 11,47 mg/100 ml vorne, gefolgt von den LSL mit 9 Hennen/m² und den LB Hennen und letztlich von den LSL mit 18 Hennen/m². Eine ähnliche Reihenfolge ergibt sich innerhalb der Phosphorkonzentrationen. Auch hier liegt die LT- Gruppe ganz vorne mit 8,97 mg/100 ml, an zweiter Stelle stehen die LSL mit 9 Hennen/m², gefolgt von LSL mit 18 Hennen/m² und den LB.

5.6 Hennenverhalten in der Voliere

Die Verhaltensbeobachtungen wurden in vier verschiedenen Volierenbereichen (Boden, 1. Volierenetage, 2. Volierenetage, Legenester) durchgeführt und auf die Funktionskreise „Fortbewegung, Ruheverhalten und Komfortverhalten“ beschränkt. Die **Verteilung der Hennen** fanden im gesamten Volierensystem statt, wobei die zweite Etage bevorzugt wurde. Die geringe Verteilung in den Legenestern (14,75%) ist darauf zurückzuführen, dass sich die Hennen nur in den Morgenstunden zur Eiablage in ihnen aufhalten und sich tagsüber nur vereinzelt in die Nester zurückziehen. Im Bodenbereich wurde ausgiebig Sandbadeverhalten, Scharren, Picken und jegliches Komfortverhalten durchgeführt. Auffällig sind die Verteilungen in Abhängigkeit von der Besatzdichte. Hier gibt es signifikante Unterschiede, die auf das vermehrte Platzangebot bei den Hennen mit halber Besatzdichte beruhen. So herrscht z.B. im Bodenbereich bei den Gruppen mit hoher Einstalldichte mehr Fortbewegung, hingegen bei der Gruppe mit geringer Dichte ein signifikant häufigeres Ruheverhalten. Die Tiere müssen nicht so oft ausweichen, sie verteilen sich in etwas weiteren Abständen und haben die Möglichkeit längere Zeit zur Ruhe zu kommen.

Auch in den Volierenetagen sind die Gruppen mit 18 Hennen/m² öfter in Bewegung, sie müssen vermehrt ausweichen, fliehen oder verfolgen sich häufiger als die Tiere mit 9 Hennen/m². Eine Umkehrung erfolgt hier nur in im Bereich des Komfortverhaltens, hier finden die größeren Gruppen in den Volierenetagen tendenziell mehr Gelegenheit zur Gefiederpflege bzw. sie nutzen die erhöhten Etagen intensiver, da sie evtl. im Bodenbereich zu großem Stress ausgesetzt sind (VESTERGAARD, 1981).

Die Legenester wurden in weiteren Beobachtungen stündlich ausgezählt, um eine tagesabhängige Frequenz der **Nestbelegung** zu untersuchen. Zu Beginn der ersten drei Lichtstunden sind fast alle Nester in den einzelnen Abteilen belegt. Auf die vorhandenen 8 Doppellegenester pro Abteil müssen sich die Hennen, entweder 117 oder

58 Hennen pro Gruppe, in den Morgenstunden verteilen und ihre Eier ablegen. Im Schnitt haben sich in den ersten beiden Stunden je 30% der Tiere in den Nestern verteilt, so dass schon 60% des Bestandes ihre Eier abgelegt haben. In den restlichen Stunden wurden ca. 5% der Nester belegt, dies entspricht auch der Eizahl innerhalb eines Tagesverlaufes. Signifikante Unterschiede ergaben sich nicht zwischen den Gruppen, nur zwischen den morgendlichen Stunden und dem restlichen Tagesverlauf. Es ist fraglich, ob sich die vorliegenden Ergebnisse verallgemeinern lassen. Die Ergebnisse stammen aus kleinen Gruppeneinheiten. Bezüglich des Sozialverhaltens ist die Übertragung der Ergebnisse auf große Herden daher bedenklich. Die Varianz innerhalb von Herkünften ist zum Teil größer als die Varianz zwischen Herkünften (DAMME, 2003).

Da Federpicken dem Funktionskreis Nahrungserwerb zuzuordnen ist (WENNRICH, 1974 und 1975; KEELING, 1995) liegt seine Ursache vermutlich darin, dass den Tieren keine Möglichkeit zur adäquaten Nahrungssuche gegeben wird und sich damit zu beschäftigen. In Besatzdichten über 10 Tieren/m² leiden Hennen häufiger unter Federpicken als in niedrigeren Stallbesätzen (HUBER-EICHER und AUDIGÉ, 1999). In Direktbeobachtungen wurden die Verhaltenselemente „**Verfolgen, Hacken, Federpicken und Federziehen**“ dokumentiert und ausgewertet. Betrachtet man diese Parameter zusammen als Gesamttaggressivität, so stellen sich gesicherten Unterschiede zwischen den Besatzdichten dar. Die Hennen der halben Besatzdichte sind signifikant weniger aggressiv als die Tiere der vollen Besatzdichten [18 Hennen/m²]. Sie zeigen im Vergleich zu den LB halb so oft die Verhaltensweisen Federpicken und –ziehen und nur ein Viertel so oft Hacken und Verfolgen.

Gegen Federpicken, Kannibalismus und Nervosität können nach TILLER (1994) vorbeugende Maßnahmen getroffen werden: Vermeidung einer zu trockenen Stallluft (mindestens 65% Luftfeuchte, in diesem Versuch entsprach sie genau der Angabe), die Lichtintensität bei erregten Tiere dimmen und höhere Elektrolytgehalte im Futter anbieten, um die Pickaktivität der Tiere zu hemmen. Die empfohlenen Gehalte von Natrium und Chlorid in Höhe von 0,15% sind absolute Mindestwerte. Die Futter- und Wasserversorgung war bei allen untersuchten Hennenlinien gleich, deshalb sind die Unterschiede im Federpicken nicht darauf zurückzuführen. Vielmehr liegt hier wahrscheinlich eine rasseabhängige Disposition vor. Betrachtet man die Linien gleicher

Besatzdichte, so ergibt sich eine abnehmende Aggressivität in der Reihenfolge LB, LT und LSL.

Gefiederpflege ist ein Teil des Komfortverhaltens des Huhnes (HÖRNING et al., 1999). Bezüglich der Gesamtgefiederbenotung konnten signifikante Unterschiede sowohl zwischen den einzelnen Hennenlinien (Tab. 11) als auch - in Übereinstimmung mit BARNETT et al. (1997) - in Abhängigkeit vom Legemonat (Abb. 20) festgestellt werden. Demgegenüber konnten WEITZENBÜRGER et al. (2003) hier nur eine zeitabhängige Verschlechterung, jedoch keine linienabhängigen Unterschiede des Gefiederzustandes beobachten. Die LSL-Hybriden ließen bei allen Körperregionen, mit Ausnahme des Bauches und des Schwanzes, einen deutlich besseren Gefiederzustand erkennen. Verletzungen der Haut sowie der Kopfanhänge waren nur in Einzelfällen zu beobachten. ABRAHAMSSON et al. (1996) konnten keinen signifikanten Unterschied in der Gefiederqualität durch den Zugang zu Sandbädern nachweisen. APPLEBY et al. (2002) zufolge nehmen die Gefiederschäden mit steigender Tierzahl zu. Ebenso nehmen die Futterzusammensetzung, das Stallklima, Ektoparasitenbefall und die Aufzuchtbedingungen Einfluss auf den Gefiederzustand (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998).

Nach OESTER et al. (1997) können sich **Verhaltensstörungen** schon im Kükenalter entwickeln. Die Aufzucht der Küken erfolgt in großen Gruppen (> 250 Küken) ohne Elterntiere. Sie müssen selbst lernen, wo sich Futter und Wasser befindet und wie sie Essbares erkennen. Aus dieser Situation heraus könnte sich Federpicken an Artgenossen entwickeln. In der Aufzuchtphase fehlen häufig Sitzstangen oder Strukturen, die für die Entwicklung der „Aufbaumfähigkeit“ der Küken nötig sind, um gut mit der Umgewöhnung in die Volierenhaltung zurecht zukommen (FRÖHLICH, 1990). Folge sind die bereits erwähnten verlegten Eier. Vermutlich könnte nach OESTER et al. (1997) eine reichhaltigere Umgebung in der Aufzucht und die Anwesenheit einer Glucke mithelfen, die Probleme der verlegten Eier und des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus verhindern.

DOSCH (2003) sieht die Ursachen der Verhaltensstörungen auch im Zusammenhang mit der heutigen Hühnerzucht. Bisher wurden die genetischen Eigenschaften der Hybridhennen auf die Batteriehaltung ausgelegt und entsprechen deshalb evtl. nicht den Anforderungen der alternativen Haltungsformen. Demzufolge haben die alternativen

Betriebe Probleme mit Gesundheit und Verhaltensstörungen der Hennen, hinzukommt, dass sie wenig Erfahrung mit alternativen Herkünften haben.

In der genetischen Disposition einzelner Rassen oder Hybridlinien sehen zahlreiche Autoren die grundlegenden Ursachen des Federpickens (HUGHES und DUNCAN, 1972; HUGHES, 1980; BESSEI, 1984; SAMBRAUS, 1985; WATHES et al., 1985; SCHOLTYSSSEK, 1987; CRAIG, 1988).

Stellt man aus den untersuchten Parametern eine theoretische Rangfolge her (siehe Tab. 14), so ergibt sich bei gleicher Wichtung jedes Merkmales für die wirtschaftlichen Parameter eine Reihung in absteigender Rangfolge von LB über LT zu LSL. Demgegenüber ergibt sich bei der Gewichtung ethologischer bzw. morphologischer Parameter eine Reihung in absteigender Rangfolge von LSL über LT zu LB.

Daraus folgt, dass die Linie LB mit den besten Leistungsparametern hinsichtlich ihres Aggressionspotentials züchterisch verbessert werden sollte, um eine noch bessere Eignung für alternative Haltungsformen zu erreichen.

5.7 Schlussfolgerung

Die in der vorliegenden Studie untersuchte Volierenhaltung hat sich als eine gegenüber der Käfighaltung gangbare Alternative erwiesen, die einem gesellschaftlich akzeptablen Kompromiss zwischen den Ansprüchen der Tiere an ihre Haltungsumwelt und den Belangen einer ökonomischen Eierzeugung entspricht.

Bei insgesamt hoher Leistung und geringer Mortalität zeigten sich jedoch zum Teil signifikante Unterschiede hinsichtlich der Eignung bestimmter Hennenlinien für die Volierenhaltung, wobei sich die **Lohmann Brown Linie (LB)** gegenüber der **Lohmann Tradition Linie (LT)** sowie der **Lohmann Selected Leghorn Linie (LSL)** insbesondere unter Berücksichtigung von Gesundheit und Leistung als am geeignetsten herausstellte. Bei den Verhaltensparametern schnitt die LT Linie am besten ab.

Einschränkend ist zu erwähnen, dass sich Ergebnisse aus kleinen Tiergruppen nicht unbedingt deckungsgleich auf die Haltungskriterien in Großbetrieben übertragen lassen. Wichtigstes Zuchtziel für die Zukunft sollte die Erstellung von Hennenlinien mit ruhigem Temperament und hoher Nestaffinität sein, um dem Volierensystem breitere Anwendung in der Praxis zu verschaffen. Darüber hinaus sollten Managementschulungsprogramme angeboten werden, um den höheren Anforderungen an die Betriebsführung von alternativen Haltungssystemen gerecht zu werden. Letzteres auch unter dem Aspekt, dass Fehler im Management von Volierenhaltungen zu schlechterer hygienischer Qualität des erzeugten Lebensmittels, aber auch zu erhöhter Umweltbelastung durch Staub und Schadgase sowie zu einer verminderten Qualität des Arbeitsplatzes im Stall führen können.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie zur Gesundheit und Leistung von Legehennen unterschiedlicher Linien (LSL, LB, LT) in Volierenhaltung

In der vorliegenden Studie wurden Verhalten, Leistung und die Gesundheit von einer weißen (Lohmann Selected Leghorn, LSL) und zwei braunen (Lohmann Brown, LB; Lohmann Tradition, LT) Legelinien im Zeitraum von 12 Legemonaten, Juli 2002 bis Juni 2003, untersucht. Die Legehennen wurden unter identischen Managementbedingungen in vier Volierenabteilen mit je drei gleichen, 18 Tiere/m² der Gruppe LB, LT und LSL (pro Abteil 117 Hennen), und einer halben Besatzdichte, 9 Tiere/m² der Gruppe LSL (58 Hennen), eingestallt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die höchste **Eizahl** von 306 Eiern je Anfangshenne wurde bei den LB ermittelt, gegenüber 305 Eiern bei den LSL (18 Tiere/m²), 304 Eiern bei den LSL (9 Tiere/m²) und 288 Eiern bei den LT, die signifikant niedriger lagen.
- Daraus resultierend ergibt sich eine durchschnittliche **Legeleistung** der LSL Hennen mit 89,15% (18 Tiere/m²) und 90,17% (9 Tiere/m²) je Anfangshenne, gegenüber den LB mit 86,72% und den LT mit 83,35%.
- Bei den LT wurden die signifikant höchsten **Eigewichte** registriert (66,92 g), gegenüber 65,74 g bei den LB, 64,13 g bei den LSL (18 Tiere/m²) und 63,91 g bei den LSL (9 Tiere/m²).
- Die **Eimasse** (Gesamteigewicht) je Anfangshenne pro Jahr schwankte zwischen 20,12 kg (LB), 19,50 kg (LSL mit 18 Tieren/m²), 19,43 kg (LSL mit 9 Tieren/m²) und 19,27 kg (LT). Die Unterschiede waren im Gegensatz zu Eigewicht und Eizahl nicht signifikant.
- **Verlegte Eier** wurden signifikant häufiger bei den LSL angetroffen (6,13% und 8,81% bei 18 Tieren/m² bzw. 9 Tieren/m²), gegenüber den LT (3,03%) und den LB (2,00%). Entsprechend unterschieden sich der **Schmutzeieranteil** der LSL (18 Tiere/m²) mit 0,32% und der LSL (9 Tiere/m²) mit 0,46% signifikant gegenüber LT (0,09%) und LB (0,07%).
- Die Linie LB wies signifikant vermehrt **Knickeier** (0,30%) auf, gegenüber LT mit 0,28%, LSL (18 Tiere/m²) mit 0,12% und LSL (9 Tiere/m²) mit 0,18%, obwohl sie eine hohe Bruchfestigkeit aufwies.

- Die stabilsten Eier legten die LT (36,68 N) gegenüber den LB mit 34,18 N, den LSL (18 Tiere/m²) mit 30,92 N und den LSL (9 Tiere/m²) mit 31,66 N **Bruchfestigkeit** der Eischale. Die Linien unterschieden sich signifikant, die unterschiedlichen Besatzdichten der LSL nicht.
- Die LT wiesen die höchste **Schalendicke** auf (0,422 mm), gegenüber den LB (0,404 mm), den LSL (18 Tiere/m²) mit 0,350 mm und den LSL (9 Tiere/m²) mit 0,340 mm. Signifikante Unterschiede liegen zwischen den braunen und den weißen Linien vor.
- Die mittleren **Immunglobulin Y** Konzentrationen im Eidotter betragen bei den LB 21,97 mg/ml, gegenüber den LT mit 20,52 mg/ml, den LSL (18 Tiere/m²) mit 20,00 mg/ml und den LSL (9 Tiere/m²) mit 21,03 mg/ml. Die Gruppen unterschieden sich nicht signifikant.
- Der Durchschnitt der **Hämatokritwerte** betrug 28,75%. Zwischen den Linien bestanden keine signifikanten Unterschiede.
- Der durchschnittliche **Hämoglobinwert** lag bei 10,72 mg/ml. Zwischen den Linien gab es keine signifikanten Unterschiede.
- Die Werte für **Calcium** und **Phosphor** im Serum betragen durchschnittlich 11,17 mg/100 ml für Calcium und 8,85 mg/100 ml für Phosphor, die Hennenlinien unterschieden sich nicht signifikant.
- Innerhalb der Voliere **verteilt** sich die Hennen relativ gleichmäßig: Im Bodenbereich hielten sich durchschnittlich 20,75% der Tiere auf, in der 1. Volierenetage 31,00%, in der 2. Volierenetage 33,50% und in den Legenestern 14,75%.
- Die niedrigste Besatzdichte der LSL (9 Tiere/m²) zeigte signifikant häufigeres **Ruheverhalten** als die übrigen Hennengruppen, durchschnittlich 39,8% im Gegensatz zu LT mit 35,5%, LB mit 31,3% und LSL (18 Tiere/m²) mit 28,5%. **Komfortverhalten** betrug bei LT 17,5%, bei LSL der niedrigen Besatzdichte 17,1%, bei LB 16,25% und LSL (18 Tiere/m²) 15%. In der **Fortbewegung** waren LSL (18 Tiere/m²) mit 14,6% und LB mit 14,5% annähernd gleich, LT zeigten 11,3% und LSL (9 Tiere/m²) 10,5% Bewegung.
- Die Frequentierung der **Legenester** unterschied sich zwischen den Morgenstunden und dem restlichen Tagesverlauf signifikant, nicht aber zwischen den Hennenlinien. In den Morgenstunden betrug die Nestbelegung zwischen 34 und 26%, im restlichen Tagesverlauf durchschnittlich 5 bis 2%.

- Die LB Gruppe zeigte eine signifikant höhere **Aggressivität** (64%) als die Hennen der LSL Gruppe (18 Tiere/m²) mit 49%, die braunen der LT Gruppe mit 42% und die LSL Gruppe (9 Tiere/m²) mit 26%.
- Die LSL in halber Besatzdichte (9 Tiere/m²) hatten am Ende der Legeperiode das signifikant beste Federkleid mit nur 18% Gefiederschäden, gefolgt von den LSL (18 Tiere/m²) mit 35%, den LT mit 40% und den LB mit 65%.

Differenziert man die untersuchten Parameter, ergibt sich eine Bevorzugung der Hennenlinie LB in den Bereichen Leistung und Gesundheit vor den Linien LT und LSL. Die LB-Hennen zeigen hier die besten Ergebnisse.

Nimmt man die Bewertung der Verhaltensparameter hinzu, so dürfte die LT-Linie eine gute Kompromisslösung für eine Volierenhaltung darstellen. Sie zeichnet sich durch eine gute Legeleistung, eine gute Eischalenqualität, ein ruhiges Temperament und eine geringe aggressive Verhaltensweise gegenüber Artgenossen aus.

7 SUMMARY

Comparative analysis of behaviour, health and productivity of layer hens from different lines (LSL, LB, LT) in aviary housing systems

This survey examines the behaviour, productivity and health of three lines of laying hens over a period from July 2002 to June 2003 (12 months of lay). The focus is on one white line (Lohmann Selected Leghorn, LSL) and two brown lines (Lohmann Brown, LB and Lohmann Tradition, LT). The laying hens were housed under identical management conditions in four aviary compartments: three compartments with identical stocking density (18 birds/m²) in the groups of LB, LT and LSL (117 hens per aviary compartment) and half the density (9 birds/m²) in another group of LSL with 58 hens per aviary compartment (LSL-9).

Results can be summarised as follows:

- The highest **number of eggs** per hen housed is 306 eggs among LB as opposed to 305 eggs among LSL, 304 eggs among LSL-9 and 288 eggs among LT hens, which is significantly lower.
- LSL show the highest average **egg yield**. The yield of LSL is 89.15% per hen housed and 90.17% (LSL-9) whereas that of LB is 86.72% and of LT is 83.35%.
- LT have significantly higher **average egg weights**, 66.92 g, compared to 65.74 g for LB, 64.13 g for LSL and 63.91 g for LSL-9.
- **Overall eggweight** per hen housed and year varies between 20.12 kg (LB), 19.50 kg (LSL), 19.43 kg (LSL-9) and 19.27 kg (LT). These differences are not significant.
- Both LSL groups have a significantly increased frequency of **floor eggs** (LSL = 6.13%, LSL-9 = 8.81%) as compared to LT (3.03%) and LB (2.00%). Accordingly, the proportion of **dirty eggs** differs significantly between LSL with 0.32% and LSL-9 with 0.46% compared to LT (0.09%) and LB (0.07%).
- The LB line has a high egg breaking strength but has a significantly increased share of **cracked eggs** (0.30%) compared to LT (0.28%), LSL (0.12%) and LSL-9 (0.18%) among the group of 9 animals/m².

- The most solid eggs are laid by LT (36,68 N **breaking strength**) compared to LB (34,18 N), LSL (30,92 N) and 31,66 N among the group of LSL-9. The value differs significantly between the lines. LSL stocking density did not have an effect on breaking strength.
- **Diameter of egg shell** is highest among LT (0.422 mm) compared to LB (0.404 mm) and LSL (0.350 mm) and LSL-9 (0.340 mm). Brown and white lines show significant differences with regard to average egg shell diameter.
- **Concentration of immunoglobulin** in egg yolk is 21,97 mg/ml among LB, 20,52 mg/ml among LT, 20.00 mg/ml among LSL and 21,03 mg/ml among LSL-9. These differences are not significant.
- Average **hematocrit** is 28.75%. There are no significant differences between the lines.
- Average **hemoglobin** concentration is 10.72 mg/ml. There are no significant differences between the lines.
- Average concentration of **calcium** in serum is 11.17 mg/100 ml. Average concentration of **phosphorus** in serum is 8.85 mg/100 ml. There are no significant differences between the lines.
- **Distribution of birds** in different aviary parts show the following pattern: floor level 20.75%, first tier 31.00%, second tier 33.50% and nesting sites 14.75%. Utilization of space of aviary by hens is evenly distributed.
- LSL-9 show significantly more frequent resting behaviour than the other lines. It is at 39.8% on average as opposed to 35.5% among LT, 31.3% among LB and 28.5% among LSL. **Comfort behaviour** is highest among LT with 17.5%, followed by LSL-9 with 17.1%, LB with 16.25% and LSL with 15%. **Locomotion** is almost the same for LSL which is 14.6% and LB, which is 14.5%, followed by LT (11.3%) and the group of LSL-9 (10.5%).
- During the morning hours the **occupancy of nesting sites** ranges from 26% to 34% and during the rest of the day it ranges from 2% to 5% on average. However, the frequency does not vary between different hen lines.
- LB show significantly more **aggressive behaviour** (64%) than LSL hens with 18 animals/m² (49%), the brown hens of the LT line (42%) and LSL hens with 9 animals/m² (26%).

- **Plumage conditions** at the end of the laying period are best among LSL hens kept at half the stocking density (9 animals/m²). These show a significantly better feathering and only 18% plumage damage, compared to 35% in LSL lines (18 animals /m²), 40% in LT lines and 65% in LB lines.

After analysing the data of this survey, the particular line of LT hens, at the given stocking density of 18 hens/m², appears to exist at optimal conditions. The LT hens, more so than any of the other lines, show higher fertility, stronger shell strength, more comfort behaviour, and less aggression toward other hens.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R.; APPLEBY, M.C. (1996):

Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Brit. Poultry Sci.* 37: 521-540

ACHILLES, W.; FÖLSCH, D.W.; FREIBERGER, M.; GOLZE, M.; HAIDN, B.; HÖRNING, B.; HILLER, P.; JANZEN, A.; KLEMM, R.; LEOPOLD, A.; NAJATI, M.; TREI, G.; VAN DEN WEGHE, H.; VAN DEN WEGHE, S. (2002):

Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung. BMVEL-Modellvorhaben. KTBL-Schrift 399. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt: 19-23

ADAM, T. (1973):

Toleranzgrenzen für gasförmige Umweltfaktoren. In: JANZEN, A.; NAJATI, M.; VAN DEN WEGHE, S. (2000): Modellvorhaben „Landwirtschaftliches Bauen“ 1997-1999 „Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung“ Abschlussbericht 2000, Vechta, Züchtungskunde 45 (3): 162-178

AKITA, E.M.; NAKAI, S. (1993):

Comparison of four purification methods for the production of immunoglobulins from eggs laid by hens immunized with an enterotoxigenic *E. coli* strain. *J. Immunol. Meth.* 160: 207-214

ALLEN, J.; PERRY, G.C. (1975):

Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. *Brit. Poultry Sci.* 16: 441-451

APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. (1992):

Poultry Production Systems: Behaviour, Management and Welfare. CAB International, Wallingford, UK

APPLEBY, M.C.; WALKER, A.W.; NICOL, C.J.; LINDBERG, A.C.; FREIRE, R.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. (2002):

Development of furnished cages for laying hens. *Brit. Poultry Sci.* 43: 489-500

APPLEBY, M.C.; MENCH, J.A.; HUGHES, B.O. (2004):

Poultry Behaviour and Welfare. CABI Publishing, Cambridge, USA

BARNETT, J.L.; GLATZ, P.C.; NEWMAN, E.A.; CRONIN, G.M. (1997):

Effects of modifying layer cages with perches on stress physiology, plumage, pecking and bone strength of hens. *Aust. J. Exp. Agricult.* 37: 523-529

BARTUSSEK, H. (1995):

Tiergerechtigkeitsindex für Legehennen. TGI 35 L/1995- Legehennen. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A- Irdning des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien: 8-16

BAUMANN, W. (2003):

Netzwerk Tierzucht im ÖL, Workshop I Hühnerzucht, Dokumentation: G. Schmidt. Ökologische Hühnerzucht (30.04.2003), Ort: Frankfurt- Dokumentation-. Quelle: WSI_HuhnProtokoll.doc

BESSEI, W. (1983):

Zum Problem des Federpickens und Kannibalismus. *DGS* 24: 656-666

BESSEI, W. (1984):

Genetische Beziehungen zwischen Leistung, Befiederung und Scheu bei Legehennen, *Arch. Geflügelkd.* 48: 231-239

BESSEI, W. (1997):

Ethologische Untersuchungen zum Pickverhalten von Legehennen. *Lohmann Information*, Juli-September 1997, 3/97, Lohmann&Co.AG, Cuxhaven: 3-8

BESSEI, W.; DAMME, K. (1998):

Neue Verfahren für die Legehennenhaltung. KTBL- Arbeitsgemeinschaft „Technik und Bau in der Tierhaltung“, Darmstadt. KTBL-Schrift, Münster-Hiltrup

BIEDERMANN, G.; SCHMIEMANN, N.; LANGE, K. (1993):

Untersuchungen über Einflüsse auf den Zustand des Gefieders von Legehennen unterschiedlichen Alters. Arch. Geflügelkd. 57: 280-285

BLOKHUIS, H.J. (1989):

The development and causation of feather pecking in the domestic fowl. PhD Thesis Agricult. University, Wageningen

BLOKHUIS, H.J.; VAN DER HAAR, J.W. (1989):

Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 22: 359-369

BRUMMER, H. (1978):

Verhaltensstörungen. In: SAMBRAUS, H.H. (Hrsg.): Nutztierethologie. Paul Parey, Berlin und Hamburg

BUNDESVERBAND TIERSCHUTZ (2001):

EU: Trend zur Tierfreundlichen Hühnerhaltung? Referat von Herrn Dr. Selzer anlässlich der Medienkonferenz des Schweizer Tierschutz STS. Quelle: <http://www.bv-tierschutz.de/201909.html>

CHEN, C.L.H., LOHMEYER, J.E., COOPER, M.D. (1982):

Evidence for an IgD homologue on chicken lymphocytes. J. Immunolog. 129: 2580-2585.

CORDTS, C.; SCHMUTZ, M.; PREISINGER, R. (2001):

Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung der Schalenstabilität von Eiern. Lohmann Information 3: 15-18

CRAIG, J.V.; OKPOKHO, N.A.; MILLIKEN, G.A. (1988):

Floor and cage rearing effects on pellets' initial adaptation to multiple-hen cages. Appl. Anim. Behav. Sci. 20 (3-4): 319-334

DAMME, K. (2003):

Eiererzeugung in alternativen Haltungssystemen – Wie sich verschiedene Legehybriden dafür eignen. DGS 22: 22-25

DARWIN, C. (1887):

The origin of species. Verlag John Murray, London

DGS INTERN (2004):

Legehennenhaltung in der Schweiz - Schweiz bleibt eine Insellösung. In: DGS 7/2004, Offizielles Organ des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft 27: 8-9

DOSCH, T. (2003):

Netzwerk Tierzucht im ÖL, Workshop I Hühnerzucht, Dokumentation: G. Schmidt. Ökologische Hühnerzucht (30.04.2003), Ort: Frankfurt - Dokumentation. Quelle: WSI_HuhnProtokoll.doc

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. (1997):

Anatomie der Haustiere. Enke-Verlag

ENGELMANN, C. (1984):

Leben und Verhalten unseres Hausgeflügels. Neumann Verlag, Leipzig, Radebeul

ERHARD, M.H.; VON QUISTORP, I.; SCHRANNER, I.; JÜNGLING, A.; KASPERS, B.; SCHMIDT, P.; KÜHLMANN, R. (1992):

Development of specific enzyme-linked immunosorbent antibody assay systems for the detection of chicken immunoglobulins G, M, and A using monoclonal antibodies. Poultry Sci. 71: 302-310

ERHARD, M.H.; ÖZPINAR, H.; BILAL, T.; ABBAS, I.; KUTAY, C.; ESECELI, H.; STANGASSINGER, M. (2000):

The humoral immune response and the productivity of laying hens kept on the ground or in cages. *Altern Lab Anim.* 28: 699-705

FEHLHABER, K.; JANETSCHKE, P. (1992):

Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg

FLOCK, D.K. (1992):

LSL- und LB-Leistung: Schalenqualität und Futtermittelverwertung im Blickpunkt. *Lohmann Information* 1: 3-6

FLOCK, D.K. (1994):

Erkenntnisse aus 25 Generationen Legehennenzucht (1968-1993). *Lohmann Information*, Lohmann&Co.AG, Cuxhaven: 1-4

FÖLSCH, D.W.; VESTERGAARD, K. (1981):

Das Verhalten von Hühnern. *The Behaviour of Fowl*. Tierhaltung, Bd 12, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart: 9-114

FÖLSCH, D.W., GOZZOLI, R., HAUSER, H. UND HUBER, H.H. (1989):

Hühnerhaltung – eine Herausforderung. Ökologie, Ethologie und Gesundheit als Kriterien für moderne Hühnerhaltung. *Tierhaltung* 19: 71-87. Basel, Boston, Stuttgart, Birkhäuser-Verlag

FREEMANN, B.M. (1971):

The corpuscles and the physical characteristics of blood. In: BELL, D.J.; FREEMANN, B.M. (Hrsg): *Physiology and biochemistry of the domestic fowl* (2), London, New York. Academic Press: 841-850

FRÖHLICH, E.K.F. (1990):

Zur Bedeutung erhöhter Sitzstangen und räumlicher Enge während der Aufzucht von Legehennen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1990. Landwirtschaftsverlag Münster. KTBL-Schrift 344: 36-45

FRÖHLICH, E.K.F.; OESTER, H. (1989):

Die Anwendung ethologischer Erkenntnisse bei der Prüfung der Tiergerechtheit von Stalleinrichtungen und Haltungssystemen für Legehennen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1988. Darmstadt, KTBL-Schrift 336: 273-284

GAULY, M.; PREISINGER, R.; ERHARDT, G. (2003):

Möglichkeiten der Zucht auf Krankheitsresistenz bei Legehennen am Beispiel des Hühnerspulwurms (*Ascaridia galli*). Lohmann-Informationen 2: 25-27

GRASHORN, M.A. (2004):

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

GUHL, A.M. (1953):

Social behavior of the domestic fowl. Tech. Bull. 73, Kansas Agric. Exp. Station, Manhattan, Kansas

GYLSTORFF, I.; GRIMM, F. (1987):

Vogelkrankheiten. Ulmer Verlag, Stuttgart

HANSEN, I.; BRAASTAD, B.O. (1994):

Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. Appl. Anim. Behav. Sci. 40: 263-272

HEIDER, G.; MONREAL, G. (1992):

Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Band I: Allgemeiner Teil und Spezieller Teil 1. Band II: Spezieller Teil 2. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

HIRT, H.; MAURER, V.; ZELTNER, E. (2003):

Optimierung der Legehennenhaltung mit Grünauslauf: Untersuchungen zu Auslaufnutzung und Grünauslaufmanagement. (04.09.2003) Quelle: www.fibl.org/forschung/tierhaltung/legehennen-gruenauslauf.php

HÖRNING, B.; FÖLSCH, D.W.; TREI, G. (1999):

BML Modellvorhaben 1997-99 „Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung“, Abschlussbericht 1999. KTBL, Witzenhausen: 26-27

HÖRNING, B. (2003):

Netzwerk Tierzucht im ÖL, Workshop I Hühnerzucht, Dokumentation: G. Schmidt. Ökologische Hühnerzucht (30.04.2003), Ort: Frankfurt - Dokumentation. Quelle: WSI_HuhnProtokoll.doc

HOLLE, R. (2003):

Netzwerk Tierzucht im ÖL, Workshop I Hühnerzucht, Dokumentation: G. Schmidt. Ökologische Hühnerzucht (30.04.2003), Ort: Frankfurt - Dokumentation. Quelle: WSI_HuhnProtokoll.doc

HUBER-EICHER, B.; AUDIGE, L. (1999):

Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. Brit. Poultry Sci. 40 (5): 599-604

HUBER-EICHER, B.; SEBÖ, F. (2001):

Reducing feather pecking when raising laying hens chicks in aviary systems. Appl. Anim. Behav. Sci. 73: 59-68

HUBER-EICHER, B.; WECHSLER, B. (1997):

Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. Anim. Behaviour 54: 757-768

HUBER-EICHER, B; WECHSLER, B. (1998):

The effects of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying chicks. *Anim. Behaviour* 55: 861-873

HUGHES, B.O. (1980):

Behaviour of the hen in different environments. *Anim. Regul. Stud.* 3: 65-71

HUGHES, B.O.; DUNCAN, I.J.H. (1972):

The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *Brit. Poultry Sci.* 13: 525-547

HUGHES, B.O.; CARMICHAEL, N.L.; WALKER, A.W.; GRIGOR, P.N. (1997):

Low incidence of aggression in large flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54 (2/3): 215-234

JELKMANN, W.; SINOWATZ, F. (1996):

Physiologie: Kurzlehrbuch. Dt. Ärzte-Verlag, Köln

KAMPHUES (2003):

Ökobilanz der Legehennenhaltung. Ein Ruthe 2000-Projekt der Tierärztlichen Hochschule Hannover In: JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W. (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Weiße Reihe, Band 22, ISPA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

KELLEY, M. (1983):

Good dairy housing design – a form of preventive medicine. *The Veterinary Record* 113: 582-586

KEELING, L. (1995):

Feather pecking and cannibalism in layers. *Poultry Internat.* 6: 46-50

KOLB, E. (1992):

Störungen infolge eines Mangels bzw. eines Überschusses an Mineralstoffen. In: HEIDER, G.; MONREAL, G. (Hrsg): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

KORBEL, R. (1990):

Praxis der Injektions- und Blutentnahmetechniken am Vogelpatienten. Tierärztl. Praxis, 18: 601-11

KREBS, J.R.; DAVIES, N:B. (1996):

Einführung in die Verhaltensökologie, Das Leben in Gruppen. 3. Aufl., Blackwell Wissenschaften, Berlin, Wien: 137-168

KREIENBROCK, L.; SCHNEIDER, B.; SCHÄL, J.; GLASER, S. (2003):

Orientierende epidemiologische Untersuchungen zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme. In: JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W. (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten. Weiße Reihe, Band 22, ISPA, Vechna Druckerei und Verlag, Vechna

KRUIJT, J.P. (1964):

Ontogeny of social behaviour in Burmese Red Junglefowl (*Gallus gallus spadecius* Bonaterre). Behaviour Supplement XII: 1-201

KÜHLMANN, R.; WIEDEMANN, V.; SCHMIDT, P.; WANKE, R.; LINCKHE, E.; LÖSCH, U. (1988):

Chicken Egg Antibodies for prophylaxis and therapy of Infectious Intestinal Diseases. I. Immunization and Antibody Determination. J. Vet. Med. B 35: 610-616

LESLIE, G.A., CLEM, L.W. (1969):

Phylogeny of immunoglobulin structure and function. G.A. Journal of Experimental Medicine, 130: 1337-1352

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C.; MORRIS, T.R.(1994):

Beleuchtung und Eischalenqualität. In: World's Poultry Sci. J. 50.

LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; RING, C.; GLÜNDER, G.; AHLERS, C.; SANDER, I.; NEUMANN, U.; DISTL, O. (2001):

Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 2. Mitteilung: Eiqualitätsmerkmale. Züchtungskunde 73: 308-323; 387-398

LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; GLÜNDER, G.; NOGOSSEK, M.; NEUMANN, U.; SÜRIE, CH.; KAMPHUES, J.; DISTL, O. (2002):

Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen. Lohmann Information 4-6, Lohmann&Co.AG, Cuxhaven, 2/2002: 19-24

LIPPMANN, J.; GOLZE, M. (2004):

Evaluierung alternativer Haltungsverfahren für Legehennen. Ergebnisse des Projektes liegen vor. In: DGS 7/2004, Offizielles Organ des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft 27: 12-18

LÖHLE, K. (1992):

Fruchtbarkeit und Fruchtbarkeitsstörungen beim Geflügel. In: HEIDER, G.; MONREAL, G.: Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels, Band I. Gustav Fischer Verlag, Jena: 81-99

LÖSCH, U., SCHRANNER, I., WANKE, R. AND JÜRGENS, L. (1986):

The chicken egg, an antibody source. J. Vet. Med. Band 33: 609-619

LOHMANN TIERZUCHT GMBH (2004):

Legehennen Management Programm. Lohmann Brown-Classic. Lohmann Tradition-Classic. Lohmann Selected Leghorn-Classic. Broschüren der Lohmann Tierzucht, B 0504, Cuxhaven

LOISELET, J. (2004):

Behaviour and feather pecking are priority areas for selection. World Poultry 20 (7): 22-24

MAISACK, C. (2002):

Die neue deutsche Verordnung zur Hennenhaltung. Quelle: http://www.ign-nutztierhaltung.ch/nutztier_01.html. In: <http://www.vgt.ch/ch/news2002/020324.htm>

MARTIN, G. (1979):

Zur Käfighaltung von Legehennen. Eine Stellungnahme aus der Sicht der Verhaltenswissenschaft. In: Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, rechtlicher und ethologischer Sicht. Basel, Bosten, Stuttgart. Birkhäuser Verlag

MARTIN, G. (1986):

Die Pickaktivität von Hühnern als Kriterium für tiergerechte Fütterungs- und Haltungsbedingungen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgerechten Tierhaltung 1985. KTBL Darmstadt, KTBL-Schrift 311: 116-133

MC ADIE, T.M.; KEELING, L.J. (2000):

Effect of manipulating feathers of laying hens on the incidence of feather pecking and cannibalism. Appl. Anim. Behav. Sci. 68: 215-229

MÖBIUS, C.; HOFFFROGGE, W.; SONNLEITNER, G. (2004):

Niedersächsische Geflügelwirtschaft – Landesverband (NGW), Schweine und Hennen nur im Paket verhandeln. In: DGS 7/2004, Offizielles Organ des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft 27: 9-10

MORGENSTERN, R; LOBSIGER, CH. (1994):

Tierärztliche Aspekte der Boden-, Freiland- und Volierenhaltung bei Legehennen. Lohmann Information 1-4, Lohmann&Co.AG, Cuxhaven: 13-15

NEUMANN, U., KALETA, E.F. (1992):

Immunsystem und Immunreaktion. In: HEIDER, G.; MONREAL, G.: Krankheiten des Wirtschaftgeflügels. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

NICHELMANN, N. (1992):

Verhaltensstörungen beim Geflügel. In: HEIDER, G.; MONREAL, G.: Krankheiten des Wirtschaftgeflügels. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

NICOL, C.J.; GREGORY, N.G.; KNOWLES, T.G.; PARKMAN, I.D.; WILKINS, L.J. (1999):

Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 65: 137-152

ODEN, K.; VESTERGAARD, KS; ALGERS, B. (2000):

Space use and agonistic behaviour in relation to sex composition in large flocks of laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci. 67: 307-320

OESTER, H. (1985):

Die Beurteilung der Tiergerechtheit des Get-away-Haltungssystems der schweizerischen Geflügelzuchtschule. Zollikofen für Legehennen. Diss. Univ. Bern.

OESTER, H.; FRÖHLICH, E.; HIRT, H. (1997):

Wirtschaftsgeflügel. In: SAMBRAUS, H.H.; STEIGER, A.: Das Buch vom Tierschutz. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart: 186-214

OESTER, H. (2004):

Legehennenhaltung ohne Käfigbatterien – Erfahrungen aus der Schweiz. Zollikofen. Quelle: http://www.bvet.admin.ch/tierschutz/d/berichte_publicationen/tagungsberichte/referat

PETERMANN, S. (2003):

Legehennen in alternativen Haltungssystemen - Praktische Erfahrungen-. In: JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W.: Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Weiße Reihe, Band 22, ISPA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

PETERS, J.P. (1913):

The cock. J. Amer. Oriental soc. 33: 363-401

PINGEL, H.; JEROCH, H. (1980):

Biologische Grundlagen der industriellen Geflügelproduktion. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

PINGEL, H. (1987):

Eibildung. In: SCHWARK, H.J.; PETER, V.; MAZANOWSKI, A. (Hrsg.): Internationales Handbuch der Tierproduktion - Geflügel. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

PRITCHARD, D.G. (2003):

Government views on the welfare of laying hens. In: PERRY, G.C. (Hrsg.): Welfare of the laying hen. Poultry Sci. Symp. S. 27. CABI Publishing: 23-29

RAETHEL, H.-S. (1991):

Hühnervögel der Welt. Natur-Verlag, Augsburg: 573-580

RAUCH, H.-W. (1991):

Neue Haltungsformen für Legehennen. Landtechnik 46: 232-234

REES, M.J.; NORDSKOG, A.W. (1981):

Genetic control of serum Immunoglobulin G Levels in the chicken. J. Immunogenetics 8: 425-431

ROSE, M.E.; ORLANS, E. (1981):

Immunoglobulins in the egg, embryo and young chick. *Dev. Comp. Immunol.* 5: 15-20, 371-375

SALISCH, H. (1989):

Neue Entwicklungen bei der Chemotherapie Parasitärer Infektionen des Geflügels. In: *World's Poultry Sci. J.* 45 (7)

SAMBRAUS, H.H. (1985):

Indikatoren und Auswirkungen nicht tiergerechter Haltungssysteme. Tierzuchtseminar Gumpenstein

SAMBRAUS, H.H. (1997):

Normalverhalten und Verhaltensstörungen. In: SAMBRAUS, H.H.; STEIGER, A.: *Das Buch vom Tierschutz.* Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart: 57-69

SAVORY, C.J.; WOOD-GUSH, D.G.M.; DUNCAN, I.J.H. (1978):

Feeding behaviour in a population of domestic fowls in the wild. *Appl. Anim. Ethol.* 4: 13-27

SCHADE, R.; STAAK, C.; HENDRIKSEN, C.; ERHARD, M.; 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

SCHENK, P.M. (1976):

Ein Versuch zur biologischen Begründung des Begriffs "tiergerecht". Bericht über die Tagung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V., Fachgruppe Verhaltensforschung. KTBL, Darmstadt

SCHOLTYSSEK, S. (1981):

Tierhaltung und Produktqualität: Eier. *Züchtungskunde* 52: 410-415

SCHOLTYSSSEK, S. (1987):

Geflügel. Unter Mitarbeit von GRASHORN, M., VOGT, H., WEGNER, R.M., Tierzuchtbücherei. Eugen Ulmer, Stuttgart

SCHOLTYSSSEK, S. (1994):

Charakteristische Merkmale des Eies und ihre Prüfverfahren. In: TERNES, W.; ACKER, L.; SCHOLTYSSSEK, S. (Hrsg.): Ei und Eiprodukte: 82-89

SCHOLTYSSSEK, S., DOLL, P. (1978):

Nutz- und Ziergeflügel. Unter Mitarbeit von ENGELMANN, C.: Tierzuchtbücherei. Eugen Ulmer, Stuttgart

SIEGMANN, O. (1992):

Propädeutik. In: HEIDER, G.; MONREAL, G. (Hrsg.): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Band 1, Gustav Fischer Verlag, Jena

TILLER, H. (1994):

Deutsche Praxiserfahrungen mit LOHMANN BROWN in Bodenhaltung. Lohmann Information 1-4, LOHMANN&CO.AG, Cuxhaven: 21-23

UFA AG (2004):

Tierproduktion in den letzten 40 Jahren. Quelle: http://www.ufa.ch/Tiere/Diverses/tierproduktion_in_den_letzten_40_p.asp 15.6.2004

VAN EMOUS, R (2003):

From cages to alternative systems requires different skills. World Poultry 19 (6): 24-27

VESTERGAARD, K. (1981):

Aspects of the normal behaviour of the fowl. In: Das Normalverhalten von Hühnern. The Behaviour of Fowl. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart

VESTERGAARD, K.S.; LISBORG, L. (1993):

A model of feather pecking development which relates to dust bathing in the fowl. Behaviour, 126: 291-308

VESTERGAARD, K.; KRUIJT, J.P.; HOGAN, J.A. (1993):

Feather pecking and chronic fear in groups of red junglefowl: their relations to dustbathing, rearing environment and social status. Animal Behaviour 45: 1127-1140

VITS, A.; WEITZENBÜRGER, D.; LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; DISTL, O. (2003):

Einflüsse verschiedener Varianten von ausgestalteten Käfigen auf die Eiqualität von Legehennen. In: JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W. (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Weiße Reihe, Band 22, ISPA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

VOGT-KAUTE, W. (1999):

Junghennen – Ökologische Aufzucht noch in den Startlöchern. DGS 9: 18-21

WAHLSTRÖM, A.; TAUSON, R.; ELWINGER, K. (1998):

Effects on plumage condition, health and mortality of dietary oats/wheat ratios to three hybrids of laying hens in different housing systems. Acta Agricult. Scand. 48: 250-259

WATHES, C.M.; CHARLES, D.R.; CLARK, J.A. (1985):

Group size and plumage damage in laying hens. Bri. Poultry Sci. 26: 459-463

WECHSLER, B.; HUBER-EICHER, B. (1998):

Haltungsbedingte Ursachen des Federpickens bei Hühnern. Agrarforschung 5 (5): 217-229

WEISS (1990):

Was ist ein gesundes Tier? In: Notwendigkeiten und Grenzen der Produktion von Lebensmitteln tierischen Ursprungs. Schriftenreihe der Akademie für Tiergesundheit, Ferber'sche Universitätsbuchhandlung Gießen. Band 1: 160-164

WEITZENBÜRGER, D.; VITS, A.; LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; DISTL, O (2003):

Einflüsse verschiedener Varianten von ausgestalteten Käfigen auf den Zustand von Gefieder und Haut, die Fußballengesundheit sowie die Krallenlänge. In: JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W. (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Weiße Reihe, Band 22, ISPA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

WENNRICH, G. (1974):

Verhaltensweisen des Pickens im Funktionskreis der Nahrungssuche und -aufnahme. Arch. Geflügelkd. 38: 143-149

WENNRICH, G. (1975):

Studien zum Verhalten verschiedener Hybrid-Herkünfte von Haushühnern (*Gallus domesticus*) in Bodenintensivhaltung mit besonderer Berücksichtigung aggressiven Verhaltens sowie des Federpickens und des Kannibalismus. 5. Mitteilung: Verhaltensweisen des Federpickens. Arch. Geflügelkd. 39: 37-44

WIDOWSKI, T.M.; DUNCAN, I.J.H. (1995):

Do domestic fowl form groups when resources are unlimited? Appl. Anim. Behav. Sci. 44: 280

WINDHORST, H.-W. (2002):

Struktur der deutschen Geflügelwirtschaft, Schwierige Zeiten. In: DGS INTERN-Spezial, Woche 34/2002

WINDHORST, H.-W. (2003):

Die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion am Scheideweg. In: JACOBS, A.-K.; WINDHORST, H.-W. (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Weiße Reihe, Band 22, ISPA, Vechtaer Druckerei und Verlag, Vechta

WOOD-GUSH, D.G.M. (1971):

The Behaviour of the Domestic Fowl. Heinemann, London

YOUNG, R. (1985):

Poultry nutrition, a 20th century achievement. Cornell Vet. 75: 230-247

ZDG, OFFIZIELLES ORGAN DES ZENTRALVERBANDES DER DEUTSCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT E.V. (2001):

Bundestag streitet über die Auswirkungen der Hennenhaltungsverordnung. Brancheninformation aus Politik Markt und Wirtschaft. DGS Intern, Woche 46. 2001

ZDG, OFFIZIELLES ORGAN DES ZENTRALVERBANDES DER DEUTSCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT E.V. (2002):

Hennenhaltungsverordnung wird zum Bumerang für den Verbraucherschutz. Brancheninformation aus Politik Markt und Wirtschaft. DGS Intern, Woche 11. 2002

ZDG, OFFIZIELLES ORGAN DES ZENTRALVERBANDES DER DEUTSCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT E.V. (2004):

Der Osnabrücker Hühnerfrieden. Bundesverband Deutsches Ei e.V., Haus der Geflügelwirtschaft. DGS Intern, Woche 40. 2004

ZMP ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSSTELLE GMBH (2002 und 2003):

ZMP-Marktbilanz: Eier und Geflügel 2002 und 2003. Eigenverlag, Bonn

DANKSAGUNG

Herrn Prof. M. Erhard möchte ich für die Überlassung des Themas, die Endkorrektur der Arbeit und die sehr freundliche Unterstützung und herzliche Beratung während meiner Arbeit bedanken.

Herrn Dr. S. Platz möchte ich herzlich für die sehr gute Betreuung der Arbeit bedanken, er hatte immer ein offenes Ohr und unterstützte mich stets gut gelaunt in der Planung und Durchführung des Versuches und in der Korrekturlesung meiner Dissertation.

Ein weiterer Dank geht an Herrn Dr. F. Ahrens für die Hilfe bei allen softwarebedingten Problemen sowie die statistische Auswertung der Arbeit.

Ebenso möchte ich mich herzlich bei Frau Dr. D. Döring bedanken, die mir bei der Analyse der Verhaltensweisen im ethologischen Teil zur Seite stand sowie auch dem gesamten Laborpersonal, Herrn H. Kuchler, Frau N. Zobel, Frau K. Schuster, Frau T. Ertl, Herrn C. Strobel und Herrn L. Matschull.

Und ganz besonders möchte ich mich bei den Tierpflegern Frau A. Unger und Frau B. Krammer bedanken und bei allen nicht namentlich erwähnten Doktoranden und Praktikanten des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene für die tatkräftige Unterstützung und das gute Arbeitsklima.

Vielen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. R. Korbel und den Mitarbeitern des Instituts für Geflügelkrankheiten aussprechen sowie Herrn Prof. Dr. W. Rambeck und seinen Mitarbeitern des Instituts für Physiologie, physiologische Chemie und Tierernährung.

Herrn Prof. Dr. R. Preisinger danke ich für die Bereitstellung der Hühner der Lohmann Tierzucht GmbH.

Ein herzliches Dankeschön geht an Herrn Dr. Schwarzer, der zu jeder Zeit Antworten auf meine Fragen hatte und ein ganz besonderer Dank gilt meinem Mann Johann und meinen Eltern, die mich jederzeit unterstützt haben.

LEBENS LAUF

Name: Morana Genevia Le Bris
Geburtsdatum: 27.05.1975
Geburtsort: Schwetzingen
Eheschließung: 21.03.2003 Freinsheim, verheiratet mit Johann Le Bris,
geb. Berger
Eltern: Théophile Marie Le Bris, Diplôme d'Etudes Supérieures
en Chimie Industrielle
Gerlinde Ursula Le Bris, geb. Falk, Sonderschullehrerin

Schulbildung

1981 - 1985 Grundschole Kallstadt
1985 - 1994 Leininger Gymnasium Grünstadt
17. Juni 1994 Allgemeine Hochschulreife

Praktika

1994 - 1995 Freiwilliges Soziales Jahr im Krankenhaus Grünstadt
1995 - 1996 Praktikantin und laborantische Hilfskraft im
Pharmakonzern KNOLL Ludwigshafen

Hochschulausbildung

1996 - 2002 Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig-
Maximilians-Universität München
5. März 2002 Abschluss des dritten Abschnitts der tierärztlichen Prüfung
5. April 2002 Approbation als Tierärztin
seit März 2002 Anfertigung der vorliegenden Dissertation

Berufstätigkeit

1. Sep 2002 - 30. Nov 2002 Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Tierschutz,
Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München
1. Aug 2003 - 31. Jul 2005 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Tierschutz,
Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München