

Einfluss einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern auf die Gesundheit, Leistung und das Verhalten von Legehennen in Freilandhaltung

Alexandra Schümann

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

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

**Einfluss einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern
auf die Gesundheit, Leistung und das Verhalten von
Legehennen in Freilandhaltung**

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

von
Alexandra Birgit Schümann
aus
Pinneberg

München 2008

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

Dekan: Univ.- Prof. Dr. J. Braun
Referent: Univ.- Prof. Dr. M. Erhard
Korreferent: Priv.- Doz. Dr. A. Scholz

Tag der Promotion: 08. Februar 2008

Meinen Eltern und meinem Bruder

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Literatur | 2 |
| 2.1 | Rechtliche Vorschriften für die Legehennenhaltung | 2 |
| 2.2 | Legehennenhaltung | 3 |
| 2.2.1 | Ausgestaltete Käfigsysteme | 3 |
| 2.2.2 | Volieren | 3 |
| 2.2.3 | Bodenhaltung | 3 |
| 2.2.4 | Freilandhaltung | 3 |
| 2.3 | Angaben zur Linie ISA Brown | 4 |
| 2.4 | Leistung und Produktmerkmale | 4 |
| 2.4.1 | Legeleistung | 4 |
| 2.4.2 | Anteil verlegter Eier und Schmutzeier | 4 |
| 2.4.3 | Eigewicht | 5 |
| 2.4.4 | Eischalenqualität | 6 |
| 2.4.5 | Futterverbrauch | 7 |
| 2.5 | Immunglobulin Y | 7 |
| 2.6 | Physiologische Parameter | 9 |
| 2.6.1 | Hämatokrit und Hämoglobin | 9 |
| 2.6.2 | Calcium und Phosphor | 9 |
| 2.7 | Gefiederzustand | 10 |
| 2.8 | Erkrankungen und Verluste | 10 |
| 2.9 | Knochenbruchfestigkeit | 11 |
| 2.10 | Auslaufnutzung und Verhalten | 13 |
| 2.10.1 | Auslaufhaltung und Auslaufnutzung | 13 |
| 2.10.2 | Komfortverhalten | 16 |
| 2.10.3 | Federpicken, Kannibalismus und Aggression | 17 |
| 3 | Tiere, Material und Methoden | 19 |
| 3.1 | Tiere | 19 |
| 3.2 | Haltungssystem | 19 |
| 3.3 | Erfassung von Produktionsparametern | 23 |
| 3.3.1 | Legeleistung | 23 |
| 3.3.2 | Produktmerkmale | 24 |
| 3.4 | Parameter in Blut und Eidotter | 24 |
| 3.4.1 | Blutentnahme | 24 |
| 3.4.2 | Immunologische Parameter in Eidotter und Blut | 24 |
| 3.4.3 | Hämatokrit und Hämoglobin | 25 |
| 3.4.4 | Calcium und Phosphor | 26 |
| 3.5 | Körpergewicht | 26 |
| 3.6 | Bonitierung | 26 |
| 3.7 | Erkrankungen und Verluste | 27 |
| 3.8 | Kotuntersuchung auf Parasiten | 27 |
| 3.9 | Sektion | 28 |
| 3.10 | Knochenbruchfestigkeit | 28 |
| 3.11 | Schadgasmessungen | 28 |
| 3.12 | Verhalten | 29 |
| 3.12.1 | Recording Regeln | 29 |
| 3.12.2 | Verhaltensbeobachtungen | 29 |
| 3.13 | Datenauswertung | 33 |
| 3.14 | Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse | 34 |
| 4 | Ergebnisse | 35 |

| | | |
|------------|--|----|
| 4.1 | Leistung | 35 |
| 4.1.1 | Legeleistung | 35 |
| 4.1.2 | Anteil verlegter Eier, Bruch-, Knick- und Schmutzeier | 36 |
| 4.2 | Produktmerkmale | 39 |
| 4.2.1 | Eigewichtsklassen | 39 |
| 4.2.2 | Eigewichte der untersuchten Eier | 40 |
| 4.2.3 | Bruchfestigkeit der Eischalen | 41 |
| 4.2.4 | Dicke der Eischalen | 42 |
| 4.3 | Futterverbrauch | 43 |
| 4.4 | Immunologische Parameter | 44 |
| 4.5 | Physiologische Blutparameter | 46 |
| 4.5.1 | Hämatokrit | 46 |
| 4.5.2 | Hämoglobin | 47 |
| 4.5.3 | Calcium | 48 |
| 4.5.4 | Phosphor | 49 |
| 4.6 | Bonitierung | 50 |
| 4.6.1 | Beurteilung des Gefieders | 50 |
| 4.6.2 | Beurteilung von Verletzungen | 51 |
| 4.7 | Körpergewicht | 51 |
| 4.8 | Erkrankungen und Verluste | 51 |
| 4.9 | Kotuntersuchung | 52 |
| 4.10 | Sektion | 53 |
| 4.10.1 | Pathologische Untersuchungen | 53 |
| 4.10.2 | Mikrobiologische Untersuchungen | 53 |
| 4.11 | Knochenbruchfestigkeit | 53 |
| 4.12 | Schadgasmessungen | 54 |
| 4.13 | Auslaufnutzung | 55 |
| 4.13.1 | Einfluss des Klimas auf die Auslaufnutzung | 58 |
| 4.13.1.1 | Einfluss der Lufttemperatur auf die Auslaufnutzung | 60 |
| 4.13.1.2 | Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Auslaufnutzung | 62 |
| 4.13.1.3 | Einfluss der Strahlungsintensität auf die Auslaufnutzung | 63 |
| 4.14 | Nutzung der Strukturelemente | 64 |
| 4.15 | Verhalten | 66 |
| 4.15.1 | Komfortverhalten | 66 |
| 4.15.1.1 | Gefiederpflege | 66 |
| 4.15.1.2 | Sandbaden | 67 |
| 4.15.2 | Sozialverhalten | 69 |
| 4.15.2.1 | Körperpicken | 69 |
| 4.15.2.1.1 | Körperpicken zwischen den weiblichen Tieren | 69 |
| 4.15.2.1.2 | Körperpicken zwischen Henne und Hahn | 70 |
| 4.15.2.2 | Aggressionsverhalten | 71 |
| 4.15.2.2.1 | Aggression zwischen weiblichen Tieren | 72 |
| 4.16 | Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse | 73 |
| 5 | Diskussion | 75 |
| 5.1 | Grundlagen des Versuchs | 75 |
| 5.2 | Leistung und Produktmerkmale | 75 |
| 5.2.1 | Legeleistung | 75 |
| 5.2.2 | Anteil verlegter Eier | 76 |
| 5.2.3 | Eigewicht | 77 |
| 5.2.4 | Eischalenqualität | 78 |
| 5.2.5 | Futterverbrauch | 79 |
| 5.3 | Immunstatus und physiologische Blutparameter | 79 |

| | | |
|-------|-------------------------------------|-----|
| 5.4 | Bonitierung und Körperegewicht..... | 81 |
| 5.5 | Erkrankungen und Verluste..... | 82 |
| 5.6 | Verhalten | 84 |
| 5.6.1 | Methodendiskussion..... | 84 |
| 5.6.2 | Auslaufnutzung | 85 |
| 5.6.3 | Nutzung der Strukturelemente | 87 |
| 5.6.4 | Komfortverhalten | 88 |
| 5.6.5 | Sozialverhalten..... | 89 |
| 5.7 | Schlussfolgerung | 90 |
| 6 | Zusammenfassung..... | 92 |
| 7 | Summary | 94 |
| 8 | Literaturverzeichnis..... | 96 |
| | Danksagung..... | 112 |
| | Lebenslauf | 113 |

1 Einleitung

In Deutschland, wie im übrigen Europa, gewinnt die Freilandhaltung als extensive Form der Legehennenhaltung zunehmend an Bedeutung. Allerdings treten in der Freilandhaltung einige Probleme auf, die bei der Käfighaltung nicht in dem Maße gefunden werden. Der größtmöglichen Bewegungsfreiheit der Hennen und der Möglichkeit ihr volles Verhaltensrepertoire auszuleben, stehen Rangordnungskämpfe, Kannibalismus, sowie die Infektionsgefahr durch den Kot der Hennen und durch den Kontakt zu frei lebenden Tieren und deren Ausscheidungen entgegen. So beinhaltet die Freilandhaltung ein höheres Seuchenrisiko durch den Eintrag von Krankheiten zum Beispiel über Wildvögel. Neben dem erhöhten Infektionsdruck sind mit der Freilandhaltung Risiken unterschiedlicher Witterungsbedingungen (Zugluft, Nässe, Unterkühlung) auf die Gesundheit der Tiere, sowie der Hygiene und Produktqualität verbunden. Nicht zu vergessen sind die Belastungen, denen die Böden im Auslauf durch die Ausscheidungen der Tiere ausgesetzt sind. Für die Minimierung der oben genannten Risiken ist bei der Freilandhaltung eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Hennen im Auslauf von entscheidender Bedeutung. Zu dieser Problematik wurden Untersuchungen zu Auswirkungen von unterschiedlichen Besatzdichten auf die Auslaufnutzung durchgeführt. Ferner werden Empfehlungen für eine Auslaufstrukturierung ausgesprochen. Über die Auswirkungen einer künstlichen Strukturierung des Grünauslaufs werden in der Literatur allerdings nur wenige Angaben gemacht.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Auswirkungen einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern auf die Nutzung des Auslaufes, die Verteilung der Tiere im Auslauf, das Verhalten, den Gesundheitszustand der Tiere und auf die Leistung untersucht werden. Dafür wurden zwei Gruppen mit je 450 Legehennen der Linie ISA Brown derselben Herkunft in einen Mobilstall eingestallt. Bei identischen Haltungsbedingungen erhält die eine Gruppe einen Auslauf mit Flachdächern als Strukturierung, die andere Gruppe hingegen einen reinen Grünauslauf ohne künstliche oder natürliche Strukturierung.

Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, welche Unterschiede sich zwischen den beiden Gruppen ergeben und wie groß der Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf die verschiedenen untersuchten Parameter ist.

Die Studie wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz gefördert.

2 Literatur

2.1 Rechtliche Vorschriften für die Legehennenhaltung

Die Legehennenhaltung in Deutschland wurde bis zum Jahr 1999 durch die VERORDNUNG ZUM SCHUTZ VON LEGEHENNEN BEI KÄFIGHALTUNG (1981) geregelt, die am 06. Juli 1999 durch das Bundesverfassungsgericht für nichtig erklärt wurde.

Erst ab dem 15. Mai 1991 wurde mit der VERORDNUNG 1274/91/EWG DER KOMMISSION MIT DURCHFÜHRUNGSVORSCHRIFTEN FÜR DIE VERORDNUNG NR. 1907/90/EWG DES RATES ÜBER BESTIMMTE VERMARKTNORMEN FÜR EIER die Ausgestaltung alternativer Haltungsformen gesetzlich vorgeschrieben. Mit Hilfe dieser gültigen Rechtsvorschriften konnte man Einfluss auf die Ausgestaltung alternativer Haltungssysteme nehmen. Im Anhang II dieser Normen wurden u. a. die Besatzdichte, das Angebot an Grünauflauf und die Einstreufläche für die Volierenhaltung, für die Bodenhaltung und für die intensive Auslauf- und Freilandhaltung definiert (ACHILLES et al., 2002a).

Die deutsche Umsetzung der EU- Richtlinie (1999/74/EG) trat mit der ERSTEN VERORDNUNG ZUR ÄNDERUNG DER TIERSCHUTZ- NUTZTIERHALTUNGS-VERORDNUNG vom 28. Februar 2002 in Kraft. Für Hennen müssen neue Haltungssysteme demnach so gestaltet werden, dass raumgreifende Bewegungen möglich sind, ein Nest für die Eiablage zur Verfügung steht und den Tieren ein artgemäßes Fressen, Trinken, Ruhen und Staubbadden möglich ist. Es findet keine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Haltungsformen statt, aber die Formulierungen der allgemeingültigen Anforderungen sind so gewählt, dass sie nur noch von der Boden-, der Volieren- und Auslaufhaltung erfüllt werden können (ACHILLES et al., 2002a).

Durch die ZWEITE VERORDNUNG ZUR ÄNDERUNG DER TIERSCHUTZ- NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG vom 22. August 2006 dürfen Hennen ab dem 01. Januar 2009 nur noch am Boden, im Freiland oder in tiergerechten Kleinvolieren (Kleingruppenhaltung bis 31. Dezember 2020 erlaubt) gehalten werden.

2.2 Legehennenhaltung

2.2.1 Ausgestaltete Käfigsysteme

Bei der Kleingruppenhaltung ist jede Einheit mit Nestern, Sitzstangen, Sandbademöglichkeit und einer Krallenabriebvorrichtung ausgestattet (BESSEI, 2006). Dadurch soll den Tieren mehr Bewegungsfreiraum und ein artgemäßes Verhalten ermöglicht werden. Jedoch sollen der Hygienestandard und die gute Produktivität der herkömmlichen Käfighaltung beibehalten werden (TAUSON, 1999).

2.2.2 Volieren

Nach der Tierschutz- Nutztierhaltungs- Verordnung werden Volieren zur Bodenhaltung gezählt. Diese wurde durch zusätzliche Stalleinrichtungen und durch die Erschließung der dritten Dimension mit erhöhten Sitzstangen und Etagen zur Voliere weiterentwickelt. Die Strukturierung in einzelne Funktionsbereiche ist daher die wichtigste Änderung (FRÖHLICH und OESTER, 2003). In den Etagensystemen mit Zwischenböden sind auf maximal vier Ebenen Futter- und Tränkeeinrichtungen, Nester und Sitzstangen vorhanden.

2.2.3 Bodenhaltung

Als Bodenhaltung gelten Legehennenhaltungen auf einer Ebene. Dabei handelt es sich meist um geschlossene Hallen mit Tiefstreu im Scharraum, Kotkasten, Sitzstangen, Nestern und Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen.

2.2.4 Freilandhaltung

Die Tiere werden in Boden- oder Volierenhaltung gehalten und haben Zugang zu einer eingezäunten Weidefläche. Jeder Henne müssen 4 m^2 Auslauffläche zur Verfügung stehen. Über die gesamte Stalldicke müssen mehrere Auslauföffnungen verteilt werden, die mindestens 35 cm hoch und 45 cm breit sein müssen (für je 1000 Hennen eine Öffnung mit 2 m Breite) (VERORDNUNG (EWG) NR. 1274/91 MIT DURCHFÜHRUNGSVORSCHRIFTEN FÜR DIE VERORDNUNG (EWG) NR. 1907/90 ÜBER BESTIMMTE VERMARKTUNGSNORMEN FÜR EIER).

2.3 Angaben zur Linie ISA Brown

Die Linie ISA Brown wurde von der französischen Firma ISA aus den Rassen Rhode Island White und Rhode Island Red gezüchtet. Die Firma ISA gehört zu Hendrix- Genetics.

Die Legereife soll mit 143 Tagen erreicht werden. Das durchschnittliche Eigewicht liegt bei 63,10 g. Ferner soll der Futterverbrauch je Henne pro Tag 111 g betragen und das durchschnittliche Körpergewicht bei 2000 g liegen (HENDRIX- GENETICS, 2007)

2.4 Leistung und Produktmerkmale

2.4.1 Legeleistung

Die Legeleistung ist ein bedeutender Faktor für die Beurteilung der Legehennenzucht und für die Bewertung von Legehennenhaltungssystemen (VITS, A. et al., 2005).

Die Legeleistung wird als Prozentwert der täglichen Eieranzahl bezogen auf die Tierzahl angegeben. Vom Legebeginn spricht man ab einer Gruppenleistung von 10 %. Die Legereife beschreibt den Zeitpunkt, an dem an drei aufeinander folgenden Tagen 50 % Legeleistung erreicht werden.

Es konnte in verschiedenen Untersuchungen ein großer Einfluss des jeweiligen Haltungssystems auf die Legeleistung bewiesen werden. So wurden von Legehennen in Boden-, Volieren- oder Freilandhaltung häufig niedrigere Legeleistungen erbracht als von Legehennen in konventioneller Käfighaltung (LANGE, 1996; ABRAHAMSSON et al., 1996; TAUSON et al., 1999; LEYENDECKER et al., 2001 a).

In Legeleistungsprüfungen von 2002- 2004 erzielten Braunleger eine Eizahl von 325,10 Eiern pro Durchschnittshenne und erreichten die Legereife am 146. Tag (ANONYMUS, 2005). In Volierenhaltung mit unterschiedlicher Einstreu erzielte FITZ (2007) durchschnittliche Legeleistungen von 86,10- 89,50 %. BAZER (2005) erreichte im Mobilstall mit Auslaufhaltung auf der strukturierten Auslaufseite durchschnittlich 78,77 % und auf der unstrukturierten Seite durchschnittlich 78,69 %.

2.4.2 Anteil verlegter Eier und Schmutzeier

Verlegte Eier sind Eier, die von den Hennen nicht in die Nester abgelegt wurden. Nach LE BRIS (2005) wurden in einer Volierenhaltung mit unterschiedlichen Legehennenlinien

durchschnittlich 4,99 % der Eier vor allem in Raumecken, dunkleren Bodenbereichen und Sandkuhlen verlegt. In einer vergleichenden Untersuchung über den Einfluss verschiedener Einstreumaterialien wurden bei FITZ (2007) in einer Volierenhaltung zwischen 2,90 % und 4,60 % verlegte Eier gefunden. BAZER (2005) fand in einer strukturierten Auslaufhaltung auf der strukturierten Seite 2,63 % und auf der unstrukturierten Seite 2,94 % verlegte Eier.

Ursachen für eine Verschmutzung der Eischale sind fast ausschließlich Haltungsfaktoren. Dies können unter anderem, verschmutzte Nester, zu wenig Einstreu in Nestern oder feuchte, verklebte Einstreu sein. Auch Eileiterentzündungen, Eileitervorfälle und Kannibalismus können zu blutverschmierten Eiern führen (KRAX, 1974). In alternativen Haltungssystemen weisen die Eier auch durch das fälschliche Ablegen in die Einstreu oder auf die Kotgrube einen höheren Verschmutzungsgrad auf als in Käfighaltung (ABRAHAMSSON et al., 1995, 1996; TAUSON et al., 1999; LEYENDECKER et al., 2001a). Deshalb sollte versucht werden, die Nestakzeptanz der Hennen zu erhöhen.

2.4.3 Eigewicht

Das Eigewicht ist abhängig von der Herkunft der Legehenne (62- 63 g pro Ei bei Weißlegern und 65-67 g bei Braunlegern), dem Alter der Legehenne (mit zunehmendem Hennenalter nimmt auch das Eigewicht zu), der Körpergröße in Relation zum Herdenmittel, der Futterzusammensetzung, der Stalltemperatur und von Erkrankungen der Tiere (zum Beispiel Infektiöse Bronchitis, Newcastle Disease, Lebererkrankungen und Intoxikationen) (GRASHORN, 2004).

Durch eine zu frühe Legereife infolge von intensiver Fütterung und Beleuchtung, kann es dazu kommen, dass die erwartete Eigröße in den ersten Lebenswochen nicht erreicht wird. Wassermangel und futterbedingte Mängel (zum Beispiel Aminosäuren-, Proteinmangel) können zu einer Abnahme der Eigröße während der Legeperiode führen (PINGEL und JEROCH, 1980).

Zwischen Legeleistung und Eigewicht besteht nach FLEMMING (2005) eine negative Korrelation. Eine Herde weist daher mit schlechterer Legeleistung oft ein höheres Eigewicht auf.

HENDRIX- GENETICS (2007) geben für die Linie ISA- Brown ein mittleres Eigewicht von 63,10 g an. In einer Legeleistungsprüfung lag das durchschnittliche Eigewicht der Linie ISA Brown in Käfighaltung bei 65,80 g (ANONYMUS, 2005).

REICHARDT et al. (2004) ermittelten in Boden- und Volierenhaltung ohne Auslauf ein mittleres Eigewicht von 64,40 g, in Boden- und Volierenhaltung mit Auslauf ein mittleres Eigewicht von 64,20 g. FITZ (2007) erzielte in Volierenhaltung mit unterschiedlichen Einstreuarten Medianwerte von 62,80 bis 64,40 g. Bei der Untersuchung der Auslaufstrukturierung von BAZER (2005) lag das mittlere Eigewicht der strukturierten Auslaufseite bei 66,10 g und auf der unstrukturierten Auslaufseite bei 65,78 g.

2.4.4 Eischalenqualität

Die Qualität der Eischale wird vor allem durch die Schalendicke und ihre Bruchfestigkeit bestimmt. Die Schalenqualität ist von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen nimmt die Qualität der Eischale mit zunehmendem Alter der Tiere ab (verminderde Calciumresorptionsfähigkeit), zum anderen nimmt im Laufe der Legeperiode das Eigewicht zu, was bei gleich bleibender Schalenmasse zu einer Abnahme der Schalenstärke führt. Weitere Faktoren, die die Schalenqualität beeinflussen, sind das Calcium- Phosphor- Verhältnis im Futtermittel und verschiedene infektiöse Erkrankungen (z.B. infektiöse Bronchitis) (CORDTS et al., 2001).

Nach VITS et al. (2005) sind die Ergebnisse mehrerer Untersuchungen in Bezug auf verschiedene Haltungssysteme und deren Einfluss auf die Schalenqualität nicht einheitlich. FITZ (2007) fand bei seiner Untersuchung auf den Einfluss verschiedener Einstreumaterialien in Volierenhaltung mittlere Schalenbruchfestigkeiten von 30,10 bis 32,20 N und bei allen Gruppen eine durchschnittliche Eischalendicke von 0,41 mm. In strukturierter und unstrukturierter Auslaufhaltung von Legehennen ermittelte BAZER (2005) eine durchschnittliche Bruchfestigkeit der Eischalen von 32,20 (ST) und 32,30 N (UST) und eine mittlere Eischalendicke von 0,38 mm (in beiden Gruppen). LEYENDECKER et al. (2001b) verglichen die Schalendicke von Legehennen in verschiedenen Haltungssystemen. Sie fanden eine durchschnittliche Eischalendicke in Auslaufhaltung von 0,32- 0,33 mm. In einer weiteren Untersuchung von LEYENDECKER (2003) schnitt die Volierenhaltung mit der höchsten Bruchfestigkeit von 37,30 N und einer Eischalendicke von 0,32 mm im Vergleich zu konventioneller oder ausgestalteter Käfighaltung am Besten ab.

Knick- und Brucheier können bei einer schlechteren Schalenstabilität häufiger auftreten.

FITZ (2007) fand bei Legehennen in Volierenhaltung einen Knick- und Brucheieranteil von 0,2- 0,3 %. BAZER (2005) ermittelte in Auslaufhaltung einen Brucheieranteil von 0,96 % (ST) und 0,82 % (UST), der Knickeieranteil lag bei 2,17 % (ST), bzw. bei 1,85 % (UST).

FLOCK und HEIL (2001) ermittelten einen Anteil von Knick- und Brucheln in Höhe von 5,9 % für Braunleger.

2.4.5 Futterverbrauch

Der Futterverbrauch von Legehennen wird durch den Erhaltungs- und Leistungsbedarf bestimmt. Diese Größen differieren in verschiedenen Haltungssystemen in der Weise, dass in Boden- Volieren- und Freilandhaltung der Futteraufwand häufig höher ist als in Käfighaltungen (ABRAHAMSSON et al., 1996; TAUSON et al., 1999; LEYENDECKER et al., 2001a). Ursache hierfür ist ein erhöhter Erhaltungsbedarf aufgrund einer größeren Bewegungsmöglichkeit der Hennen in alternativen Haltungssystemen (ELWINGER und TAUSON, 1999). So kann ein leichter Temperaturwechsel zu einem höheren Futterverbrauch führen (PAYNE, 1966).

GOLZE et al. (2002) kalkulieren für die Fütterung in Freilandhaltung einen Energiezuschlag von 15 % ein. VAN EMOUS (2003) fand einen Mehrbedarf an Futter von 15 g/ Huhn/ Tag im Vergleich zu Käfighaltung und stellte in einem Versuch mit Freilandhaltung einen Futterverbrauch von 127 g/ Henne/ Tag fest. Bei BAZER (2005) lag der Futterverbrauch der Gruppe mit strukturiertem Auslauf mit 122,90g/ Anfangshenne/ Tag signifikant unter dem Verbrauch der Gruppe mit unstrukturiertem Auslauf mit 127,80 g/ Anfangshenne/ Tag.

2.5 Immunglobulin Y

Immunglobuline werden auch als Antikörper bezeichnet und zählen zum spezifischen humoralen Immunsystem. Sie werden bei den Vögeln in die Klassen IgY, IgA und IgM eingeteilt. „Y“ steht hierbei für Yolk, die englische Übersetzung von Eidotter. IgY ist das Hauptimmunglobulin der Hühner und ist äquivalent zum Säuger- IgG. IgG und IgY werden teilweise synonym verwendet (SCHADE et al., 1996).

Über die intensive Blutzirkulation der Follikel gelangt das IgY in den Eidotter. Es wird aus dem Plasma über einen aktiven Mechanismus in das Ei transportiert (KÜHLMANN et al., 1988). Im Dotter vermuteten ROSE et al. (1974) höhere IgY- Konzentrationen als im Plasma. Diese Meinung wurde von LARSSON et al. (1993) aufgrund des aktiven Transportes des IgY vom Plasma in den Dotter geteilt. Der Serumantikörpertiter spiegelt nach LÖSCH et al. (1986) die Antikörpermenge im Dotter wieder, weil der Titer im Dotter proportional zum Serumtiter, mit einer Woche Verzögerung, ansteigt. Nach POLSON et al. (1980) und RICKE

et al. (1988) kommt es nach Immunisierungen zu einem Anstieg der Antikörperkonzentration mit einem Höhepunkt nach 20 Tagen.

Die IgY- Konzentrationen bewegen sich nach ROSE und ORLANS (1981) im Serum zwischen 20 und 25 mg/ml, allerdings gehen sie von höheren Konzentrationen im Dotter aus. Immunglobulin- Konzentrationen im Blut von 6,60- 13,50 mg/ml, bei Einzeltieren auch über 19 mg/ml mit einer großen Variabilität zwischen einzelnen Individuen, geben REES und NORDSKOG (1981) an. FITZ (2007) erhielt IgY- Konzentrationen im Serum zwischen 15,10 und 16,40 mg/ml.

ERHARD et al. (1992) entwickelten zur Bestimmung von Hühner- Immunglobulinen (IgY, IgM, und IgA) mit Hilfe monoklonaler Antikörper einen hochspezifischen Sandwich ELISA (enzyme- linked immunosorbent assay).

Tabelle 1: Einige Angaben zur Konzentration von IgY im Eidotter

(in Klammern der Mittelwert der Legeperiode)

| Autor | Konzentration von IgY |
|----------------------|---|
| LÖSCH et al. (1986) | 3- 25 mg/ml |
| SCHADE et al. (1991) | 10- 20 mg/ml |
| BAUMGART (2005) | 7- 40 mg/ml (MW 12,60- 14,30 mg/ml) |
| BAZER (2005) | 10- 32 mg/ml (MW 15,60- 15,90 mg/ml) |
| FITZ (2007) | 18- 42 mg/ml (MW 26,60- 28,70 mg/ml) |
| LEBRIS (2005) | 10- 42 mg/ml (MW 20,00- 22,00 mg/ml) |
| LICKTEIG (2006) | 19- 34 mg/ml (MW 25,80- 27,80 mg/ml) |

2.6 Physiologische Parameter

2.6.1 Hämatokrit und Hämoglobin

Der Hämatokrit gibt den Anteil der zellulären Bestandteile am Gesamtvolumen des Blutes wieder. Als Hämoglobin bezeichnet man den eisenhaltigen roten Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen (Erythrozyten), der hauptverantwortlich für den Sauerstofftransport ist.

Nach SIEGMANN (1992) liegt der Richtwert bei Hühnern für den Hämatokrit bei 45 %, der für Hämoglobin bei 10 g/dl. Der Volumenanteil der Erythrozyten im Blut ist nach FREEMAN (1971) von der Ovulation abhängig. So kann er bei ovulierenden Hennen Werte zwischen 19 und 30,90 % erreichen, bei nicht ovulierenden Hennen Werte zwischen 28,80 und 33 %.

Zu einem Absinken des Erythrozytenanteils im Blut führen Verletzungen, Blutentnahmen und Schadgase, zu einer Erhöhung des Erythrozytenanteils kommt es durch Kälte (FREEMAN, 1971; ADAM, 1973).

Bei Hennen der Linie ISA Brown in Volierenhaltung von FITZ (2007) lag der durchschnittliche Hämatokrit bei 20,20- 20,70 % und der durchschnittliche Hämoglobinwert bei 9,60- 9,80 g/dl. BAZER (2005) fand durchschnittliche Hämatokritwerte von 22,20 (ST), bzw. 22,60 % (UST) und einen durchschnittlichen Hämoglobingehalt von 9,58 (ST), bzw. 9,93 g/dl (UST).

2.6.2 Calcium und Phosphor

Bei vielen Zellfunktionen spielt Calcium eine wesentliche Rolle. Extrazellulär ist Calcium von Bedeutung für die Mineralisation der Knochen, die Übertragung von Nervenimpulsen und die Blutgerinnung, intrazellulär für die Muskelkontraktion und für den Glycogenstoffwechsel (JELKMANN und SINOWATZ, 1996). Phosphorverbindungen sind für alle Lebewesen essentiell und bei Aufbau und Funktion der Organismen in zentralen Bereichen beteiligt, wie der DNA und der zellulären Energieversorgung (ADP/ATP).

Der Calciumbedarf der Legehennen liegt bei 3,70- 4,50 % des Futters, der von Phosphor bei 0,45- 0,6 % (GV SOLAS, 2006). Für die Bestimmung des Calciumbedarfs dienen als Kriterien die Legerate und die Eischalendicke. Im Durchschnitt enthalten Hühnereierschalen 1,6- 2,4 g Calcium, welches fast ausschließlich aus dem Blut stammt und innerhalb von 15- 16 Stunden abgelagert wird (HEIDER und MONREAL, 1992; GRATZL und KÖHLER, 1968).

Bei Legehennen schränkt ein Calcium- Mangel die Eierproduktion ein, die bei einem ausgeprägten Mangel nach wenigen Tagen eingestellt wird (ANTILLON et al., 1977). Eine überdosierte Calciumversorgung führt nach KOLB (1992) zu einem Anstieg des Calciums im Blutplasma und zu einer Abnahme des Phosphorgehaltes. Bei der gebräuchlichen Fütterung spielt ein Phosphor- Mangel keine Rolle. Die Legeleistung nimmt im Experiment bei einem Phosphorgehalt des Futters von 0,20 % ab und es werden dünnsschaligere Eier mit einer größeren Masse gebildet (KLINGENSMITH und HESTER, 1983).

2.7 Gefiederzustand

Der Gefiederzustand ist ein wichtiges Kriterium für das Wohlbefinden und den Gesundheitszustand eines Tieres. Das Gefieder schützt vor Feuchtigkeit und mechanischen Einwirkungen auf die Haut. Es dient der Wärmeisolation, der gegenseitigen Erkennung und der Signalisierung von Stimmungen (ACHILLES et al., 2002a).

Gefiederschäden entstehen aus multifaktoriellen Ursachen. Sie können durch Federpicken von Artgenossen, durch Mangelernährung, durch Ektoparasitenbefall oder durch Abrasion der Federn an Käfiggittern zustande kommen (LÖLIGER, 1992).

2.8 Erkrankungen und Verluste

Die Mortalität wird zu einem nicht unerheblichen Maße von dem jeweiligen Management beeinflusst. Dadurch wird der Vergleich verschiedener Studien erschwert.

In alternativen Haltungssystemen wie der Boden-, Freiland- oder Volierenhaltung besteht ein höherer Infektionsdruck als in Käfigsystemen. Für die Freilandhaltung sind als wichtige infektiöse Erkrankungen Salmonellen, Kokzidien und Wurmbefall zu nennen. Nach GOLZE (1999) und ACHILLES et al. (2002b) ist in Haltungssystemen mit Einstreu und/ oder Auslauf tendenziell ein stärkerer Verwurmungsgrad feststellbar. Als nichtinfektiöse Erkrankungen sind neben Verletzungen, zum Beispiel durch Kannibalismus verursacht, vor allem das Fettlebersyndrom und die Brustbeindeformation zu nennen. Die Pathogenese des Fettlebersyndroms ist multifaktoriell und noch nicht in allen Einzelheiten geklärt, jedoch dürften speziesspezifische Besonderheiten im Lipidmetabolismus des Huhnes, Östrogenspiegel und hochenergetische Fütterung mit eingeschränkter Bewegungsmöglichkeit eine Rolle spielen (TEGELER, 1992). Verfettungen von Lebern konnten in Studien von KEUTGEN et al. (1999) zwar sowohl in der konventionellen Käfighaltung als auch in der

Auslauf- und Bodenhaltung nachgewiesen werden, jedoch war das Auftreten des Fettlebersyndroms in der konventionellen Käfighaltung erkennbar häufiger und auch der Grad der Veränderung war in diesem System am ausgeprägtesten.

Brustbeindeformationen bei Legehennen stellen sich nach Angaben des oben genannten Autors entweder als s- förmige Verbiegungen oder als dorso- ventrale Stauchungen dar. Auch osteale Verdickungen des Sternums können beobachtet werden.

In alternativen Haltungssystemen besteht eine große Gefahr für traumatische Frakturen, welche aus dem fehlerhaften Anfliegen der Haltungseinrichtungen, insbesondere der Sitzstangen resultieren. Dementsprechend traten Brustbeindeformationen am häufigsten in alternativen Haltungssystemen auf (Auslaufhaltung: 73,30 %; Bodenhaltung: 60,70 %), wohingegen in der konventionellen Käfighaltung (35,60 %) diese Veränderung weitaus seltener zu beobachten war (KEUTGEN et al., 1999). APPLEBY et al. (1992) stellten eine positive Korrelation zwischen der Sitzaktivität auf den Sitzstangen und der Häufigkeit von Brustbeindeformationen fest. Ferner führen sie das Auftreten von Brustbeindeformationen in Abhängigkeit von der Legelinie auf unterschiedliche Knochenfestigkeiten und auf die Art und Weise des Ruhens auf der Sitzstange zurück.

Für die gesamte Legeperiode gibt BESSEI (1999) Mortalitätsraten von 4- 7 % an, so dass eine Sterblichkeitsrate von 0,5 % pro Legemonat keinen Anlass zur Besorgnis gibt. Bei FITZ (2007) lag die Gesamt mortalität in Volierenhaltung zwischen 1,10 und 4,40 %. BAZER (2005) ermittelte in Volieren mit Auslaufhaltung Verluste von 11,55 (ST) und 12,00 % (UST). LEYENDECKER (2003) fand in Bodenhaltung mit Auslauf Mortalitätsraten zwischen 4,50 und 18,30 %.

2.9 Knochenbruchfestigkeit

Ein häufiges Problem in der modernen Legehennenhaltung stellt die Osteoporose dar. Hierbei handelt es sich um einen Verlust an vollständig mineralisierter Knochensubstanz, was zu einer herabgesetzten Knochenfestigkeit und einer erhöhten Anfälligkeit der Knochen für Frakturen führt (WHITEHEAD, 1999).

Die Entwicklung der Osteoporose beginnt nach WILSON et al. (1992) mit Erreichen der Geschlechtsreife und schreitet im Laufe der Legeperiode fort, so dass die Hennen am Ende ihrer Legeaktivität die deutlichsten Ausprägungen aufweisen. Verantwortlich für die Entstehung der Osteoporose ist zum einen der hohe Calciumbedarf für die Eischalenproduktion, demzufolge es zu einem Abbau der medulären Knochensubstanz kommt. Wenn diese Reserven aufgebraucht sind, greifen die Hennen auf die kortikale

Knochenmasse zurück, was unweigerlich zu einer Abnahme der Knochenbruchfestigkeit führt (FLEMING et al., 1998). Zum anderen wurde in Untersuchungen von BISHOP et al. (2000) gezeigt, dass die Knochenfestigkeit eine hohe Erblichkeit aufweist. Ferner korreliert das Gewicht der Tiere mit der Knochenfestigkeit. Nach KNOWLES und BROOM (1990) haben leichtere Legelinien in der Regel eine geringere Knochenfestigkeit als schwere Legelinien. Nicht zu unterschätzen scheint aber auch der Einfluss des Haltungssystems der Hennen auf die Entstehung der Osteoporose zu sein. In verschiedenen Untersuchungen wurde eine höhere Knochenfestigkeit bei Hennen aus alternativen Haltungssystemen (Boden-, Volieren- und Freilandhaltung) nachgewiesen, als bei Hennen aus konventioneller Käfighaltung (BARNETT et al., 1997; KNOWLES und BROOM, 1990; FLEMING et al., 1994). Nach KNOWLES und BROOM (1990) erhöht eine vermehrte Beanspruchung von Knochen deren Bruchfestigkeit.

Tabelle 2: Einige Angaben zur Knochenbruchfestigkeit von Femura

| Autor, Rasse, Haltung | Nutzungsdauer | Medianwerte der Knochenbruchfestigkeit in Newton |
|---|----------------------|--|
| BAUMGART (2005) Tetra- SL Voliere | 10 Legemonate | 217,60 (4,5 Hennen/m ²) 263,70 (9 Hennen/m ²) 247,70 (13,5 Hennen/m ²) 224,60 (18 Hennen/m ²) |
| BAZER (2005) Tetra- SL Voliere mit Auslauf | 10 Legemonate | 280,10 (ST) 271,70 (UST) |
| FITZ (2007) ISA Brown Voliere | 11 Legemonate | 251,80 (Stroh) 247,00 (Weichholz) 198,60 (Strohpellets) 216,00 (Hobelrspäne) |
| LICKTEIG (2006) LSL/ LB Voliere | 14 Legemonate | 198,70 (LSL- Linie) 197,5 (LB- Linie) |
| WEIGL (2007) Lohmann Silver Kleinvoliere Großvoliere | 12 Legemonate | 215,60 (Kleinvoliere) 227,10 (Großvoliere) |

2.10 Auslaufnutzung und Verhalten

2.10.1 Auslaufhaltung und Auslaufnutzung

Die Haltung von Legehennen mit Auslauf ist die Haltungsform, die den natürlichen Bedürfnissen der Hennen am meisten entspricht. Den Hühnern ist es nur in diesem Haltungssystem möglich, den weitaus größten Teil ihres Verhaltensrepertoires umzusetzen. Zusätzlich fördern Sonnenlicht und Klimareize die Gesundheit und tragen zum Wohlbefinden der Tiere bei (ACHILLES et al., 2002b). In alternativen Haltungssystemen sind durch den größeren Bewegungsraum Fliegen und Staubbäden, sowie weitere natürliche und artgemäße Verhaltensweisen wie Picken und Scharren in adäquatem Substrat möglich (VOSS, 1999; JACOBS und WINDHORST, 2003; STAACK und KNIERIM, 2004). Das größere Platzangebot bietet den Tieren mehr Ausweichmöglichkeiten. So können die Tiere Stressfaktoren im Stall, wie zum Beispiel eine mögliche Lärm- und Staubbelaustung vermeiden (ACHILLES et al., 2002b).

Allerdings wird diese „Natürlichkeit“, aufgrund des Trends hin zu relativ großen Herden, wiederum in Frage gestellt (ACHILLES et al., 2002b). Eine individuelle Erkennung, die nur bei bis zu 80 Tieren erfolgt, ist in diesen „unethologischen“ Großgruppen nicht mehr möglich. Daher ist ein häufiges Aufeinandertreffen mit fremden Tieren unausweichlich, was unter Umständen eine Ursache für Stress darstellen (APPLEBY et al., 1992) und die Tiere nach PETERMANN (2003) krankheitsanfälliger machen kann. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass es durch eine gewisse „Anonymisierung“ (durch fehlende individuelle Wiedererkennung und Rangordnung) zu weniger Auseinandersetzungen und Aggressionen kommt oder diese sogar ausbleiben (NICOL et al., 1999; STAACK und KNIERIM, 2004).

Auf die Auslaufnutzung haben folgende Faktoren einen Einfluss:

- Standort
- Gestaltung der Zugänge (Anzahl, Verteilung, Größe)
- Herdengröße
- Witterung
- Gefahren durch Greifvögel und sonstige Beutegreifer
- Deckungs- und Schutzmöglichkeiten
- Übersichtlichkeit des Geländes
- Tageszeit
- Nahrungsangebot im Auslauf und Tränken

- Herkunft (Abhängigkeit von Rasse und Linie) und individuelle Unterschiede
- Aufzuchtbedingungen
- Vorhandensein von Hähnen (ACHILLES et al., 2002b).

Nach ACHILLES et al. (2002b) zeigen wissenschaftliche Untersuchungen und Erfahrungen aus der Praxis, dass die Auslaufflächen häufig sehr ungleichmäßig von den Hühnern genutzt werden. Weiter entfernte Auslaufbereiche werden wenig oder gar nicht genutzt, wohingegen der stallnahe Bereich überlastet ist. Das führt im stallnahen Bereich zu einer Zerstörung des Bewuchs, zu einer Verdichtung des Bodens und nicht selten zu einer Anreicherung von Parasiten und Krankheitserregern, sowie zu einer starken Nährstoffanreicherung des Bodens durch den Kot der Tiere (vor allem Nitrat und Phosphat). Nach MEIERHANS und MENZI (1994) kann die Nährstoffbelastung der stallnahen und schattigen Bereiche bis zu dreimal höher sein als die durchschnittliche Belastung. Um den stallnahen Bereich zu schonen, empfiehlt PETERMANN (2003), vor dem Stall bzw. dem Kaltscharrraum ein Bett aus Holzhackschnitzeln, Kies oder Schotter aufzubringen. Ausgelegte Latten- oder Kunststofffeste sollen eine Zerstörung des Wurzelbereichs verhindern und die Grasnarbe schützen. Im stallfernen Bereich bieten Büsche, Bäume und Hecken den Tieren Schutz und Deckung. Bewachsene Wälle wirken als Leitlinien, an denen die Hühner das Freiland erkunden. Als Alternative zu Anpflanzungen haben sich ihrer Meinung nach künstliche Strukturen, wie zum Beispiel versetzbare Unterstände, Tarnnetze oder Folientunnel aus dem Gemüsebau bewährt. Zusätzlich kann die Attraktivität des Grünlauslaufes durch das Angebot von Sandbädern und Tränken erhöht werden.

Nach ELBE (2004) beeinflusst die Herdengröße aus bisher noch nicht geklärten Gründen das Auslaufverhalten der Hennen. So suchen bei größeren Herden prozentual weniger Tiere den Auslauf auf als bei kleineren Herden. Selbst bei unterschiedlichen Standortbedingungen (unterschiedliche Betriebe, Tiere, Stallausrichtung, Auslaufgestaltung, etc.) bestätigt sich diese Tendenz. Diesen Zusammenhang konnte auch NIEBUHR et al. (2000) beobachten. Er stellte fest, dass die durchschnittliche Zahl der Hennen im Auslauf bei 1000er- Gruppen mit 22,7 % geringer ist als bei 500er- Gruppen (35,0 %) und 250er- Gruppen (37,9 %). Auch bei einer Untersuchung von HÄNE (1999) sank mit zunehmender Herdengröße der Anteil der auf der Weide gesehenen Tiere.

MAHBOUB (2004) beobachtete, dass Hennen, denen eine große Auslauffläche angeboten wurde (10 m²/Tier) sich signifikant häufiger zu den Außenbereichen bewegten als andere mit einem Angebot von 2,5 m²/Tier. Allerdings hielten sich Hennen mit einem Angebot von 2,5 m²/Tier länger auf dem Grünland auf, als Hennen mit einer Besatzdichte von 10 m²/Tier. Die

genutzte Fläche wird nach HÄNE (1999) und MENZI et al. (1997) umso geringer und die Auslaufnutzung umso ungleichmäßiger, je größer die theoretisch nutzbaren Entfernungen und die Distanz zu den am weitesten vom Stall entfernten Bereichen sind.

Schlechte Witterungsbedingungen, wie Wind und starker Regen werden von den Hühnern gemieden (FÖLSCH, 1981; HUGHES und DUN, 1984). REICHHARDT et al. (2004) stellten fest, dass im Herbst eine allgemein intensivere Auslaufnutzung als im Sommer erfolgte, wobei die Hennen den Temperaturbereich von 10 bis 20 °C bevorzugten.

Einen Rückgang in der Auslaufnutzung bewirkt nach OTTO (1980) ein hohes Aufkommen an Greifvögeln. Nach GRAUVOGEL (1997) ist die Angst vor Flugobjekten stark an die Form von Raubvögeln gebunden, wobei das Fluchtverhalten eine alltägliche Erscheinung ist. Bei einer Flucht der Tiere gilt der Stall nach ACHILLES et al. (2002b) als sicherster Zufluchtsort. Sind die Hennen jedoch weit davon entfernt, werden auch Zwischenziele (künstliche oder natürliche Strukturierung) aufgesucht. In einem Auslauf ohne Schutzmöglichkeiten entfernen sich Hühner nicht mehr als 50 m vom Stall, sind dagegen Büsche oder Bäume vorhanden, wagen sie sich 200 bis 300 m weit (BESSEI, 1988; BÜSCHER et al., 2003).

ZELTNER und HIRT (2004) stellten fest, dass künstliche Elemente (im Versuch ein Tunnel) keinen Einfluss auf die Anzahl und die Verteilung der Tiere im Auslauf haben, aber dass sich viele Tiere unter dem Schutz und Schatten bietendem künstlichen Element aufhielten. BAZER (2005) konnte im Vergleich der Auslaufnutzung zwischen der Gruppe mit strukturierter Auslauffläche und der Gruppe mit unstrukturierter Auslauffläche im Sommerhalbjahr einen signifikanten Unterschied beobachten. Ebenso stellte sie fest, dass der Kaltscharraum von der Gruppe mit unstrukturiertem Auslauf im Sommerhalbjahr signifikant häufiger genutzt wurde als von der Gruppe mit strukturiertem Auslauf. Der stallnahe Bereich wurde von beiden Gruppen am meisten genutzt. Nach BAZER (2005) wurden die Strukturelemente allgemein gut angenommen, wobei die Tiere sich vor allem unter den Strukturelementen aufhielten, während andere Möglichkeiten der Nutzung kaum in Anspruch genommen wurden.

Nach SOMMER (1999) entfernen sich die Hennen mit den Hähnen weiter vom Stall. Dieses Verhalten kann eventuell mit der Schutz- und Warnfunktion der Hähne erklärt werden (HÜLSMANN et al., 1998) oder auch dadurch, dass die Hähne das Freiland in stärkerem Umfang nutzen. So befanden sich in einem Versuch durchschnittlich nur 32% der Hennen, aber 68 % der Hähne im Auslauf (HARLANDER- MATAUSCHECK, 2001 und 2003). Nach Meinung von STAACK und KNIERIM (2004) können Hähne einen positiven Einfluss auf das Sozialverhalten haben, indem sie die Untergruppenbildung stimulieren und die Aggressivität weiblicher Tiere reduzieren. Ferner garantieren Hähne nach HARLANDER-

MATAUSCHECK (2003) den Fortbestand der Art, zeigen Futter an und begleiten Hennen zum Nest, was zu einer geringeren Anzahl verlegter Eier führt und reduzieren zusätzlich den Kannibalismus in Legehennenherden. Das Halten von Hähnen in der Herde kann ein Problem darstellen, wenn die Hähne der Herde zu spät zugesetzt werden oder ihre Anzahl zu gering ist, da sie in diesen Fällen häufig attackiert und bepickt werden. Empfehlungen über das Geschlechterverhältnis schwanken von 1: 20 über 1: 50 bis 1: 100.

2.10.2 Komfortverhalten

Zum Körperpflege- und Komfortverhalten zählen nach ACHILLES et al. (2002b) das Sichputzen, Fuß- und Flügelstrecken, Flügelheben, Sandbaden, sowie das Sonnenbaden. Alle Geflügelarten verbringen nach OESTER et al. (1997) sehr viel Zeit mit der Gefiederpflege. Mit Hilfe des Schnabels ordnen, durchstreichen und fetten sie ihr Federkleid. Der Körper wird mit Hilfe der Zehenkrallen gekratzt. MARTIN (1979) sieht die Hauptfunktion des Putzens nicht nur in der Sauberhaltung des Gefieders, sondern vor allem in der Erhaltung der Wärmeisolierung.

Sandbaden (Staubbaden) erfolgt normalerweise in der lockeren Erde des Auslaufes oder in der Einstreu. Auslöser für das Staubbad sind Außenreize wie Wärme, Licht und staubiges, loses Substrat und sind folglich direkt vom Haltungssystem abhängig. Zusätzlich geht von den gerade staubbadenden Tieren ein visueller Stimulus aus (WESTERGAARD et al., 1999; DUNCAN, 1998). Nach VAN LIERE (1992) umfasst ein vollständiger und ungestörter Ablauf eines Staubbades die Verhaltenselemente Picken und Scharren in lockerem Material, Aufwerfen des Staubbadesubstrates durch intensive Scharrbewegungen, welches dann durch das aufgestellte Gefieder rieselt. Ferner werden Drehbewegungen bis 360° um die eigene Körperachse, sowie reiben des Kopfes und des Rumpfes auf der Seite durchgeführt. Anschließend wird nach einer Ruhephase das Staubbad durch heftiges Körper- und Flügelschütteln beendet. Häufig kann dann nach LINDBERG und NICOL (1997) das Flügel-Bein- Strecken beobachtet werden.

Das Staubbaden dient der Gefiederpflege, insbesondere der Aufrechterhaltung der Federstruktur und der Regulation der Federlipide (VAN LIERE, 1990) und ist ferner für die Entfernung von Ektoparasiten aus dem Gefieder von Bedeutung (VAN LIERE, 1992).

FITZ (2007) stellte in Volierenhaltung mit verschiedenen Einstreumaterialien fest, dass der Bodenbereich nachmittags seltener zum Sandbaden genutzt wird als vormittags. In seiner Untersuchung nutzten über den Tag verteilt durchschnittlich 6,60- 12,30 % der anwesenden Hennen den Bodenbereich zum Sandbaden. BAZER (2005) fand in ihrer Untersuchung in

Volierenhaltung mit Auslaufstrukturierung nur im Sommerhalbjahr signifikante Unterschiede zwischen den Verhaltensweisen beider Gruppen. Sie beobachtete, dass im Sommer im Gesamtauslauf auf der strukturierten Seite signifikant mehr Tiere Gefiederpflege und Sandbaden zeigten, als auf der unstrukturierten Seite, wo die Tiere mehr Zeit mit Laufen, Stehen und Beobachten verbrachten.

2.10.3 Federpicken, Kannibalismus und Aggression

(Dieses Kapitel stellt auszugsweise eine Zusammenfassung des Vortrags „Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen- Wo liegen die Ursachen“ von KEPPLER (2005) dar.)

Als Federpicken wird bei Legehennen das Picken am Gefieder eines Artgenossen bis zum Herausreißen von Federteilen, bzw. Federn bezeichnet. Es kann zu Federverlusten und Hautverletzungen kommen, die weiter bepickt werden. Neben dieser Form des so genannten Kannibalismus kann Kloakenpicken und Zehenpicken beobachtet werden.

Hühner sind in ihrer natürlichen Umgebung die meiste Zeit des Tages in ihrem natürlichen Pickverhalten über die Futtersuche und –aufnahme beschäftigt. Auch der soziale Kontakt untereinander bzw. zwischen Henne und Hahn, sowie aggressives Pickverhalten, zum Beispiel in Rangordnungskämpfen nimmt einen geringen Teil des Pickens ein. Eine Kompensation der fehlenden Beschäftigung bei der Futtersuche in der reizarmen Umwelt künstlicher Haltungssysteme findet durch das Bepicken von Einstreu, Kot, der Stalleinrichtung, aber auch dem Gefieder ihrer Artgenossen sowie durch Kloakenpicken und Zehenpicken statt. Daher sind Federpicken und Kannibalismus nicht aggressiv motiviert, sondern haben häufig multikausale Ursachen und kommen in allen Haltungssystemen vor. Die Ursachen sind vor allem in den Bereichen Rasse und Herkunft, der Futterversorgung, sowie die Aufzuchthaltung, der Umstellungsphase und den Haltungsbedingungen während der Legeperiode zu suchen.

Bei Herkunftsprüfungen war zu erkennen, dass verschiedene Herkünfte unter Tageslichtbedingungen eine unterschiedliche Neigung zu Federpicken und Kannibalismus haben (KEPPLER, 2005). ABRAHAMSSON et al. (1998) und TAUSON (2002) stellten fest, dass insbesondere die nicht schnabelgestützten braunen mittelschweren Hybriden sich gegenüber den weißen Hybriden als extrem anfällig für Federpicken und Kannibalismus erwiesen.

Eine nicht ausreichende Nährstoffversorgung (insbesondere Proteine (Methionin, Cystin) und Mineralstoffe) im Futter, führt bei den Hochleistungshybriden schnell zu

Nährstoffimbalancen, die zu Federpicken und Kannibalismus führen können. Ausreichend strukturiertes Futter und uneingeschränkter Zugang zum Einstreubereich, sowie die Qualität und Bearbeitbarkeit der Einstreu fördern das arteigene Futtersuch- und Aufnahmeverhalten. In der Aufzuchtphase stellt Federpicken eine Verhaltensstörung des Futteraufnahme- und Futtersucheverhaltens dar, die sich nach Angaben aus der Literatur in den ersten Lebenswochen durch restriktive Haltungsbedingungen entwickelt. Schon während der Aufzuchtphase sollten die Tiere lernen, erhöhte Standorte zu nutzen. Damit sollte es trotz Tageslicht gelingen, Federpicken zu vermeiden. Durch Maßnahmen wie Sitzstangen, Sandbad, künstliche Glucken und das Anbieten von Raufutter kann das Aufzuchtsystem zusätzlich angereichert werden. Auch eine Verminderung der Besatzdichte, besonders in der ersten Aufzuchtphase, wirkt sich positiv auf Federpicken, Verletzungen und Kannibalismus aus.

Vor der Umstallung ist eine Abstimmung mit dem Aufzuchtbetrieb nötig, um die Futterqualität, Futtereinrichtungen, Lichtintensität, Tageslichtlänge sowie der Stalleinrichtung aufeinander abzustimmen, und damit den Stress der Junghennen bei der Umstallung zu reduzieren.

Zu Beginn der Legeperiode sollte auf eine optimale Futterversorgung (qualitativ und quantitativ) geachtet werden. Den Hennen sollten während der Legeperiode Ausweichmöglichkeiten und Strukturierung durch verschiedene Funktionsbereiche im Stall angeboten werden. Dies kann durch eine angemessene Besatzdichte, das Anbieten von Sitzstangen und erhöhten Ebenen, die Fütterung ganzer Körner, ein überdachter Auslauf sowie nach Möglichkeit ein Freiauslauf erreicht werden (KEPPLER, 2005).

In einer Untersuchung beobachtete MAHBOUB (2004), dass im Vergleich zu einer Herde mit Grünauslauf, die höchsten Federpickaktivitäten in einer Herde ohne Grünauslauf waren. BAZER (2005) konnte im Hinblick auf Federpicken und aggressives Verhalten keinen Unterschied zwischen der Gruppe mit strukturiertem Auslauf und der Gruppe mit unstrukturiertem Auslauf feststellen. Weiterhin konnte sie beide Verhaltensweisen im Kaltscharraum und Übergangsbereich häufig, im Auslauf hingegen seltener beobachten. In Volierenhaltung mit verschiedenen Einstreumaterialien bei FITZ (2007) wurden die Verhaltensweisen „Hacken“, „Körperpicken“ und „Federziehen“ während der Beobachtungszeit nur vereinzelt gezeigt. FITZ (2007) gibt für diese Verhaltensweisen einen Medianwert von 0,1 Aktionen pro anwesendem Huhn in 6 Minuten an.

3 Tiere, Material und Methoden

Diese Studie wurde im Rahmen des Verbundprojektes „Naturnahe Betriebs- und Haltungssysteme für Hühner – Tiergesundheit – Wirtschaftlichkeit – Umweltrelevanz“ durchgeführt und durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz gefördert.

Die Blutentnahmen wurden gemäß § 8a des Tierschutzgesetzes bei der Regierung von Oberbayern angezeigt unter dem Aktenzeichen 209.1/211-2531.2-20/02.

3.1 Tiere

Der Versuch wurde mit Tieren der Hybridlinie ISA Brown durchgeführt. Diese braunschalige Eier legende Linie wurde von der französischen Zuchtfirma ISA für eine maximale Eierproduktion gezüchtet. Bezogen wurden die Tiere vom Geflügelhof RoBerts aus Schöneck. Hierbei handelte es sich um 900 Legehennen und 10 Hähne, mit dem Schlupftermin 07.04.2004.

Die Tiere wurden in der 19. Lebenswoche am 11.08.2004 im Mobilstall der Versuchsstation Viehhausen in Kranzberg eingestallt. Die Ausstellung fand am 29.07.2005 statt, wobei die Tiere für eine weitere Legeperiode verkauft wurden.

Bei der Einstallung wurden die Tiere in zwei Gruppen mit jeweils 450 Legehennen und 5 Hähnen aufgeteilt und blieben zur besseren Eingewöhnung 14 Tage im Stall.

Bereits in der Aufzuchtsphase wurden die Tiere gegen Mareksche Krankheit (1x), Newcastle Disease (ND, 3x), Infektiöse Bronchitis (IB, 3x), Salmonellen- Infektion (3x), Gumboro Krankheit, Aviare Encephalomyelitis und Infektiöse Laryngotracheitis (je 1x) geimpft. Im Laufe der Legeperiode wurden ND und IB in regelmäßigen Abständen nachgeimpft.

3.2 Haltungssystem

Die Aufstellung der Legehennen in einem Mobilstall erfolgte auf der ökologischen Landbau betreibenden Versuchsstation Viehhausen (85402 Kranzberg) der Technischen Universität München.

Dieser Stall (Vertrieb Fa. Wördekemper, Rietberg) hatte eine Länge von 19,2 m, eine Breite von 8,0 m und damit eine Grundfläche von 154 m². Ausgestattet war der Stall mit einer einstöckigen Voliere der Marke Boleg 1 (Rihs-Agro) mit integrierten Futterbändern,

Nippeltränken, Sitzstangen und Entmistungsband. Die doppelstöckigen Vencomatic-Gruppennester mit Sammelband waren an der nördlichen Längsseite aufgestellt. An der Südseite befanden sich der Kaltscharraum (Holz, 5 x 17 m) mit angrenzendem Grünauslauf. Dieser wurde von einem Maschenzaun umgeben und umfasste eine Gesamtfläche von 3600 m².

Der Stall wurde für diesen Versuch auf eine neue Weidefläche versetzt und besaß keinen befestigten Boden. Die Einstreu wurde direkt auf den natürlichen Boden aufgebracht. Im Stall und im Kaltscharraum wurde als Einstreu Sand und im Übergangsbereich zum Grünauslauf Holzschnitzel verwendet.

Zur Versuchsdurchführung wurden der Stall, Kaltscharraum und Grünauslauf in zwei gleichgroße Bereiche aufgeteilt. Die Seite mit strukturiertem Auslauf hatte durch den im Stall befindlichen Vorraum (4,22 m²), in dem das Eiersammelband endete und der ferner technische Einrichtungen enthielt, geringe Abzüge in der Nutzfläche.

Sichtkontakt zwischen den beiden Gruppen war nur im Stall und Kaltscharraum durch die Gitter möglich, im Auslauf wurde am Mittelzaun ein Sichtschutz angebracht um eine gegenseitige Beeinflussung der Tiere bei der Auslaufnutzung zu vermeiden.

Tabelle 3: Vergleich der Mobilstalleigenschaften einer Stallhälfte mit den Vorgaben für eine Volierenhaltung nach der Tierschutz- Nutztierhaltungs- Verordnung (2006)

| | Tierschutz- Nutztier- Haltungsverordnung 2006 | | Stalleigenschaften | |
|------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | Vorgaben | Benötigt für | Mobilstallhälfte Versuchsgruppe | Ist-Wert |
| | | 450 Tiere | | |
| Nutzbare Fläche | 1 m ² je 9 Hennen | 50,0 m ² | Stall + KSR | 134,34 m ² |
| Stallgrundfläche | 1 m ² je 18 Hennen | 25,0 m ² | Stallfläche | 72,38 m ² |
| Einstreufläche | 250 cm ² je Henne mind. 1/3 Bodenfläche | 11,25 m ² | ges. Stallfläche eingestreut | 114,88 m ² |
| Nistplätze | Gruppennest 1 m ² je 120 Hennen | Gruppennest mit 3,75 m ² | doppelstöckige Gruppennester | 6,90 m ² |
| Tränken | Nippeltränke 1 Nippel je 10 Hennen | 45 Nippel | | 86 Nippel |
| Futterplätze | Kantenlänge 10 cm je Henne | 45,0 m | Futterband (für 345 Tiere) | 34,50 m |
| Längsfuttertrog | | | | |
| Rundtröge | 4 cm je Henne | 18,0 m | 6 Rundtröge für je 28 Tiere | 6,72 m |
| Sitzstangen | 15 cm je Henne | 67,5 m | Sitzstangen | 86,25 m |
| Grünauslauf | 4 m ² je Henne | 1800 m ² | | 1800 m ² |

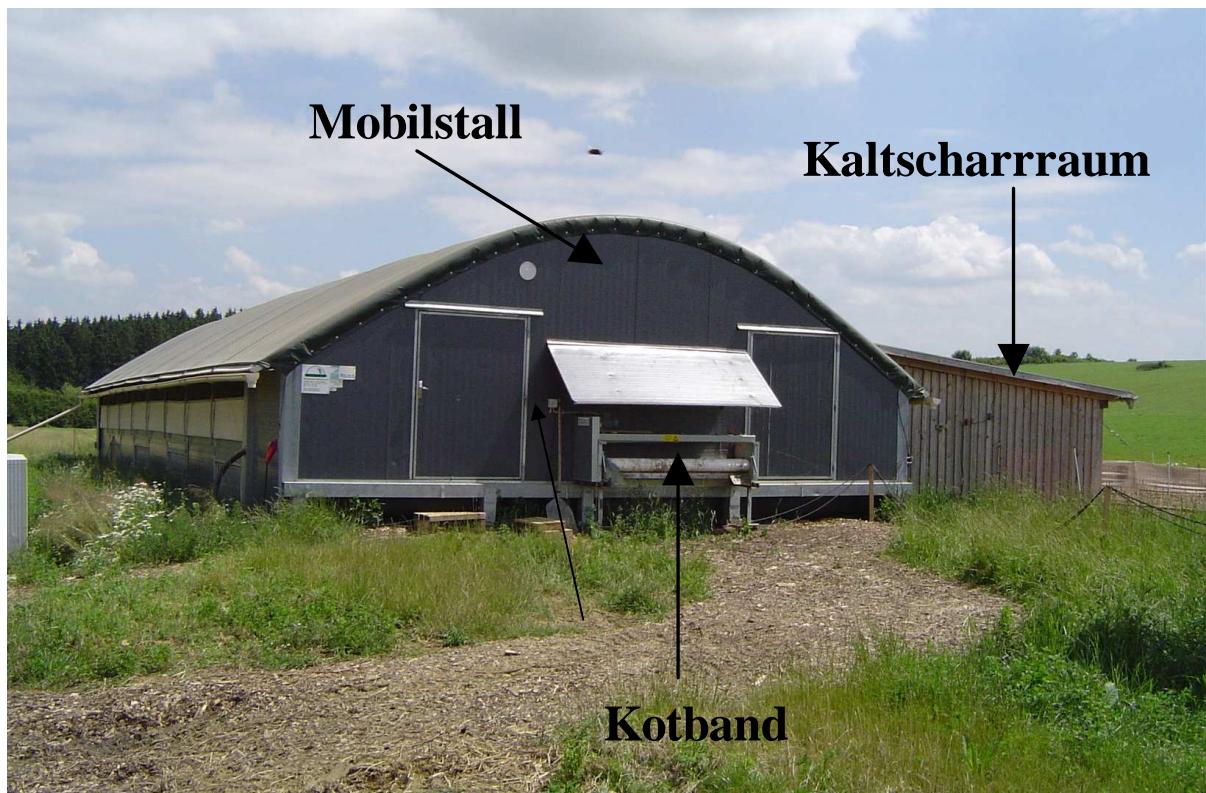


Abbildung 1: Frontansicht des Mobilstalles

Foto: BAZER, 2005



Abbildung 2: Stall mit Voliere



Abbildung 3: Kaltscharraum

Foto: BAZER, 2005



Abbildung 4: Stall mit Grünauslauf

Li: strukturierter Auslauf (Versuchsgruppe)

Re: Auslauf ohne Strukturelemente (Kontrollgruppe)

Auf der Westseite der Weide wurden acht Flachdächer als Strukturelemente mit je 4 m² Bodenfläche aufgestellt (Seite der Versuchsgruppe).



Abbildung 5: Flachdach

3.3 Erfassung von Produktionsparametern

3.3.1 Legeleistung

Von den Hühnern in die Nester gelegte Eier rollten auf das Eiersammelband. Die Eier wurden einmal täglich im Vorraum vom Band genommen, wobei Versuchs- und Kontrollgruppe streng getrennt wurden. Die Eier wurden dann im hofeigenen Sortierraum durchleuchtet, nach Gewichtsklassen (S:< 53 g, M: 53- <63 g, L: 63- < 73 g, XL: > 73 g) sortiert und verpackt. Ebenso wurden Knick-, Bruch- und Schmutzeier erfasst. Verlegte Eier wurden auf täglichen Kontrollgängen eingesammelt und gezählt.

3.3.2 Produktmerkmale

Alle zwei Wochen wurden von 40 Eiern das durchschnittliche Eigewicht, die Bruchfestigkeit und die Schalendicke ermittelt.

Zur Bestimmung des durchschnittlichen Eigewichtes wurden 20 Eier je Gruppe einzeln auf einer Digitalwaage gewogen und das Durchschnittsgewicht berechnet.

Die Bruchfestigkeit wurde mit einem Messapparat nach RAUCH (1958) ebenfalls an 40 Eiern ermittelt. Für die Messung wurde ein Ei zwischen zwei Druckplatten eingespannt. Durch manuelles Drehen einer Spindel wurde eine zunehmende Druckkraft einer Schraubenfeder erzeugt und die Eischale bis zum Zerbrechen komprimiert. Die bis zu diesem Punkt angewandte Kraft konnte an einer Skala in Kilopond (kp) abgelesen werden und wurde in die heute gebräuchliche Einheit Newton (N) durch Multiplikation der Werte mit dem Faktor 9,81 umgerechnet.

Die Schalendicke wurde an den aufgeschlagenen Eiern nach der Bruchfestigkeitsmessung in der Äquatorialzone, ohne innere Eihaut, mit Hilfe einer digitalen Schieblehre ermittelt.

Eine geringe Eischalendicke kann für eine geringere Bruchfestigkeit verantwortlich sein. Weitere Faktoren für die Bruchfestigkeit sind Eiform und Struktur der Eischale.

3.4 Parameter in Blut und Eidotter

3.4.1 Blutentnahme

Die Blutentnahme erfolgte alle sechs Wochen an 20 zufällig ausgewählten Hühnern pro Gruppe aus den Flügelvenen (Vena ulnaris und Vena basilica). Es wurden 3 ml je Henne in ein 4,5 ml Serum- Röhrchen (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht) und 0,5 ml in eine 9 ml, mit Kalium- EDTA beschichtete S- Monovette (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht) gefüllt.

3.4.2 Immunologische Parameter in Eidotter und Blut

Es wurden sowohl aus Eidotter als auch aus Serum die Immunglobulin- Y (IgY-) Konzentrationen bestimmt.

Zeitgleich mit der Untersuchung der Produktmerkmale im zweiwöchigen Abstand wurden von 20 Eiern pro Gruppe Dotterproben entnommen. Diese wurden im Verhältnis 1: 10 mit phosphatgepufferter Kochsalzlösung (PBS) verdünnt, geschüttelt und bei -20 °C tiefgefroren. Zur Bestimmung der IgY- Konzentration im Eidotter wurde ein Sandwich- ELISA (ERHARD et al., 1992) angewendet. Die Farbintensität der ELISA- Proben wurde im ELISA- Reader (EAR 400 AT, Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim) bei 450 nm gemessen und daraus die IgY- Konzentration bestimmt. Die im sechswöchigen Abstand gewonnenen Blutproben in den Serumröhrchen wurden nach der Entnahme zentrifugiert und das Serum in 1,5 ml Eppendorf- Cups abpipettiert. Um die Proben gesammelt untersuchen zu können wurden sie bei -20 °C tiefgefroren.

Die Bestimmung der IgY- Konzentration im Serum erfolgte ebenso wie die Bestimmung im Eidotter mit einem Sandwich- ELISA (ERHARD et al., 1992) und der nachfolgenden Konzentrationsbestimmung über die Farbintensität im ELISA- Reader.

3.4.3 Hämatokrit und Hämoglobin

Der Hämatokritwert wurde mit der Mikrohämatokritmethode bestimmt. Dazu wurde Blut aus der mit Kalium- EDTA beschichteten Monovette mit Hilfe der Kapillarkraft in ein Mikrohämatokritröhrchen gezogen. Das zu etwa drei Viertel gefüllte Röhrchen wurde mit einem Spezialversiegelungskitt verschlossen und in einer Hämatokrit- Zentrifuge bei 5000 g für drei Minuten zentrifugiert. Die Auswertung erfolgte mit einer Ableseschablone.

Der Hämoglobingehalt des mit Kalium- EDTA ungerinnbar gemachten Blutes wurde mit der Cyanhämoglobin- Methode bestimmt. Durch Zusatz von Kaliumhexacyanoferrat und Kaliumcyanid wird Hämoglobin in Cyanohämoglobin umgewandelt und der gebildete Farbstoff mit Hilfe eines Spektralphotometers gemessen. Für die Versuchsdurchführung wurden 20 µl EDTA- Blut in 5 ml Reaktionslösung (Hämoglobin®, Böhringer, Mannheim) gegeben, geschüttelt und für drei Minuten bei 20 bis 25 °C inkubiert. Von der Lösung wurden 2 ml in Einmal Makroküvetten aus PMMA überführt und die Extinktion (E) in einem Spektralphotometer bei einer Wellenlänge von 546 nm bestimmt.

Die Hämoglobinkonzentration (C) im Blut wurde mit folgender Formel berechnet:

$C = 36,77 \times E \text{ [g/dl]}$. Der Umrechnungsfaktor für die SI- Einheit beträgt 0,6207 mmol/l.

3.4.4 Calcium und Phosphor

Die Bestimmung des Calcium- und Phosphorgehaltes erfolgte aus den Serumproben mit Hilfe eines automatischen Analysegerätes (Kone Delta, Thermo Clinical Labsystems Oy, Vantaa, Finnland) und den dazugehörigen Analyse-Reagenzien.

Für die Messung wurden 100 µl des zu untersuchenden Serums, sowie 50 µl Kalibrator (lyophilisiertes Rinderserum, Thermo Clinical Labsystems) und 50 µl einer Kontrollprobe (humanes Serum, Thermo Clinical Labsystems) in entsprechende Reagenzgefäße pipettiert. Diese wurden in das Gerät eingesetzt. Die Messung erfolgte automatisch. Über eine Komplexbildung des Calciums mit Arsenazo III bei neutralem pH wird der Calciumwert photometrisch bei einer Wellenlänge von 660 nm bestimmt. Phosphor bildet einen Komplex mit Ammoniummolybdat im sauren pH- Bereich und wird photometrisch bei 340 nm bestimmt.

3.5 Körpermengen

Alle sechs Wochen im Rahmen der Blutabnahmen wurde bei 20 Tieren pro Gruppe mit Hilfe einer Hängewaage das Körpermengen ermittelt und ein Durchschnittsgewicht pro Gruppe berechnet.

3.6 Bonitierung

Die Beurteilung des Gefieders und der Haut im Rahmen einer Bonitierung fand alle sechs Wochen an 20 zufällig ausgewählten Tieren pro Gruppe statt. Es wurden sowohl der Gefiederzustand als auch Verletzungen erfasst. Die Bonitierung erfolgte nach einem festen Schema, bei dem die Tiere in Noten 1- 4 eingestuft wurden.

Tabelle 4: Bewertungsschema zur Beurteilung des Gefieders bei Legehennen

| Note | Gefiederzustand |
|------|--|
| 1 | Gefieder intakt, Haut vollständig mit Federn bedeckt |
| 2 | Gefieder zerstoßen, einzelne Federkiele gebrochen, einige Federn fehlend, geringgradig gerupft, $< 40 \text{ cm}^2$ kahle Hautstellen bis 33 % der Haut ohne Federn |
| 3 | Zahlreiche Federkiele gebrochen, viele Federn fehlend, mittelgradig gerupft, $< 155 \text{ cm}^2$ kahle Hautstellen, 34- 66 % der Haut ist ohne Federn |
| 4 | sehr schlechtes Gefieder, nur noch wenige Federn vorhanden, rote Hautareale, hochgradig gerupft, $> 155 \text{ cm}^2$ kahle Hautstellen, 67- 100 % der Haut ohne Federn |

3.7 Erkrankungen und Verluste

Erkrankungen und Verluste wurden über die gesamte Legeperiode hinweg vom Betriebsleiter auf dem täglichen Kontrollgang erfasst und festgehalten. Verendete Tiere (soweit kein Raubvogelangriff) wurden zur Sektion in die Geflügelklinik der LMU in Oberschleißheim gegeben oder vom Tiergesundheitsdienst Bayern zur Untersuchung mitgenommen.

3.8 Kotuntersuchung auf Parasiten

In vierteljährlichen Abständen wurde eine Sammelkotprobe der zwei Gruppen gezogen. Diese wurden dann an die Geflügelklinik der LMU in Oberschleißheim zur parasitologischen Untersuchung gesendet. Dort wurden die Kotproben im Flotationsverfahren auf Endoparasiten untersucht. Als Anreicherungsmedium wurde gesättigte Kochsalzlösung (37,5 g NaCl auf 100 ml Wasser) verwendet.

3.9 Sektion

Am Ende der Legeperiode wurden je Gruppe 20 zufällig ausgewählte Tiere getötet und makropathologisch untersucht. Erst erfolgte bei jedem Huhn die Freilegung und Auslösung beider Oberschenkel. Diese wurden in mit 0,9 %-iger Kochsalzlösung getränktem Zellstoff gewickelt um sie vor Austrocknung zu schützen.

Die Haut wurde abgezogen und die Brustbeinform beurteilt. Es folgte die Eröffnung der Körperhöhlen mit anschließender Begutachtung von Luft- und Bauchfellsäcken, Herz und Herzbeutel, Leber, Milz, Magen und Darm, Eierstöcken und Eileiter, Nieren, Speise- und Luftröhre. Bei makroskopisch sichtbaren Veränderungen (Verfärbungen, Auflagerungen, Flüssigkeitsansammlungen) wurden Tupferproben zur weiteren mikrobiologischen Untersuchung in die Geflügelklinik der LMU in Oberschleißheim gegeben.

3.10 Knochenbruchfestigkeit

Die Untersuchungen zur Knochenbruchfestigkeit wurden an den bei der Sektion entnommenen Oberschenkelknochen durchgeführt.

Die Bruchfestigkeitsbestimmung erfolgte mit Hilfe der Materialprüfmaschine Z005 (DO-FB 005 TS, Zwick/ Roell AG, Ulm). Bei dem Verfahren wurde der Knochen mit der konkaven Seite nach oben auf die zwei Auflagevorrichtungen des Biegetisches gelegt. Durch eine von oben herabfahrende Biegefinne wurde der Knochen mit zunehmender Kraft zentrisch belastet bis er vollständig brach. Die zum Brechen des Knochens benötigte maximale Kraft wurde in Newton (N) angegeben. Die Auswertung erfolgte mit der Prüfsoftware testXpert® V 11,0.

3.11 Schadgasmessungen

Der Ammoniakgehalt der Stallluft wurde am 24.02.2005 und am 20.07.2005 stichprobenartig mittels des mobilen Messgerätes Dräger MiniWarn® (Fa. Dräger, Lübeck) gemessen. Die Messungen erfolgten in beiden Stallhälften an mehreren Stellen auf Höhe der Sitzstangen und circa 30 cm über dem Boden.

3.12 Verhalten

3.12.1 Recording Regeln

Das Verhalten der Tiere wurde nach den Recording Regeln von MARTIN und BATESON (1986) durchgeführt. Dabei wurden Scan Sampling und Behaviour Sampling angewendet

Beim **Scan Sampling** wird in bestimmten Intervallen eine Zählung einer Tiergruppe durchgeführt und definierte Verhaltensweisen jedes Individuums erfasst.

Beim **Behaviour Sampling** wird eine Tiergruppe beobachtet und jedes Auftreten definierter Verhaltensweisen vermerkt.

3.12.2 Verhaltensbeobachtungen

Das Verhalten der Tiere und die Nutzung von Kaltscharraum und Auslauf wurden direkt beobachtet. Die Verhaltensbeobachtungen begannen ab Mitte September mit Erreichen der Legereife im Rahmen einer Voruntersuchung und wurden alle zwei Wochen durchgeführt. Dazu wurde jede Auslaufhälfte zur besseren Übersicht in zwei Abschnitte (stallnah und stallfern) eingeteilt. Der **Auslauf der Versuchsgruppe** war mit acht Flachdächern strukturiert.

Die Beobachtungen wurden im Wechsel jeweils auf der Versuchs- oder auf der Kontrollseite begonnen. Beobachtet wurde beginnend am späten Vormittag nach der Haupteiallagezeit in einem Zeitraum von etwa 11- 17 Uhr incl. Pausen.

Die Voruntersuchung fand an vier Terminen statt. Hierbei wurde der Kaltscharraum jeder Stallhälfte je eine Stunde beobachtet und die Tiere alle 10 Minuten gezählt (Scan Sampling). Dann wurden erst die beiden stallnahen Abschnitte der Versuchs- und Kontrollseite je eine Stunde beobachtet und die Tierzahl alle 10 Minuten erfasst (Scan Sampling). Das gleiche Beobachtungsschema wurde anschließend bei den beiden stallfernen Abschnitten verwendet. Erfasst wurden im Beobachtungszeitraum Picken und Scharren, Ruhen und Liegen, Gefiederpflege, Sand- und Sonnenbaden, Federpicken, Aggression und Laufen (behaviour sampling). Ferner wurde die Elementnutzung notiert.

Bei der oben beschriebenen Versuchsdurchführung (Voruntersuchung) fielen einige Fehlerquellen für eine statistisch korrekte Verhaltensbeobachtung auf, so dass das Beobachtungsschema umgestellt werden musste.

Zum einen war die Beobachtungszeit von einer Stunde pro Abschnitt zu lang, um einen korrekten Vergleich beider Stallseiten zuzulassen (z. B. Wetteränderungen während der Beobachtung), zum anderen war die Weideaufteilung in zwei Abschnitte für die Direktbeobachtung zu unübersichtlich. Ferner mussten die Abstände der Tierzählungen reduziert werden, da im Auslauf Raubvögel, Fluglärm und andere Geräusche häufig schnelle Fluchtreaktionen in den Kaltscharraum zur Folge hatten und somit bei längeren Zählabständen der statistische Fehler größer wurde.

Zusätzlich wurden zu viele Verhaltensweisen im Beobachtungszeitraum erfasst. Ein behaviour sampling ist nur bei wenigen Verhaltensweisen zeitgleich möglich.

Die Erfahrungen aus den ersten Beobachtungen führten in der Hauptuntersuchung zu folgenden Änderungen:

Der Auslauf wurde auf beiden Seiten in je drei Bereiche eingeteilt:

- Übergang (ÜG)
- Auslauf- Stallnah (ASN) und
- Auslauf- Stallfern (ASF).

Der Übergangsbereich enthielt keine Strukturelemente, aber zeichnete sich durch einen mit Holzschnitzeln aufgefüllten und mit Holzbalken eingerahmten Bereich aus, der sich vor den Zugängen zum Kaltscharraum befand.

Im Auslauf der Versuchsgruppe standen im stallnahen Auslaufbereich die Flachdächer 1- 3, im stallfernen Auslaufbereich die Flachdächer 4- 8 (siehe Abbildung 6).

Die Kaltscharräume wurden an jedem Beobachtungstag einmal 30 Minuten beobachtet.

Alle anderen Bereiche wurden an jedem Beobachtungstag zweimal je 15 Minuten beobachtet.

Die anwesende Tierzahl und deren Tätigkeiten (Sandbaden, Gefiederpflege und Elementnutzung) wurden alle 5 Minuten erfasst (scan sampling).

„Körperpicken“ und „Aggression“ wurden in den verbleibenden 3 Minuten nach dem Zählen kontinuierlich erfasst (behaviour sampling). (Definition der Verhaltensweisen siehe Tabelle 5)

Für jeden Beobachtungstag wurden dann die Durchschnittswerte berechnet.

Ein Beobachtungstag lief wie folgt ab:

- Kaltscharraum Versuchsgruppe,
- Kaltscharraum Kontrollgruppe,
- Übergang Versuchsgruppe,

- Auslauf Stallnah Versuchsgruppe
 - Auslauf Stallfern Versuchsgruppe
 - Übergang Kontrollgruppe
 - Auslauf Stallnah Kontrollgruppe
 - Auslauf Stallfern Kontrollgruppe

der zweite Durchgang begann dann wieder im Übergangsbereich der Versuchsgruppe.

Der nächste Beobachtungstag erfolgte in gleicher Abfolge mit dem Unterschied, dass nun mit der Kontrollgruppe begonnen wurde.

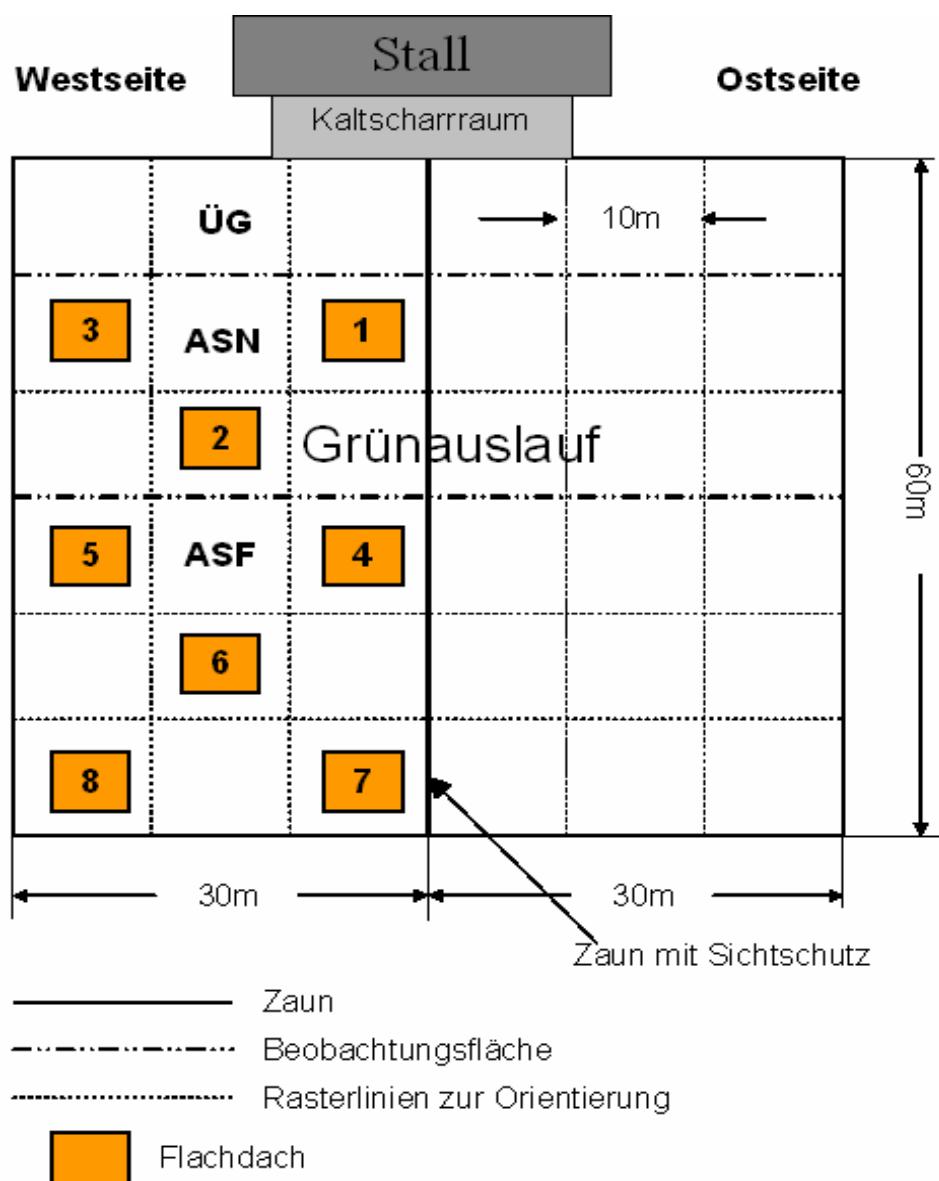


Abbildung 6: Neue Aufteilung des Grünauflaufes

(Versuchsgruppe auf der Westseite mit Flachdächern)

Tabelle 5: Definitionen der untersuchten Verhaltensweisen

| Verhaltensweise | Funktionskreis | Definition |
|------------------------|-------------------------------|--|
| Gefiederpflege | Komforverhalten | Säubern des Gefieders mit Hilfe von Schnabel oder Kralle |
| Sandbaden | Komforverhalten | Liegen, umliegendes Material mit Füßen und Flügeln auf sich schaufeln, Kopf im Sand reiben, schütteln |
| Körperpicken | Sozialverhalten (unerwünscht) | jede Form des Pickens nach anderen Hühnern, Federpicken, einschließlich Federziehen |
| Aggression | Sozialverhalten (unerwünscht) | Verfolgen und Hacken nach Artgenossen, direkte Konfrontation zweier sich gegenüberstehenden Tiere, aneinander Hochspringen |

Bei der Nutzung der Elemente wurde erfasst, ob sich auf oder unter einem Element Tiere befanden. Bei den Tieren unter den Elementen, ob sie die Verhaltensweisen Sandbaden oder Gefiederpflege zeigten.

Zusätzlich wurden in die Auswertung Wetterdaten einer festen Wetterstation auf dem Versuchsgut mit einbezogen. Die Station zeichnet Wetterdaten wie Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschläge in 10 minütigen Abständen auf. Aus diesen Außenklimadaten wurde für jeden Beobachtungstag ein Durchschnittswert berechnet um einen Einfluss des Klimas auf die Auslaufnutzung ermitteln zu können.

Die Datenauswertung ergab, dass aus der Voruntersuchung einige Ergebnisse verwendet werden können (Gesamtauslaufnutzung, Kaltscharraumnutzung, Aggression und Körperpicken, Sandbaden und Gefiederpflege, sowie die Elementnutzung).

3.13 Datenauswertung

Bei der Ausstellung der Tiere am 29.07.2005 fand eine abschließende Zählung der Tiere jeder Seite statt. Bei der Auswertung der Daten (Tierzahl am Ein- und Ausstellungstag, Verluste auf jeder Seite im Laufe der Legeperiode, sowie ab einem bestimmten Zeitpunkt der Legeperiode stark voneinander abweichende Legeleistung, Eimasse und Futterverbrauch) musste angenommen werden, dass ein Wechsel von Tieren beider Seiten stattgefunden hatte. In Absprache mit den anderen Beteiligten des Verbundprojektes wurde ein Wechsel von 25 Tieren von der West- zur Ostseite in der Zeit von der 34. bis zur 37. Lebenswoche (Zeitpunkt der oben genannten Veränderungen) angenommen. Die Berechnung der Leistungsparameter und der Auslaufnutzung wurde unter dieser Voraussetzung vorgenommen. Ausnahmen sind Daten bei denen die genauen Ausgangszahlen bekannt waren (Eier- und Blutuntersuchung, sonstige Verhaltensparameter). 25 Hühner entsprechen 5,49 % von 455 Tieren der Versuchsseite. Dadurch wurden die einzelnen Parameter nur in geringem Maße beeinflusst.

3.14 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden unter Anwendung der Software Microsoft Excel® 2003 (Fa. Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) und danach mit der Software SigmaStat® 3.01 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) erfasst und deskriptiv ausgewertet.

Das Programm SigmaStat® 3.01 begann die statistische Analyse automatisch mit einem Test auf Normalverteilung (Kolmogorov- Smirnov`s Test mit Korrektur nach Lilliefors) und auf Gleichverteilung (Levene`s Median Test). Erfüllten die Daten beide Kriterien, wurden parametrische Tests angewandt: für den Vergleich zweier Gruppen der ungepaarte t- Test und zum Vergleich mehrerer Gruppen die einfaktorielle Varianzanalyse. Diese Werte werden als arithmetische Mittelwerte gemeinsam mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SEM) angegeben. Fiel der Test auf Normal- oder Gleichverteilung negativ aus, so erfolgte der Vergleich zweier Versuchsgruppen mit Hilfe des Mann- Whitney- Rangsummentests und der Vergleich mehrerer Gruppen durch die rangorientierte Varianzanalyse nach Kruskall- Wallis. Wahrscheinlichkeitswerte (p) kleiner als 0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Die Ergebnisabbildungen wurden mit der Software SigmaPlot® 9.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) erstellt. Zur graphischen Veranschaulichung nicht normal verteilter Daten wurden Boxplots (25/ 75 % Quartil und 5/ 95 % Perzentil) verwendet.

Statistisch signifikante Unterschiede wurden entsprechend gekennzeichnet. Die Zahl der verwendeten Proben pro Versuch (Stichprobenzahl) wurde als „n“ angegeben.

4 Ergebnisse

4.1 Leistung

4.1.1 Legeleistung

Die Legeleistung wurde ab der 23. Lebenswoche der Hühner mit Erreichen der Legereife berechnet. Die Legereife bezeichnet den Zeitpunkt, an dem an mindestens drei aufeinander folgenden Tagen die Legeleistung über 50 % liegt. Die Nutzungsdauer betrug 322 Tage.

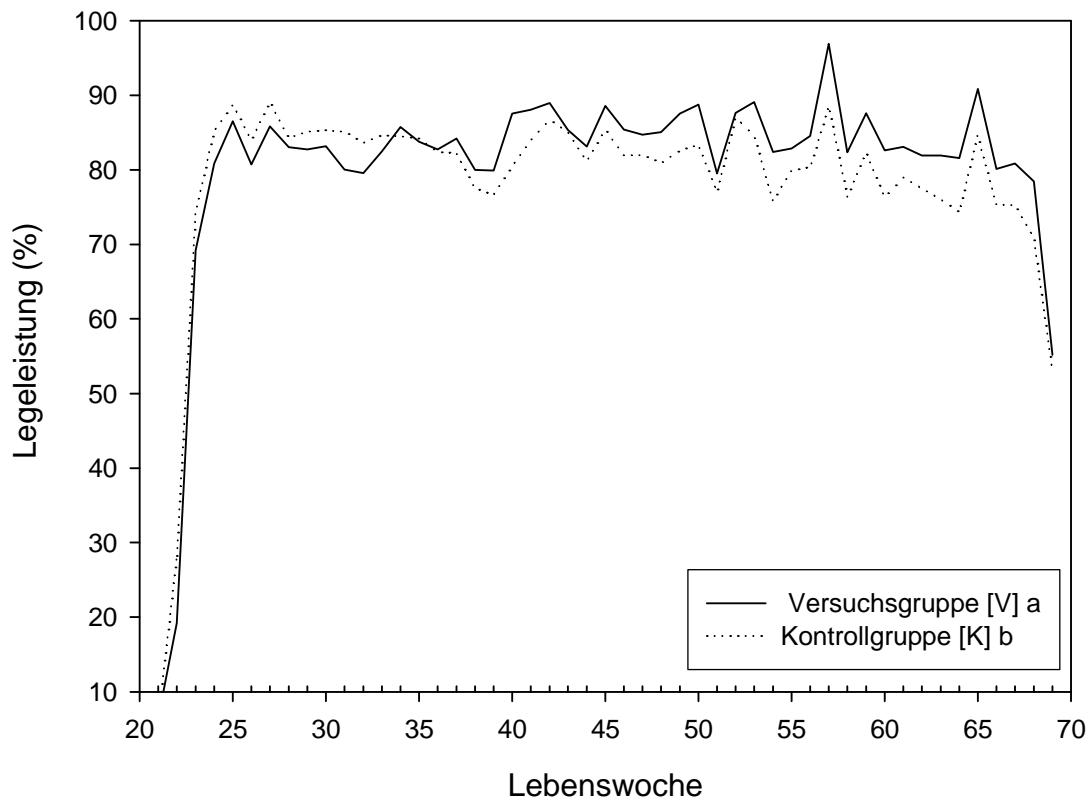


Abbildung 7: Legeleistung (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode (23. bis 69. Lebenswoche) in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Die Legeleistung errechnet sich aus der gelegten Eianzahl, der zu diesem Zeitpunkt anwesenden Hühnerzahl je Gruppe und ist im wöchentlichen Durchschnitt angegeben, R.S.- Test; a,b, unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, $p = 0,038$.)

Der Verlauf der Legeleistungen beider Gruppen verlief nahezu parallel. Die mittlere Gesamtlegeleistung der Versuchsgruppe betrug $83,25 \pm 0,86 \%$, die der Kontrollgruppe $80,94 \pm 0,88 \%$. Der Unterschied zwischen den Gruppen war signifikant ($p = 0,038$).

Die Spitzenwerte wurden in der 57. Lebenswoche erreicht und lagen in der Versuchsgruppe [V] bei 96,90 %, in der Kontrollgruppe [K] bei 88,51 %.

Die niedrigsten Legeleistungen wurden in der 23. Lebenswoche mit Erreichen der Legereife (V 69,23 %, K 74,19 %) und in der 68. Lebenswoche, eine Woche vor dem Ausstellungstermin (V 78,41 %, K 70,93 %), festgestellt (Abbildung 7).

4.1.2 Anteil verlegter Eier, Bruch-, Knick- und Schmutzeier

Der höhere Anteil an verlegten Eiern konnte in der Kontrollgruppe mit $7,58 \pm 0,65 \%$ festgestellt werden. Die Versuchsgruppe lag mit $6,41 \pm 0,69 \%$ tendenziell unter dem Wert der Kontrollgruppe. Der Unterschied war nicht signifikant ($p = 0,067$).

Für die Anteile an Bruch-, Knick- und Schmutzeiern ergaben sich zwischen den beiden Gruppen keine gesicherten Unterschiede (Tabelle 6).

Tabelle 6: Vergleich der prozentualen Anteile von verlegten Eiern, Bruch-, Knick- und Schmutzeiern an der Gesamtzahl der gelegten Eier (23. bis 69. Lebenswoche)
(R.S.- Test; n.s., in Klammern der Medianwert)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|------|
| Verlegte Eier | $6,41 \pm 0,69 \%$ (3,99 %) | $7,58 \pm 0,65 \%$ (5,91 %) | n.s. |
| Brucheier | $1,35 \pm 0,20 \%$ (0,57 %) | $1,54 \pm 0,25 \%$ (0,68 %) | n.s. |
| Knickeier | $2,15 \pm 0,23 \%$ (1,38 %) | $2,36 \pm 0,24 \%$ (1,57 %) | n.s. |
| Schmutzeier | $8,50 \pm 0,53 \%$ (7,20 %) | $9,37 \pm 0,48 \%$ (8,19 %) | n.s. |

Die Anzahl der verlegten Eier nahm in beiden Gruppen von der 30. bis zur 69. Lebenswoche kontinuierlich ab. Die Kurven beider Gruppen verlaufen nahezu parallel und fallen in der Versuchsgruppe von anfänglichen 16,55 % verlegter Eier auf 2,67 % und in der Kontrollgruppe von anfänglichen 12,78 % auf 2,92 % verlegte Eier ab. Ab der 27. Lebenswoche (Anfang Oktober) bleibt die Zahl der verlegten Eier auf der Versuchsseite tendenziell unter der Anzahl der Kontrollseite (Abbildung 8).

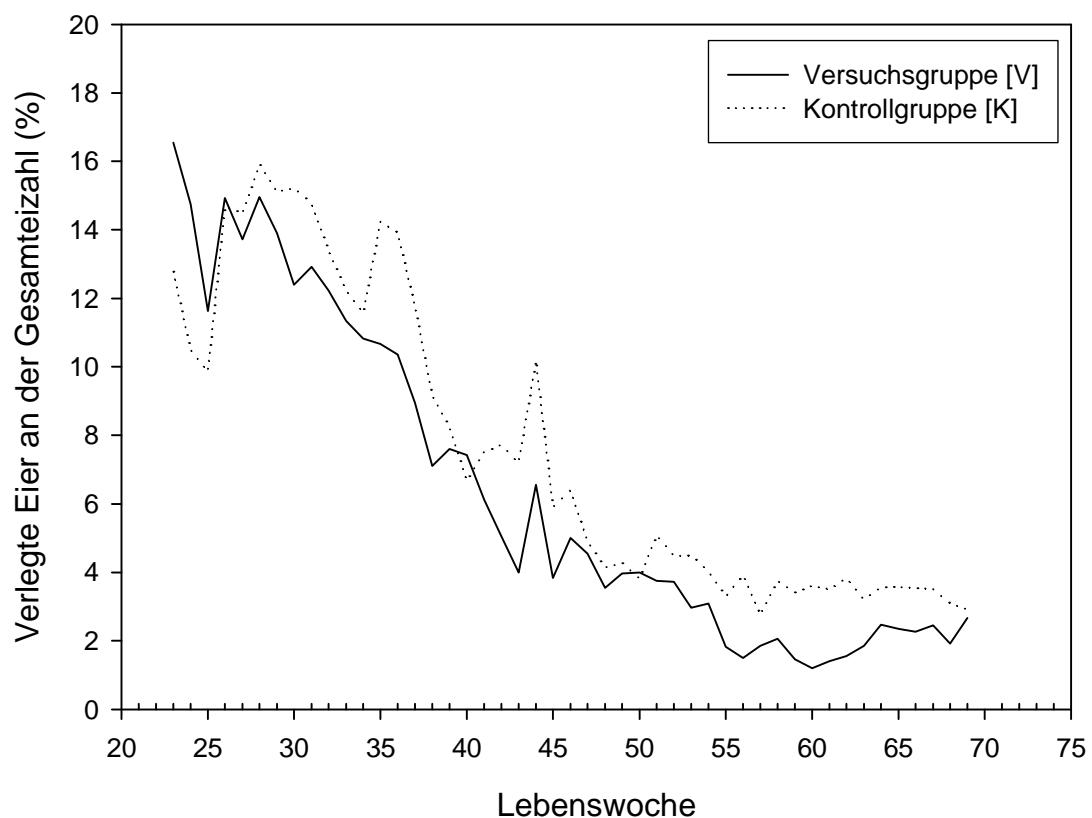


Abbildung 8: Anteil der verlegten Eier (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Die Zahl der wöchentlich verlegten Eier pro Gruppe wurde in ein %- Verhältnis zur jeweils wöchentlichen gelegten Eizahl gesetzt. R.S.- Test, n.s.)

Im Verlauf der Legeperiode stieg in beiden Gruppen der Anteil an Knick- und Brucheiern stark an. Auf der Versuchsseite waren es zu Beginn der Legeperiode 0,82 % und in der letzten Legewoche 6,01 % Knick- und Brucheier. Auf der Kontrollseite stieg der Anteil der Knick- und Brucheier im Verlauf der Legeperiode von 0,97 % auf 8,43 % an. Es ergaben sich Mittelwerte von $3,50 \pm 0,42$ % Knick- und Brucheier für die Versuchsgruppe und $3,90 \pm 0,47$ % für die Kontrollgruppe (Abbildung 9).

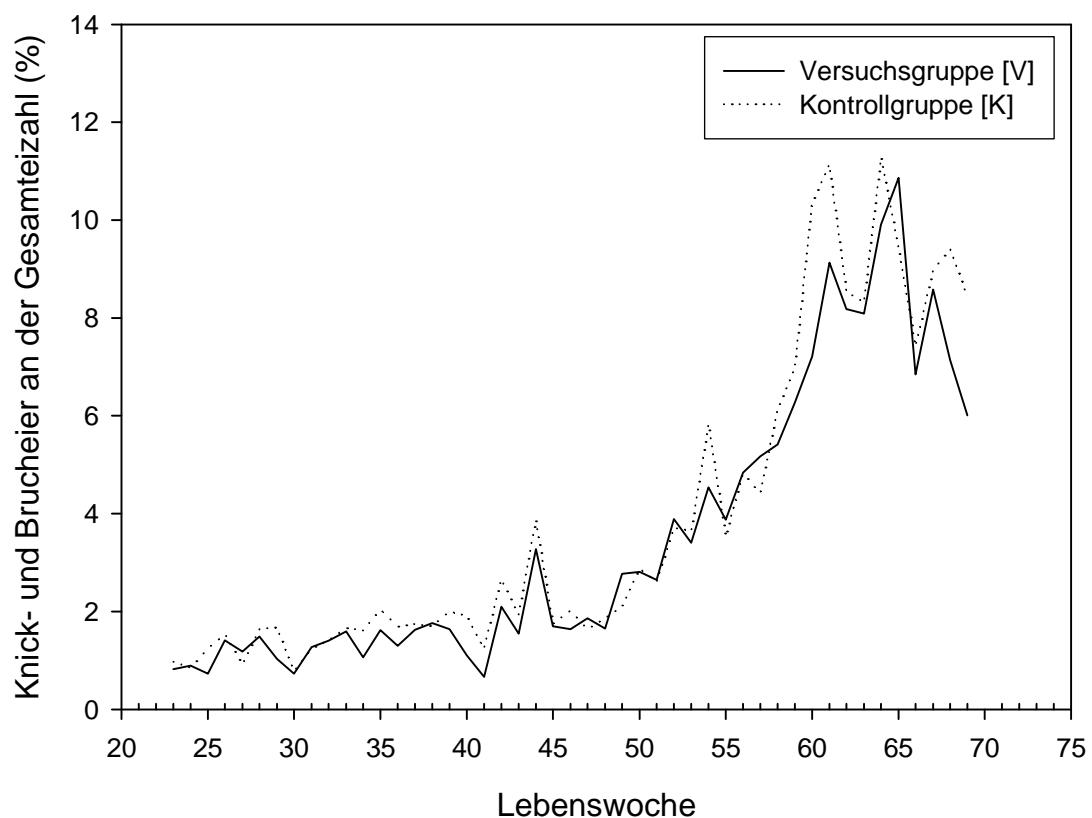


Abbildung 9: Anteil der gelegten Knick- und Brucheier (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Die Zahl der wöchentlich gelegten Knick- und Brucheier wurde für jede Gruppe addiert und in ein %- Verhältnis zur jeweils wöchentlich gelegten Eizahl gesetzt. R.S.- Test, n.s.)

4.2 Produktmerkmale

4.2.1 Eigewichtsklassen

Nur die vermarktungsfähigen Eier wurden nach Gewichtsklassen sortiert. Dazu wurden von der Gesamtzahl der gelegten Eier die Summe der Bruch-, Knick- und Schmutzeier subtrahiert. Von der Versuchsgruppe waren durchschnittlich 88,00 % der Eier vermarktungsfähig, von der Kontrollgruppe 87,00 %. Im Vergleich zwischen den prozentualen Verteilungen der vermarktungsfähigen Eier auf die vier Gewichtsklassen beider Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei beiden Gruppen wurden mehr als die Hälfte der Eier der Gruppe L zugeordnet (Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleich der prozentualen Verteilung in den vier Eigewichtsklassen

(Für die Berechnung wurde die wöchentlich gelegte Summe an vermarktungsfähigen Eiern und die entsprechende Sortierung in Gewichtsklassen herangezogen. R.S.- Test, n.s.)

| Gewichtsklasse | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe |
|-----------------------|----------------|----------------|
| S (< 53 g) | 4,34 % | 4,33 % |
| M (53- < 63 g) | 30,61 % | 30,59 % |
| L (63- < 73 g) | 54,07 % | 53,83 % |
| XL (≥ 73 g) | 10,98 % | 11,25 % |

4.2.2 Eigewichte der untersuchten Eier

Das durchschnittliche Eigewicht, der in zweiwöchigen Abständen untersuchten Eier, lag in der Versuchsgruppe bei $64,82 \pm 0,60$ g und in der Kontrollgruppe bei $64,19 \pm 0,69$ g. Es bestand kein signifikanter Unterschied. Im Verlauf der Legeperiode stiegen die durchschnittlichen Eigewichte in beiden Gruppen trotz mehrerer Schwankungen insgesamt stark an. Im Januar (40. und 42. LW) waren die Eigewichte beider Gruppen deutlich geringer. So lag das Durchschnittseigewicht der Versuchsgruppe Mitte Dezember (37. LW) noch bei 66,23 g und fiel im Januar auf 61,06 g ab stieg dann aber im weiteren Verlauf der Legeperiode stetig an.

Im Juni erzielten beide Gruppen die höchsten Eigewichte. Die Versuchsgruppe erreichte in diesem Monat ein durchschnittliches Eigewicht von 69,19 g (64. LW), die Kontrollgruppe 70,54 g (62. LW) (Abbildung 10).

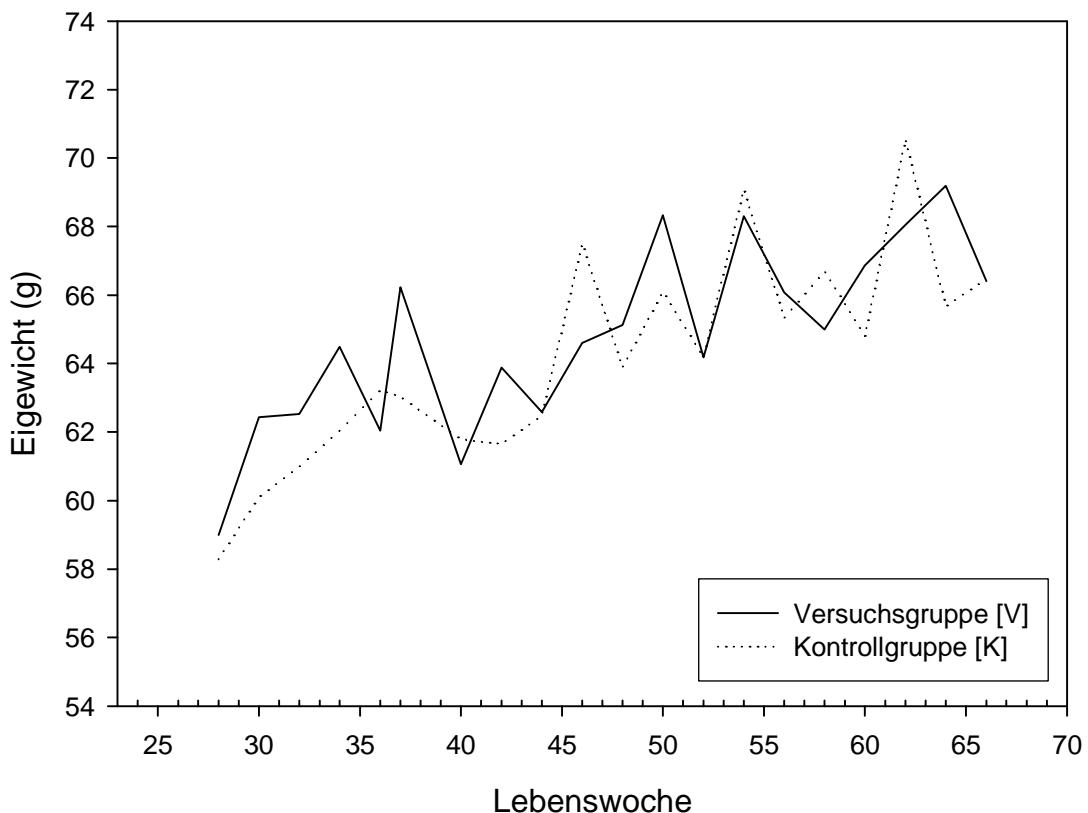


Abbildung 10: Durchschnittsgewichte (in g) der untersuchten Eier im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurden an jedem Untersuchungstag 20 Eier pro Gruppe gewogen und ein Durchschnittsgewicht ermittelt, R.S.- Test, n.s.)

4.2.3 Bruchfestigkeit der Eischalen

Die mittlere Bruchfestigkeit der Eischalen lag in der Versuchsgruppe bei $30,38 \pm 0,81$ N und in der Kontrollgruppe bei $30,56 \pm 0,88$ N. Der Unterschied war nicht signifikant.

Ende April (56. LW) und im Juni (62. LW) konnten bei beiden Gruppen Einbrüche des Kurvenverlaufs festgestellt werden (V: 23,60 N, K: 25,30 N) (Abbildung 11).

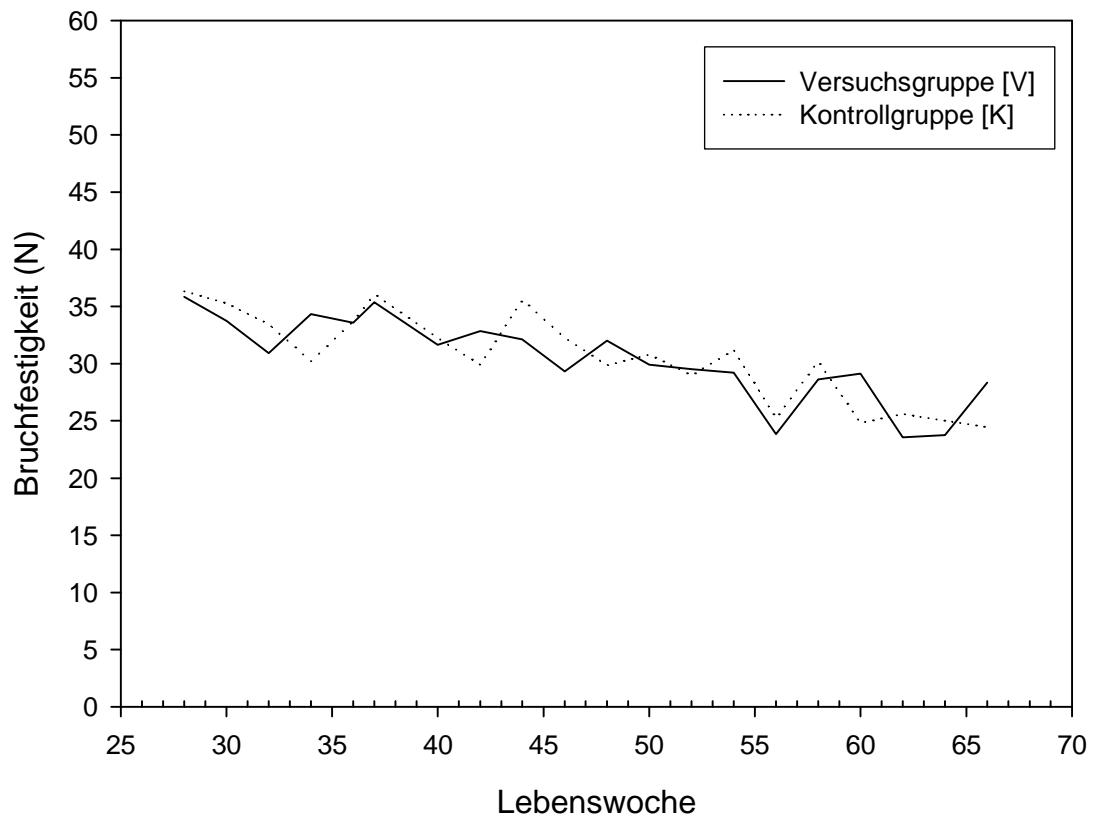


Abbildung 11: Durchschnittliche Bruchfestigkeit (in N) der Eischalen im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Auslaufstrukturierung

(Es wurde in zweiwöchigen Abständen die Bruchfestigkeit von je 20 Eiern pro Gruppe untersucht. R.S.- Test, n.s.)

4.2.4 Dicke der Eischalen

Die durchschnittliche Eischalendicke lag in der Versuchsgruppe bei 0,41 mm, in der Kontrollgruppe bei 0,40 mm. Zwischen den Ergebnissen beider Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied (Abbildung 12).

Im Juni (62. LW) ist im Kurvenverlauf ein Einbruch zu sehen. Die durchschnittliche Eischalendicke lag in diesem Zeitraum in beiden Gruppen bei 0,37 mm. In diesem Zeitraum war auch die Bruchfestigkeit der Eischalen beider Gruppen niedriger (siehe Abbildung 11).

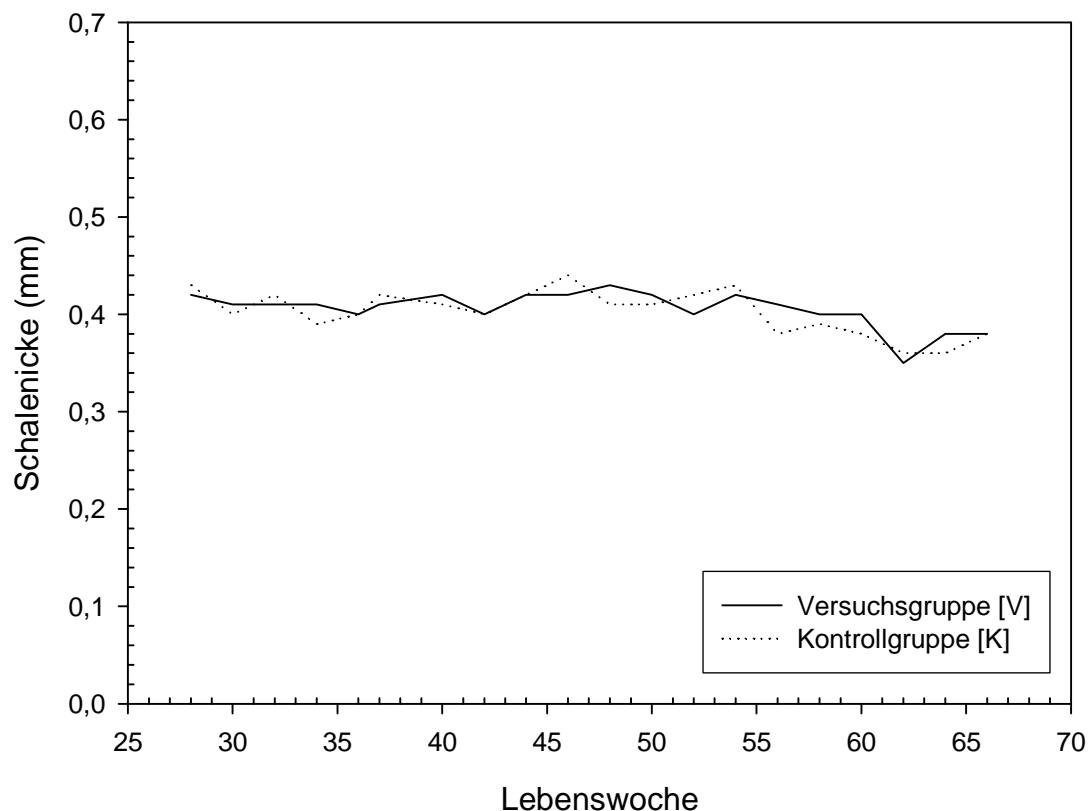


Abbildung 12: Durchschnittliche Dicke (in mm) der Eischalen im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurde in zweiwöchigen Abständen die Eischalendicke von je 20 Eiern pro Gruppe gemessen. R.S.- Test, n.s.)

4.3 Futterverbrauch

Der Futterverbrauch konnte aufgrund des angenommenen Tierwechsels nicht nur auf den Anfangsbestand berechnet werden. Stattdessen wurde bis zur 34. Lebenswoche der Anfangsbestand als Berechnungsgrundlage herangezogen, dann der Wechsel kontinuierlich von der 34.- 37. Lebenswoche berechnet und nach der 37. Lebenswoche mit dem angenommenen Endbestand weitergerechnet. Weiterhin wurde für eine statistische Auswertung der tägliche Verbrauch in Gramm pro Henne herangezogen.

Der durchschnittliche Futterverbrauch pro/ Henne/ Tag lag in der Versuchsgruppe bei $128,92 \pm 1,54$ g, in der Kontrollgruppe bei $125,15 \pm 1,66$ g. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nicht nachgewiesen werden (Abbildung 13).

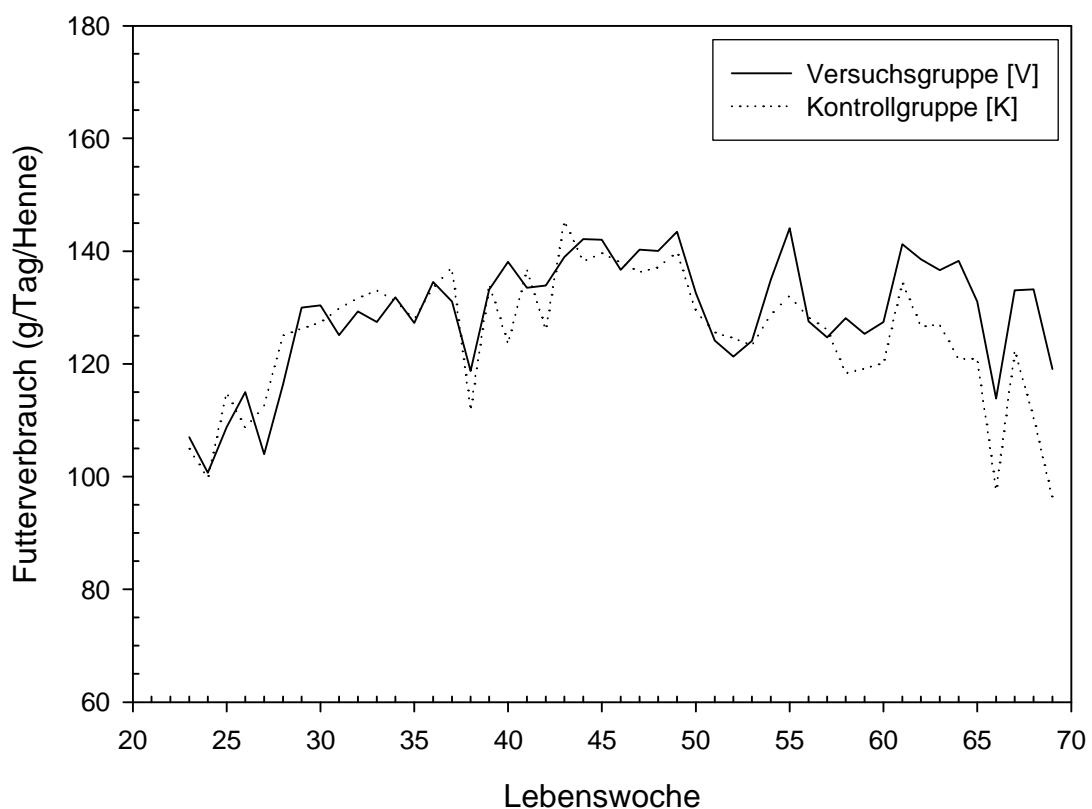


Abbildung 13: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tag/Henne) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung (t-Test, n.s.)

4.4 Immunologische Parameter

Der durchschnittliche IgY- Gehalt des **Eidotter** lag in der Versuchsgruppe bei $22,10 \pm 0,73$ mg/ml, in der Kontrollgruppe bei $22,69 \pm 0,87$ mg/ml. Ein signifikanter Unterschied bestand nicht (Abbildung 14).

Mit einer durchschnittlichen IgY- Konzentration im **Serum** von $12,23 \pm 0,59$ mg/ml in der Versuchsgruppe und von $12,27 \pm 0,53$ mg/ml in der Kontrollgruppe konnte zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abbildung 14).

Die Immunisierungen gegen IB/ ND fanden am 16.12.2004, am 15.03.2005, am 08.04.2005 (nur IB) und am 04.06.2005 statt.

Die IgY- Konzentration im Eidotter war in der gesamten Legeperiode höher als die IgY- Konzentration im Serum. Die Kurven der Versuchsgruppe verlaufen in der Zeit von Mitte November bis Ende Februar (33. – 47. LW) sehr ähnlich, ab März steigt die Dotter- Kurve leicht an, wohingegen die Serum- Kurve leicht abfällt. Die Kurven der Kontrollgruppe weisen bis auf eine geringgradige Abweichung im Juni (61. LW) ähnliche Verläufe auf (Abbildung 14).

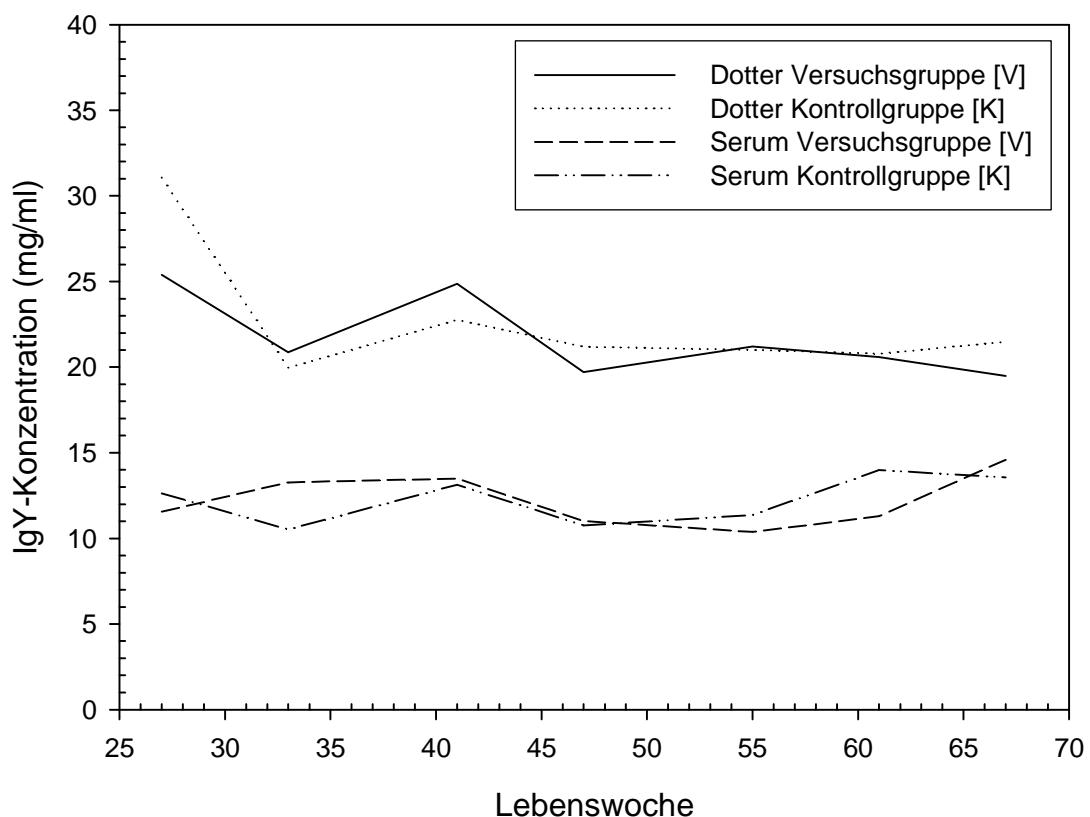


Abbildung 14: Vergleich der durchschnittlichen IgY- Konzentration im Eidotter und im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurde in sechswöchigen Abständen die IgY- Konzentration von 20 Blutproben pro Gruppe bestimmt. Die IgY- Konzentration im Eidotter wurde in zweiwöchigen Abständen bestimmt und für diese Grafik ein monatlicher Durchschnittswert berechnet.)

4.5 Physiologische Blutparameter

4.5.1 Hämatokrit

Der durchschnittliche Hämatokrit lag bei der Versuchsgruppe bei $21,86 \pm 0,51 \%$, bei der Kontrollgruppe bei $22,86 \pm 0,26 \%$. Die Werte schwankten im Verlauf der Legeperiode in der Versuchsgruppe zwischen 20,00 und 24,00 %, in der Kontrollgruppe zwischen 22,00 und 24,00 % (Abbildung 15).

Zwischen den Werten beider Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied.

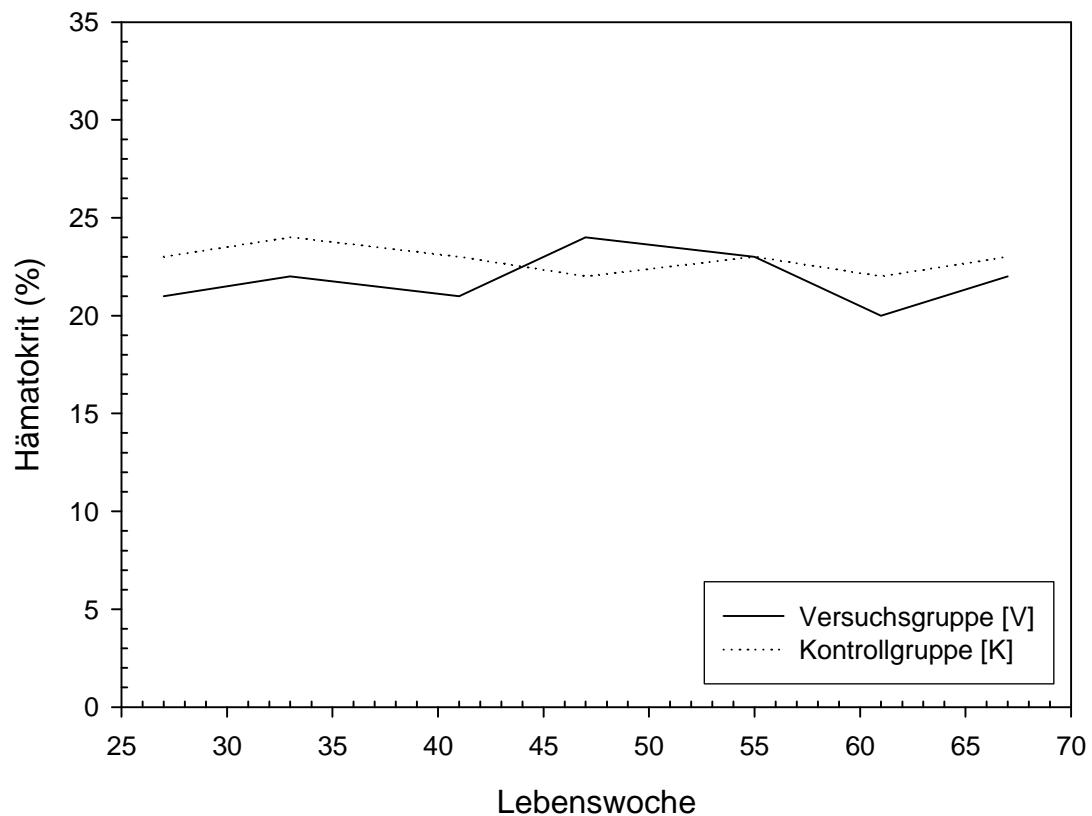


Abbildung 15: Durchschnittlicher Hämatokrit (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurde in sechswöchigen Abständen der Hämatokrit von je 20 Blutproben pro Gruppe untersucht. R.S.- Test, n.s.)

4.5.2 Hämoglobin

Der durchschnittliche Hämoglobinwert lag in der Versuchsgruppe bei $10,11 \pm 0,55$ g/dl, in der Kontrollgruppe bei $10,20 \pm 0,37$ g/dl. Im Verlauf der Legeperiode lagen die Hämoglobinwerte der Versuchsgruppe zwischen 7,54 und 12,44 g/dl, die der Kontrollgruppe zwischen 9,07 und 11,45 g/dl. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Gruppen bestand nicht. Die Kurven beider Gruppen verliefen annähernd gleich. Ab Ende April (55. LW) fielen die Werte beider Gruppen ab (Abbildung 16).

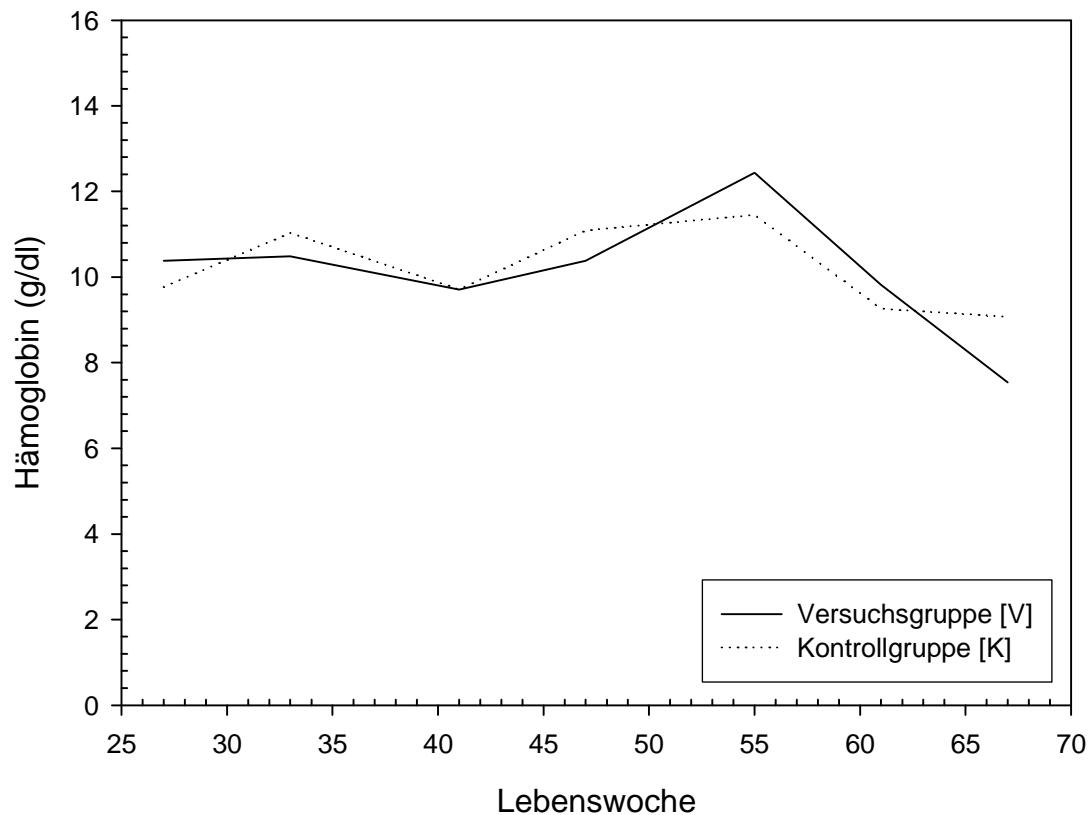


Abbildung 16: Durchschnittlicher Hämoglobinwert (in g/dl) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurde in sechswöchigen Abständen der Hämoglobinwert von je 20 Blutproben je Gruppe gemessen. R.S.- Test, n.s.)

4.5.3 Calcium

In der Versuchsgruppe lag die durchschnittliche Calciumkonzentration im Serum bei $23,97 \pm 0,54$ mg/dl (Median: 24,86 mg/dl), in der Kontrollgruppe bei $22,90 \pm 0,64$ mg/dl (Median: 23,28 mg/dl). In der Versuchsgruppe lagen die Werte im Verlauf der Legeperiode zwischen 21,81 und 25,37 mg/dl, in der Kontrollgruppe zwischen 20,27 und 24,97 mg/dl. Zwischen den Ergebnissen beider Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die niedrigsten Werte wurden im Januar (41. LW) bestimmt, die Kurven beider Gruppen steigen nach diesem Abfall bis zum Ende der Legeperiode tendenziell an (Abbildung 17).

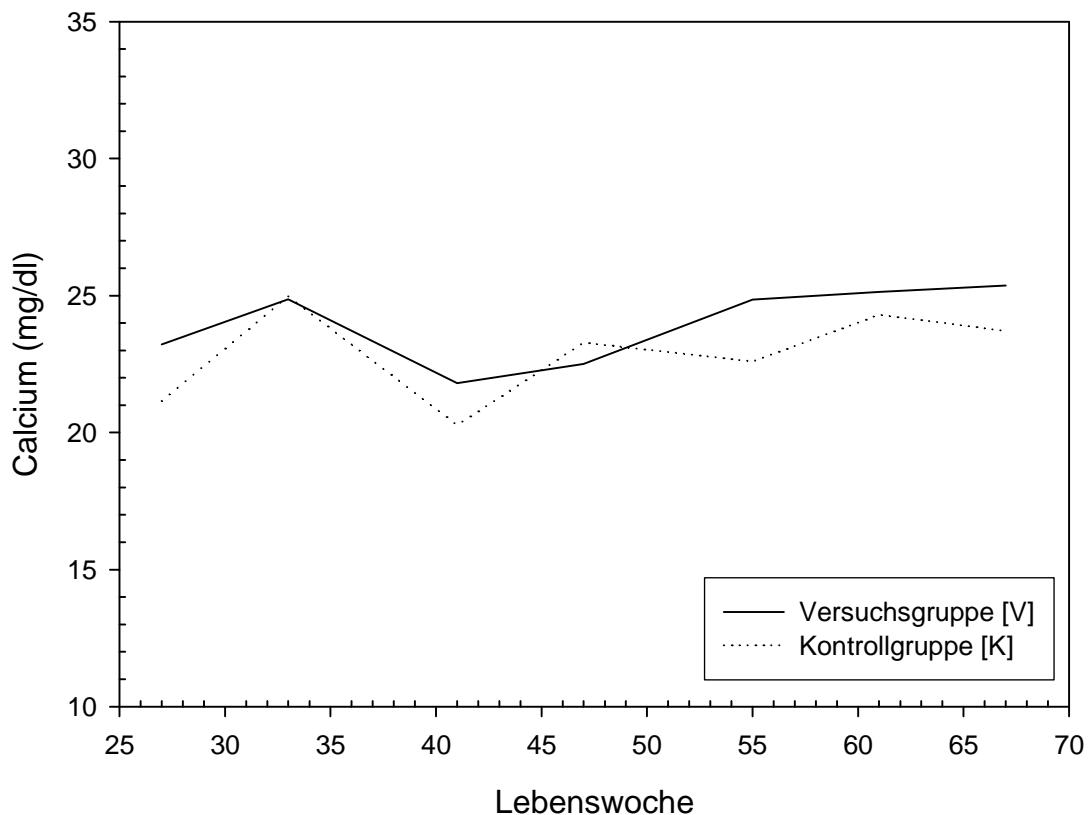


Abbildung 17: Durchschnittliche Calciumkonzentration (in mg/dl) im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurde in sechswöchigen Abständen die Calciumkonzentration von je 20 Blutproben pro Gruppe bestimmt. R.S.- Test, n.s.)

4.5.4 Phosphor

Die durchschnittliche Phosphorkonzentration im Serum betrug in der Versuchsgruppe $6,53 \pm 0,19$ mg/dl (Median: 6,40 mg/dl), in der Kontrollgruppe $5,90 \pm 0,17$ mg/dl (5,83 mg/dl). Im Verlauf der Legeperiode lagen die Werte in der Versuchsgruppe zwischen 5,83 und 7,1 mg/dl, in der Kontrollgruppe zwischen 5,24 und 6,51 mg/dl. Zwischen den Ergebnissen beider Gruppen bestand insgesamt ein signifikanter Unterschied ($p = 0,026$) (Abbildung 18).

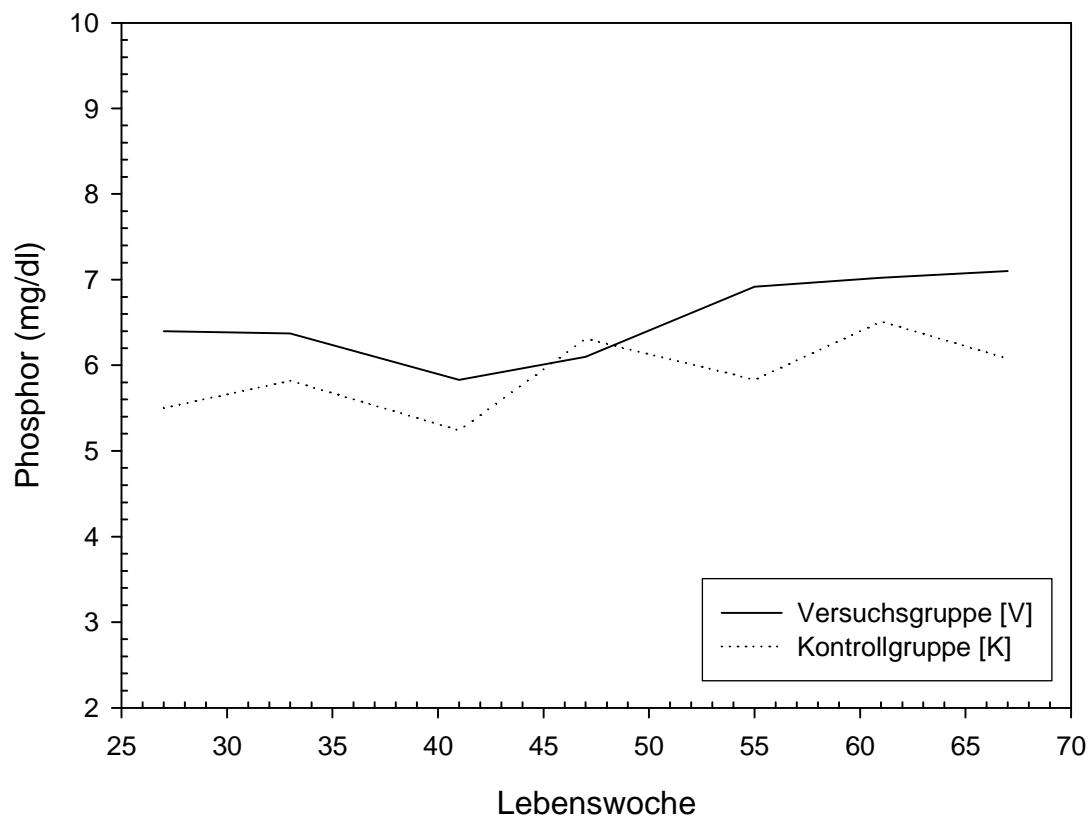


Abbildung 18: Durchschnittliche Phosphorkonzentration (in mg/dl) im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung
(Es wurde in sechswöchigen Abständen die Phosphorkonzentration von je 20 Blutproben pro Gruppe bestimmt. R.S.- Test; a, b; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, $p = 0,026$)

Das **Calcium- Phosphor- Verhältnis** betrug in der Versuchsgruppe durchschnittlich 3,7:1, in der Kontrollgruppe 3,9:1. Die Kurven von Calcium und Phosphor beider Gruppen verlaufen ähnlich.

4.6 Bonitierung

4.6.1 Beurteilung des Gefieders

Der Befiederungszustand beider Gruppen verschlechterte sich im Verlauf der Legeperiode kontinuierlich. Beide Gruppen erhielten bei der Einstellung die Durchschnittsnote 1. Am Ende der Legeperiode wurde die Versuchsgruppe mit der Durchschnittsnote 2,65 und die Kontrollgruppe mit 2,75 benotet. Im Verlauf der Legeperiode musste in keiner Gruppe die Befiederungsnote 4 vergeben werden (insgesamt 20 zufällig ausgewählte Tiere pro Untersuchungstag/ Gruppe). Ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen bezüglich der Befiederung konnte nicht festgestellt werden (Abbildung 19).

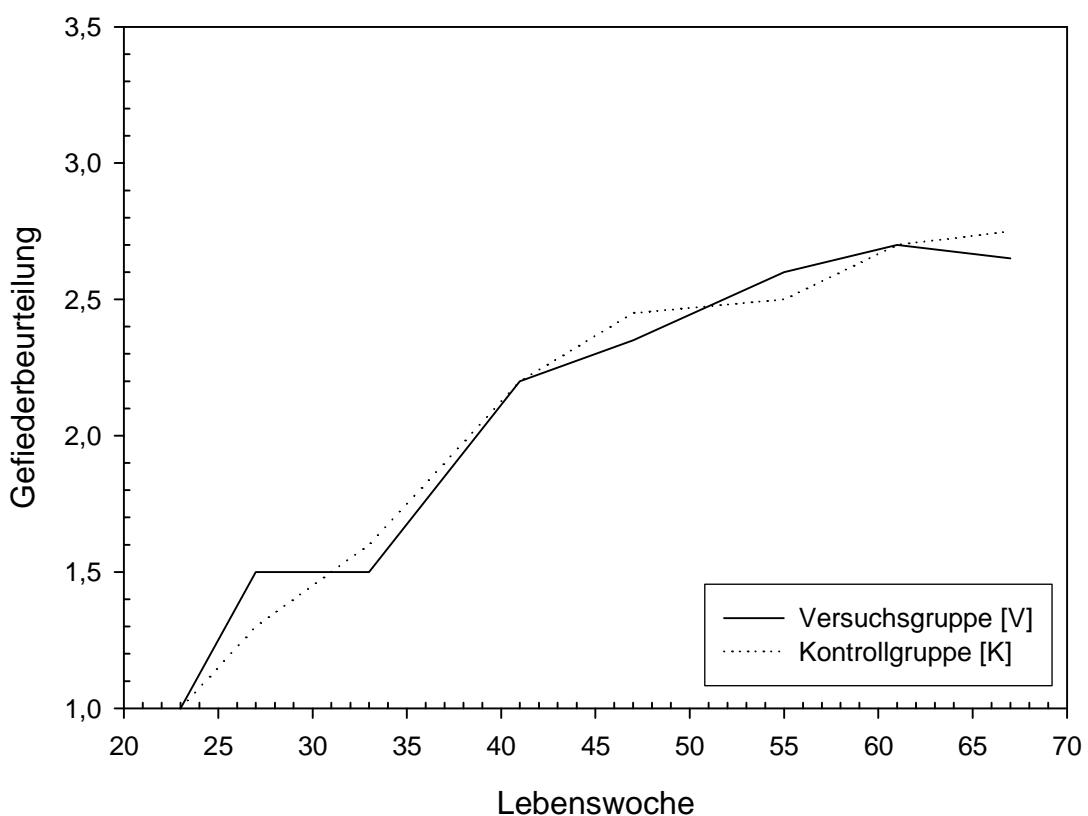


Abbildung 19: Durchschnittsnoten für die Gefiederbeurteilung im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Beurteilt wurde in sechswöchigen Abständen das Gefieder von je 20 Tieren pro Gruppe nach dem Schema Tabelle 4: Bewertungsschema zur Beurteilung des Gefieders bei Legehennen, R.S.- Test, n.s.)

4.6.2 Beurteilung von Verletzungen

Die Untersuchung auf Verletzungen erfolgte zeitgleich mit der Bonitierung in sechswöchigen Abständen an je 20 Tieren pro Gruppe.

Insgesamt wurden auf der Versuchsseite 12 Verletzungen an der Kloake und im Rückenbereich gefunden, auf der Kontrollseite waren es insgesamt 13 Verletzungen. Diese traten ungefähr ab Mitte der Legeperiode auf. Betroffen waren meist die oberen Hautschichten mit Ausdehnungen von bis zu 2 x 3 cm.

4.7 Körpergewicht

Das durchschnittliche Körpergewicht der Versuchsgruppe lag bei 2,09 kg, das der Kontrollgruppe bei 2,04 kg. Es traten im Verlauf der Legeperiode keine größeren Gewichtsschwankungen auf. Zwischen den beiden Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied (t- Test, n.s.).

4.8 Erkrankungen und Verluste

Eine relevante Bestandserkrankung konnte nur auf der Seite der Kontrollgruppe festgestellt werden. Hier traten schon Ende März/ Anfang April vermehrte Ausfälle auf. Im Mai schließlich erhöhte sich die Zahl der täglichen Ausfälle. Das klinische Bild entsprach einer E. coli- Infektion. Daraufhin wurde der gesamte Bestand vom 18.05.- 21.05.2005 (59. LW) antibiotisch (Colistin) behandelt.

Im Verlauf der Legeperiode wurden immer wieder tote Tiere aufgefunden. Verluste durch Raubvogelangriffe konnten teilweise nur durch Reste von Kadavern oder massiven Federansammlungen vermutet werden. Zudem wurden tote Tiere von den anderen Tieren angepickt und teilweise ausgeweidet, so dass keine pathologischen Untersuchungen möglich waren.

Die Verluste wurden bis einschließlich der 34. Lebenswoche auf den Anfangsbestand von 455 Tieren pro Seite bezogen. Ab der 35. Lebenswoche wurden dann auf der Seite der Versuchsgruppe 430 Tiere und bei der Kontrollgruppe 480 Tiere zur Berechnung herangezogen. Bis zur 35. Lebenswoche lagen die Ausfälle in beiden Gruppen bei 2,20 % der

Tiere. Von der 35.- 69. Lebenswoche war in der Versuchsgruppe ein Ausfall von 5,12 % der Tiere zu verzeichnen, in der Kontrollgruppe ein Ausfall von 10,83 % der Tiere (Tabelle 8).

Tabelle 8: Versuch eines Vergleichs der Verlustraten im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

| Lebenswoche | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe |
|-------------|----------------|----------------|
| < 35. LW | 2,20 % | 2,20 % |
| ≥ 35. LW | 5,12 % | 10,83 % |
| Gesamt | 7,32 % | 13,03 % |

Die Ursachen für die Ausfälle konnten nicht immer festgestellt werden (z.B. Raubvogelfraß). Die pathologischen Untersuchungen wurden in der Geflügelklinik der LMU München und vom TGD Bayern e.V. durchgeführt. Die Untersuchungen ergaben, dass ein Tier an Legenot und ein weiteres an einer Salpingitis und Leberverfettung verendet waren. Die meisten Tiere starben an einer systemischen E. coli Infektion (sieben Tiere gesichert durch bakteriologischen Nachweis). Je drei Tiere pro Gruppe starben gesichert durch einen Habichtangriff.

4.9 Kotuntersuchung

Im Verlauf der Legeperiode wurden insgesamt zehn Sammelkotproben (fünf Proben pro Gruppe) auf Endoparasiten untersucht. Nur die Sammelkotproben der Kontrollgruppe wiesen in drei von fünf Proben einen geringgradigen Kokzidienbefall auf. In den Proben beider Gruppen konnten keine Wurmeier nachgewiesen werden.

4.10 Sektion

4.10.1 Pathologische Untersuchungen

Bei der pathologischen Untersuchung wurden vor allem gering- bis mittelgradige Brustbeinverkrümmungen und Fettlebern gefunden. Es wurden pro Gruppe 20 Tiere zufällig ausgewählt.

In der **Versuchsgruppe** wiesen 10 Tiere (50 %) eine Brustbeinverkrümmung und 19 Tiere (95 %) eine Leberverfettung auf. Bei einem Tier wurden Tupferproben vom Leber- und Herzbeutelaflagerungen genommen. Ein weiteres Tier hatte ein inaktives Ovar.

In der **Kontrollgruppe** wiesen 9 Tiere (45 %) eine Brustbeinverkrümmung und alle Tiere (100 %) eine Fettleber auf. Ein Tier wies Kokzidienläsionen am Darm auf, von einem weiteren Tier wurde eine Tupferprobe vom Herzbeutel genommen. Ein Tier fiel wegen seiner brüchigen Milz auf.

4.10.2 Mikrobiologische Untersuchungen

Bei der mikrobiologischen Untersuchung der entnommenen Tupferproben wurden in der Geflügelklinik der LMU München folgende Keime nachgewiesen:

Versuchsgruppe:

Leber und Herzbeutel: keine Keime nachweisbar

Kontrollgruppe:

Herzbeutel: *E. coli* (+), *Streptococcus* sp.(+), *Aspergillus fumigatus* (+)

4.11 Knochenbruchfestigkeit

Die Mittelwerte der Knochenbruchfestigkeit lagen bei der Versuchsgruppe bei 261,41 N, bei der Kontrollgruppe bei 267,24 N. Ein signifikanter Unterschied konnte weder zwischen den beiden Gruppen, noch im Vergleich der linken und rechten Femura einer Gruppe festgestellt werden (Tabelle 9).

Tabelle 9: Ergebnisse der Knochenbruchfestigkeit in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(Es wurde am Ende der Legeperiode die Bruchfestigkeit der Femura von je 20 Tieren pro Gruppe gemessen. Für die Berechnung wurde aus den zwei Werten pro Tier ein Mittelwert bestimmt. n= 20, t- Test, n.s.; \pm SEM)

| Kraft (in N) | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe |
|--------------|--------------------|--------------------|
| Mittelwert | $261,41 \pm 12,45$ | $267,24 \pm 11,03$ |
| Median | 267,95 | 256,49 |
| Minimum | 180,15 | 178,86 |
| Maximum | 345,47 | 363,56 |

4.12 Schadgasmessungen

Es wurde ein Ammoniakgehalt von 3- 8 ppm gemessen. Auf der Seite der Versuchsgruppe lag der durchschnittliche Ammoniakgehalt bei $5,32 \pm 0,69$ ppm, auf der Seite der Kontrollgruppe bei $5,57 \pm 0,57$ ppm. Niedrigere Werte wurden in der Nähe der Öffnungen zum Kaltscharraum gemessen. Die höchsten Werte wurden in der Nähe des Kotbandes gemessen.

4.13 Auslaufnutzung

Im gesamten Auslauf befanden sich auf der Seite der Versuchsgruppe durchschnittlich $20,24 \pm 2,22\%$ der Hühner, auf der Seite der Kontrollgruppe durchschnittlich $15,76 \pm 1,96\%$ der Hühner.

Die maximale Gesamtauslaufnutzung lag bei einem Tagesdurchschnitt von 45,82 % der Tiere auf der Versuchsseite und bei 40,64 % der Tiere auf der Kontrollseite. Zwischen den beiden Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abbildung 20).

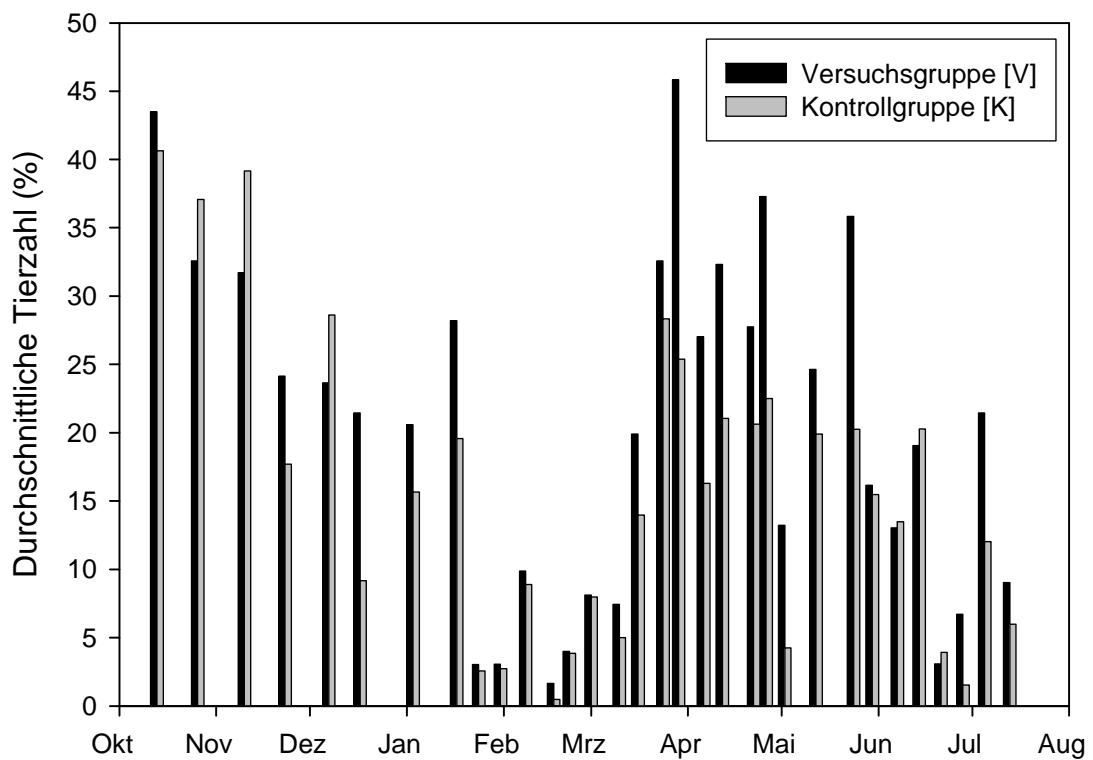


Abbildung 20: Durchschnittliche Auslaufnutzung in % im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung
(n= 32 Beobachtungstage, t- Test, n.s.)

Für die **Berechnung des Gesamtauslaufes** wurde für jeden Beobachtungstag die Summe der Durchschnittswerte der einzelnen Bereiche (Übergang, Stallnah und Stallfern) gebildet.

Der Kaltscharrraum wurde auf der Versuchsseite durchschnittlich von $14,91 \pm 0,63$ % der Hennen genutzt, auf der Kontrollseite von $13,20 \pm 0,48$ % der Hennen. Der Unterschied ist signifikant ($p= 0,034$; t- Test). Die maximale Nutzung lag bei einem Tagesdurchschnitt von 22,11 % der Hennen auf der Seite der Versuchsgruppe und bei 19,75 % der Hennen auf der Seite der Kontrollgruppe (Tabelle 10).

Im Vergleich zwischen der Nutzung der drei Beobachtungsbereiche im Auslauf, durch beide Gruppen, konnte ein signifikanter Unterschied in der Nutzung des stallfernen Bereichs durch die Versuchsgruppe festgestellt werden ($p= 0,048$; t- Test).

Tabelle 10: Durchschnittliche Tierzahlen in % (\pm SEM) in den verschiedenen Beobachtungsbereichen

(n= 32 Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------|
| Kaltscharrraum | $14,91 \pm 0,63$ | $13,20 \pm 0,48$ | 0,034 |
| Übergang | $8,87 \pm 0,86$ | $8,18 \pm 0,79$ | n.s. |
| Stallnah | $5,38 \pm 0,89$ | $3,67 \pm 0,67$ | n.s. |
| Stallfern | $4,69 \pm 0,77$ | $2,25 \pm 0,54$ | 0,048 |
| Gesamtauslauf | $20,24 \pm 2,22$ (Median 21,01) | $15,76 \pm 1,96$ (Median 15,57) | n.s. |

Bei der Nutzung der drei Auslaufbereiche innerhalb beider Gruppen konnten signifikante Unterschiede gefunden werden. Der Übergangsbereich wurde von beiden Gruppen signifikant häufiger genutzt als der stallnahe und der stallferne Bereich. Zwischen der Nutzung des stallnahen und des stallfernen Bereichs konnte bei beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 11, Abbildung 21).

Tabelle 11: Statistische Analyse der Unterschiede in der Nutzung der drei Auslaufbereiche

(n= 32 Beobachtungstage, R.S.- Test)

| Beobachtungsbereiche | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|-----------------------------|------------------|------------------|
| Übergang - Stallnah | 0,008 | < 0,001 |
| Übergang - Stallfern | < 0,001 | < 0,001 |
| Stallnah - Stallfern | n.s. | n.s. |

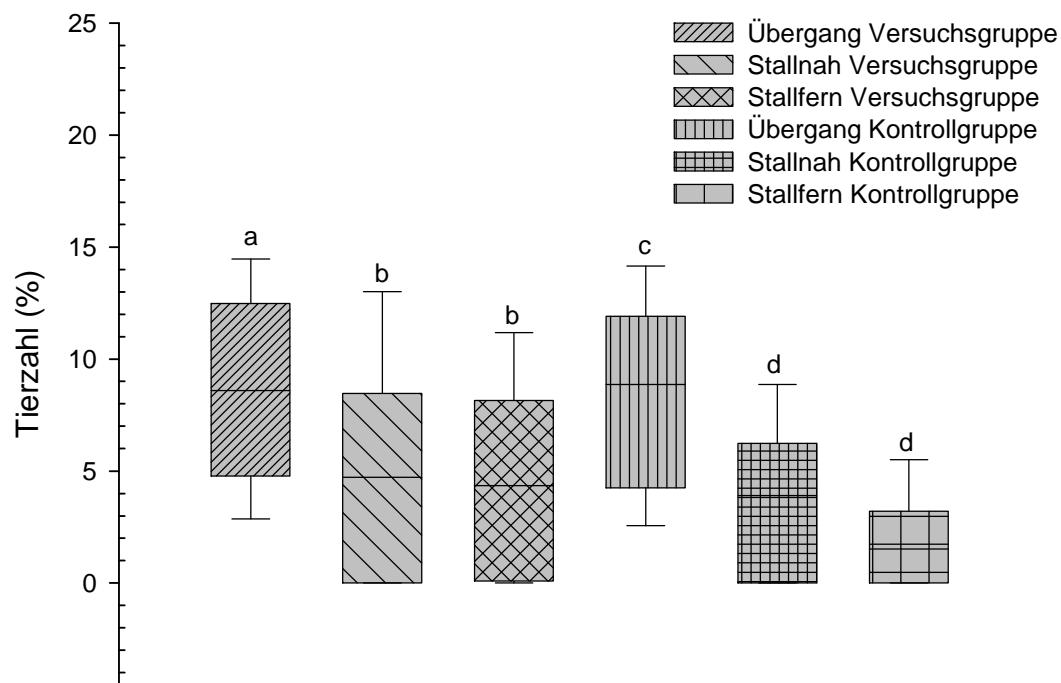


Abbildung 21: Durchschnittliche Tierzahlen in % in den drei Auslaufbereichen in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung

(n= 32 Beobachtungstage; R.S.- Test; a, b: p< 0,05; c, d: p< 0,001)

4.13.1 Einfluss des Klimas auf die Auslaufnutzung

Es wurde der Einfluss der Temperatur (°C) in 20 cm Höhe, der Windgeschwindigkeit (m/s) und der Strahlung (Watt/m²) auf die Nutzung des Auslaufes in Abhängigkeit der Auslaufstrukturierung untersucht.

Dafür wurden die Daten der Wetterstation für jeden Beobachtungstag herangezogen und für den Beobachtungszeitraum Durchschnittswerte berechnet.

An Tagen, an denen der Auslauf schneebedeckt war, hielten sich die Hühner im Übergangsbereich direkt an den Eingängen zum Kaltscharrraum auf, wo kein Schnee lag. Die Schneedecke wurde nicht betreten. Allerdings war diese an den Beobachtungstagen meist höher als die Tiere selber.

Tabelle 12: Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Strahlungsintensität und durchschnittliche Tierzahlen in % im Gesamtauslauf

Auslauf schneebedeckt an 8 Beobachtungstagen. (n= 32 Beobachtungstage)

| Datum | Schnee-decke | Temp. in 20cm Höhe | Wind (m/s) | Strahlung (Watt/m ²) | Ø Tierzahl in % Versuchsgruppe | Ø Tierzahl in % Kontrollgruppe |
|--------------------------|--------------|--------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 13.10.2004 | | 7,25 | 1,09 | 166,87 | 43,50 | 40,64 |
| 26.10.2004 | | 9,98 | 1,51 | 40,84 | 32,58 | 37,08 |
| 10.11.2004 | | 1,97 | 0,97 | 132,06 | 31,70 | 39,15 |
| 23.11.2004 | | 7,58 | 6,54 | 46,39 | 24,16 | 17,68 |
| 07.12.2004 | | 0,22 | 1,21 | 42,33 | 23,65 | 28,62 |
| 17.12.2004 | | 5,12 | 2,92 | 115,42 | 21,44 | 9,17 |
| 03.01.2005 | | 2,45 | 5,76 | 65,85 | 20,58 | 15,66 |
| 17.01.2005 | | 1,98 | 0,68 | 213,12 | 28,18 | 19,57 |
| 24.01.2005 | ja | -2,82 | 1,85 | 149,23 | 3,04 | 2,57 |
| 31.01.2005 | ja | -0,78 | 4,70 | 125,52 | 3,06 | 2,72 |
| 08.02.2005 | ja | -1,42 | 1,42 | 298,45 | 9,88 | 8,89 |
| 17.02.2005 | ja | -0,57 | 0,91 | 161,40 | 1,64 | 0,48 |
| 22.02.2005 | ja | -0,34 | 1,29 | 163,57 | 4,00 | 3,86 |
| 01.03.2005 | ja | -7,16 | 1,45 | 443,08 | 8,11 | 7,96 |
| 10.03.2005 | ja | -0,07 | 1,20 | 410,53 | 7,44 | 5,00 |
| 16.03.2005 | ja | 10,24 | 1,38 | 520,47 | 19,90 | 13,97 |
| 24.03.2005 | | 13,31 | 1,54 | 330,80 | 32,58 | 28,33 |
| 29.03.2005 | | 16,43 | 1,48 | 504,30 | 45,82 | 25,40 |
| 06.04.2005 | | 18,47 | 1,62 | 516,82 | 27,01 | 16,30 |
| 12.04.2005 | | 14,48 | 2,87 | 532,82 | 32,32 | 21,05 |
| 22.04.2005 | | 14,04 | 1,34 | 670,69 | 27,75 | 20,64 |
| 26.04.2005 | | 13,62 | 2,58 | 357,44 | 37,28 | 22,51 |
| 02.05.2005 | | 28,81 | 1,22 | 667,11 | 13,21 | 4,25 |
| 12.05.2005 | | 17,55 | 3,44 | 722,78 | 24,63 | 19,91 |
| 24.05.2005 | | 19,14 | 1,32 | 581,21 | 35,83 | 20,26 |
| 30.05.2005 | | 21,38 | 1,80 | 336,42 | 16,15 | 15,48 |
| 07.06.2005 | | 12,03 | 2,48 | 499,94 | 13,03 | 13,48 |
| 14.06.2005 | | 21,55 | 1,39 | 371,40 | 19,06 | 20,28 |
| 21.06.2005 | | 27,96 | 1,17 | 697,69 | 3,08 | 3,92 |
| 28.06.2005 | | 27,93 | 1,57 | 551,82 | 6,71 | 1,53 |
| 05.07.2005 | | 13,39 | 2,04 | 269,71 | 21,45 | 12,03 |
| 13.07.2005 | | 25,33 | 2,05 | 677,67 | 9,02 | 6,00 |
| Gesamt (n= 32) | | 10,60 ± 1,78 | 2,03 ± 0,24 | 355,74 ± 38,91 | 20,24 ± 2,22 | 15,76 ± 1,96 |

4.13.1.1 Einfluss der Lufttemperatur auf die Auslaufnutzung

Die Temperaturmessung erfolgte auf 20 cm Höhe. Um den Einfluss der Temperatur auf die Auslaufnutzung zu untersuchen, wurden vier Temperaturbereiche (<0 °C, 0- 10 °C, >10 - 20 °C und >20 °C) festgelegt und jeder Beobachtungstag einem Temperaturbereich zugeordnet. Für den Vergleich zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe wurde jeweils die durchschnittliche Tierzahl im Gesamtauslauf herangezogen.

Es konnte zwischen den beiden Gruppen an Tagen mit Temperaturen von <0 °C, 0- 10 °C und >20 °C kein signifikanter Unterschied bei der Auslaufnutzung festgestellt werden.

An Beobachtungstagen im Bereich >10 - 20 °C war die Tierzahl im Auslauf der Versuchsgruppe signifikant höher als die Tierzahl der Kontrollgruppe ($p=0,007$, Tabelle 13).

Tabelle 13: Durchschnittliche Anzahl (\pm SEM) an Legehennen in % (von je 450 eingestallten Tieren pro Seite) im Gesamtauslauf in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (in °C)

(n= Anzahl der Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test, $p < 0,05$)

| | < 0 °C (n = 6) | 0 - 10 °C (n = 8) | > 10 - 20 °C (n = 11) | > 20 °C (n = 6) |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Versuchsgruppe | $5,31 \pm 1,18$ | $28,22 \pm 2,69$ | $28,87 \pm 2,77$ | $10,20 \pm 1,97$ |
| Kontrollgruppe | $4,50 \pm 1,14$ | $25,95 \pm 4,26$ | $19,44 \pm 1,54$ | $8,58 \pm 3,06$ |
| p | n.s. | n.s. | 0,007 | n.s. |

Vergleicht man die Tierzahlen in den drei Auslaufbereichen pro Gruppe im Temperaturbereich >10 - 20 °C (Tabelle 14), so ergibt sich eine signifikant höhere Tierzahl im stallfernen Bereich auf der Versuchsseite ($p=0,014$). Im stallnahen Bereich der Versuchsseite ist nur tendenziell eine höhere Tierzahl als auf der Kontrollseite zu erkennen (t- Test, n.s., $p=0,051$).

Tabelle 14: Vergleich der Nutzung der verschiedenen Auslaufbereiche an Beobachtungstagen im Temperaturbereich von >10- 20 °C (in %)
(n= 11 Beobachtungstage; t- Test/ R.S.- Test)

| > 10 - 20 °C (n = 11) | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
| Übergang | $12,10 \pm 1,22$ | $11,62 \pm 0,84$ | n.s. |
| Stallnah | $8,94 \pm 1,38$ | $5,48 \pm 0,93$ | n.s. |
| Stallfern | $7,84 \pm 1,55$ | $2,35 \pm 0,43$ | 0,014 |

An Tagen mit Temperaturen zwischen 0– 10 °C und >10- 20 °C waren bei beiden Gruppen signifikant mehr Tiere im Auslauf als an Tagen mit Temperaturen von <0 °C oder >20 °C. Auf der Seite der Versuchsgruppe befanden sich signifikant mehr Tiere an Tagen mit Temperaturen von >20 °C im Auslauf als an Tagen mit Temperaturen von <0 °C. Bei beiden Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Tagen mit Temperaturen von 0- 10°C und Tagen mit >10- 20 °C festgestellt werden (Tabelle 15).

Tabelle 15: Statistische Analyse der unterschiedlichen Auslaufnutzung in Abhängigkeit von der Lufttemperatur

(t- Test)

| Vergleich | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| < 0 °C zu 0- 10 °C | < 0,001 | < 0,001 |
| < 0 °C zu > 10- 20 °C | < 0,001 | < 0,001 |
| < 0 °C zu > 20 °C | 0,05 | n.s. |
| 0- 10 °C zu > 10- 20 °C | n.s. | n.s. |
| 0- 10 °C zu > 20 °C | < 0,001 | 0,009 |
| > 10- 20 °C zu >20 °C | < 0,001 | 0,003 |

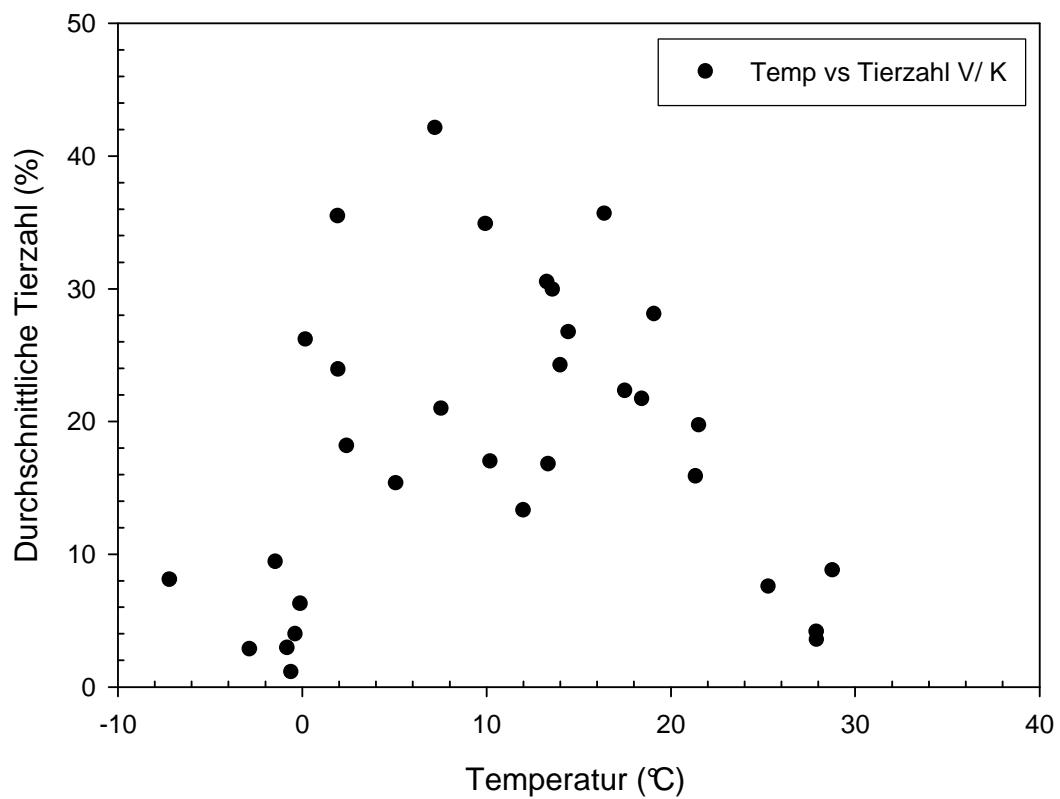


Abbildung 22: Durchschnittliche Tierzahl in % im Auslauf in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (in °C)

(n= 32 Beobachtungstage, es wurde für jeden Beobachtungstag ein Mittelwert (%) für die durchschnittliche Anzahl der Tiere im Auslauf beider Gruppen berechnet)

4.13.1.2 Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Auslaufnutzung

Um den Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Nutzung des Gesamtauslaufes beider Gruppen zu untersuchen, wurden die Beobachtungstage in vier Bereiche (<1,5 m/s, >1,5- 2 m/s, >2- 2,5 m/s und >2,5 m/s) eingeteilt (Tabelle 16).

Es konnte zwischen den beiden Gruppen in keinem der vier Windgeschwindigkeitsbereiche ein signifikanter Unterschied bei der Auslaufnutzung festgestellt werden. Vergleicht man die Auslaufnutzung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit innerhalb einer Gruppe konnte sowohl auf der Seite der Versuchsgruppe, als auch auf der Seite der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied gefunden werden (t- Test, n.s.).

Tabelle 16: Durchschnittliche Anzahl (\pm SEM) an Legehennen in % (von je 450 eingestallten Tieren pro Seite) im Gesamtauslauf in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (in m/s)

(n= Anzahl der Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test, n.s.)

| | < 1,5 m/s (n= 16) | 1,5 - 2 m/s (n= 6) | > 2 - 2,5 m/s (n= 3) | > 2,5 m/s (n= 7) |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| Versuchsgruppe | 20,17 \pm 3,58 | 19,86 \pm 5,30 | 14,50 \pm 3,66 | 23,35 \pm 4,08 |
| Kontrollgruppe | 16,43 \pm 3,14 | 16,88 \pm 5,72 | 10,50 \pm 2,29 | 15,53 \pm 2,71 |
| p | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

4.13.1.3 Einfluss der Strahlungsintensität auf die Auslaufnutzung

Jeder Beobachtungstag wurde zur Untersuchung des Einflusses der Strahlungsintensität auf die Auslaufnutzung einem der vier Bereiche (<150 Watt/m², 150- 350 Watt/m², >350- 550 Watt/m² und >550 Watt/m²) zugeordnet (Tabelle 17).

Es konnte zwischen den beiden Gruppen in keinem der vier Strahlungintensitätsbereichen ein signifikanter Unterschied bei der Auslaufnutzung festgestellt werden

Vergleicht man die Auslaufnutzung in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität innerhalb einer Gruppe, konnte sowohl auf der Seite der Versuchsgruppe, als auch auf der Seite der Kontrollgruppe, kein signifikanter Unterschied gefunden werden (t- Test, n.s.).

Tabelle 17: Durchschnittliche Anzahl (\pm SEM) an Legehennen in % (von je 450 eingestallten Tieren pro Seite) im Gesamtauslauf in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität (in Watt/m²)

(n= Anzahl der Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test, n.s.)

| | < 150 Watt/m ² (n = 8) | 150 - 350 Watt/m ² (n = 8) | > 350 - 550 Watt/m ² (n = 9) | > 550 Watt/m ² (n = 7) |
|-----------------------|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|
| Versuchsgruppe | 20,03 \pm 4,02 | 19,67 \pm 5,16 | 23,33 \pm 4,43 | 17,18 \pm 4,64 |
| Kontrollgruppe | 19,08 \pm 5,12 | 16,16 \pm 4,68 | 16,22 \pm 2,27 | 10,93 \pm 3,34 |
| p | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

4.14 Nutzung der Strukturelemente

Jeder Auslaufbereich wurde pro Beobachtungstag zweimal je 15 Minuten beobachtet und die Anzahl der anwesenden Tiere alle 5 Minuten gezählt. Ebenso wurde die Nutzung der Strukturelemente erfasst. Unterschieden wurde, ob die Tiere sich auf oder unter einem Flachdach aufhielten und ob sie unter dem Flachdach die Verhaltensweisen Sandbaden oder Gefiederpflege zeigten.

Insgesamt wurden acht Flachdächer angeboten. (siehe Abbildung 6)

Die Tiere hielten sich meist unter den Flachdächern auf. Flachdach 1 wurde insgesamt am häufigsten genutzt, gefolgt von Flachdach 2. Am Flachdach 7 dagegen hielten sich am wenigsten Tiere auf (Tabelle 18).

Die Verhaltensweisen Sandbaden und Gefiederpflege unter den Elementen wurden nur vereinzelt gezeigt und können deshalb nicht ausgewertet werden.

Tabelle 18: Durchschnittliche Nutzung der Flachdächer

(Anzahl der Tiere am Element, \pm SEM; n= 32 Beobachtungstage. Für jeden Beobachtungstag wurde ein Durchschnittswert für die Nutzung der einzelnen Elemente berechnet (Maxim./Minim.), Aus den einzelnen Durchschnittswerten wurde der Mittelwert berechnet und als durchschnittliche Nutzung (Auf/ Unter) angegeben.)

| Flachdach | Auf | Maxim. | Minim. | Unter | Maxim. | Minim. |
|-----------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
| 1 | $0,18 \pm 0,05$ | 1,30 | 0,00 | $1,66 \pm 0,27$ | 6,30 | 0,00 |
| 2 | $0,03 \pm 0,02$ | 0,40 | 0,00 | $0,82 \pm 0,17$ | 5,00 | 0,00 |
| 3 | $0,01 \pm 0,01$ | 0,20 | 0,00 | $0,50 \pm 0,09$ | 2,00 | 0,00 |
| 4 | $0,01 \pm 0,01$ | 0,30 | 0,00 | $0,51 \pm 0,11$ | 2,70 | 0,00 |
| 5 | $0,03 \pm 0,01$ | 0,30 | 0,00 | $0,60 \pm 0,14$ | 3,30 | 0,00 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | $0,58 \pm 0,15$ | 4,20 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | $0,14 \pm 0,04$ | 1,00 | 0,00 |
| 8 | $0,01 \pm 0,01$ | 0,30 | 0,00 | $0,26 \pm 0,07$ | 1,70 | 0,00 |

Bei der Nutzung der verschiedenen Flachdächer bestanden teilweise signifikante Unterschiede (Tabelle 19, Abbildung 23).

Tabelle 19: Statistische Analyse der Unterschiede in der Häufigkeit der Nutzung der Strukturelemente

(n= 32 Beobachtungstage; R.S.- Test)

| Vergleich Flachdach | p | Vergleich Flachdach | p | Vergleich Flachdach | p |
|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|-------|
| 1 vs. 2 | 0,026 | 2 vs. 6 | n.s. | 4 vs. 7 | 0,004 |
| 1 vs. 3 | 0,002 | 2 vs. 7 | < 0,001 | 4 vs. 8 | n.s. |
| 1 vs. 4 | 0,003 | 2 vs. 8 | 0,006 | 5 vs. 6 | n.s. |
| 1 vs. 5 | 0,004 | 3 vs. 4 | n.s. | 5 vs. 7 | 0,006 |
| 1 vs. 6 | 0,003 | 3 vs. 5 | n.s. | 5 vs. 8 | n.s. |
| 1 vs. 7 | < 0,001 | 3 vs. 6 | n.s. | 6 vs. 7 | 0,004 |
| 1 vs. 8 | < 0,001 | 3 vs. 7 | 0,003 | 6 vs. 8 | n.s. |
| 2 vs. 3 | n.s. | 3 vs. 8 | n.s. | 7 vs. 8 | n.s. |
| 2 vs. 4 | n.s. | 4 vs. 5 | n.s. | | |
| 2 vs. 5 | n.s. | 4 vs. 6 | n.s. | | |

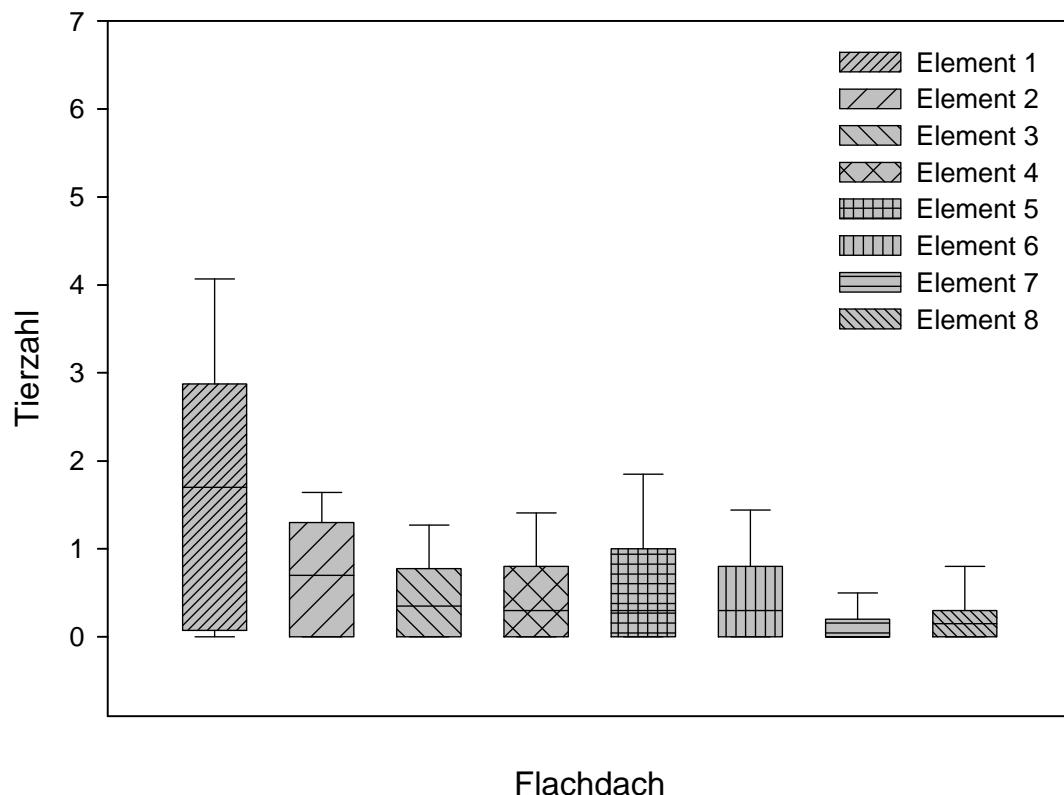


Abbildung 23: Vergleichende Darstellung der durchschnittlichen Nutzung der Flachdächer 1- 8

(n= 32 Beobachtungstage; R.S.- Test, p< 0,05 siehe Tabelle 19)

4.15 Verhalten

Um einen möglichst genauen Vergleich zwischen den beiden Gruppen, unabhängig von der Gesamttierzahlf einer Gruppe zu erstellen, wurde für alle gezeigten Verhaltensweisen der Prozentsatz berechnet. Dieser wurde auf die sich zu diesem Zeitpunkt in dem entsprechenden Beobachtungsbereich anwesende Tierzahl bezogen.

Für die Berechnung des **Gesamtauslaufes** wurde für jeden Beobachtungstag die Summe der Durchschnittswerte der einzelnen Bereiche (Übergang, Stallnah und Stallfern) gebildet.

4.15.1 Komfortverhalten

4.15.1.1 Gefiederpflege

Im Vergleich der Ausübung der Verhaltensweise Gefiederpflege zwischen den beiden Gruppen konnte in keinem Beobachtungsbereich ein signifikanter Unterschied gefunden werden (Tabelle 20).

Im Kaltscharraum wurde die Gefiederpflege mit durchschnittlich 10,42- 11,89 % am häufigsten gezeigt. Im stallfernen Bereich wurde das Verhalten mit 0,01- 0,05 % nur sehr selten ausgeübt.

Tabelle 20: Vergleich der Häufigkeit von Gefiederpflege (%) zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(\pm SEM; n = 32 Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test; %- Zahlen beziehen sich auf die jeweils in den einzelnen Beobachtungsarealen befindlichen Tiere)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Kaltscharraum | 11,89 \pm 1,29 | 10,42 \pm 1,41 | n.s. |
| Übergang | 2,90 \pm 0,53 | 2,22 \pm 0,62 | n.s. |
| Stallnah | 0,52 \pm 0,24 | 0,59 \pm 0,34 | n.s. |
| Stallfern | 0,05 \pm 0,03 | 0,01 \pm 0,01 | n.s. |
| Gesamtauslauf | 1,68 \pm 0,29 | 1,72 \pm 0,54 | n.s. |

Die Verhaltensweise Gefiederpflege wurde innerhalb beider Gruppen signifikant häufiger im Kaltscharraum als im Gesamtauslauf gezeigt (Tabelle 21).

Ein signifikanter Unterschied in der Ausübung der Gefiederpflege bestand auch zwischen dem Übergangsbereich und dem stallnahen und stallfernen Bereich. Ein signifikanter Unterschied zwischen dem stallnahen und dem stallfernen Bereich bestand nicht.

Tabelle 21: Statistische Analyse der Häufigkeit von Gefiederpflege innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(GesamtA= Gesamtauslauf; n= 32 Beobachtungstage, R.S.- Test)

| | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kaltscharraum- GesamtA | < 0,001 | < 0,001 |
| Übergang- Stallnah | < 0,001 | 0,003 |
| Übergang- Stallfern | < 0,001 | < 0,001 |
| Stallnah- Stallfern | n.s. | n.s. |

4.15.1.2 Sandbaden

Hinsichtlich der Häufigkeit des Sandbadens zwischen den beiden Gruppen konnte in keinem Beobachtungsbereich ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im Kaltscharraum wurde Sandbaden mit durchschnittlich 3,40- 3,83 % am häufigsten gezeigt. Im stallfernen Bereich konnte es in beiden Gruppen nicht ein einziges Mal beobachtet werden (Tabelle 22).

Es bestand innerhalb beider Gruppen ein signifikanter Unterschied in der Ausübung des Verhaltens zwischen dem Kaltscharraum und dem Gesamtauslauf. Vergleicht man die Häufigkeit des Sandbadens in den verschiedenen Auslaufbereichen innerhalb beider Gruppen, kann kein signifikanter Unterschied gefunden werden (Tabelle 23).

Tabelle 22: Vergleich der Häufigkeit von Sandbaden (%) zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(\pm SEM; n = 32 Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test; %- Zahlen beziehen sich auf die jeweils in den einzelnen Beobachtungsarealen befindlichen Tiere)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Kaltscharraum | $3,40 \pm 0,83$ | $3,83 \pm 0,82$ | n.s. |
| Übergang | $0,11 \pm 0,05$ | $0,08 \pm 0,08$ | n.s. |
| Stallnah | $0,01 \pm 0,01$ | 0,00 | n.s. |
| Stallfern | 0,00 | 0,00 | n.s. |
| Gesamtauslauf | $0,06 \pm 0,03$ | $0,04 \pm 0,38$ | n.s. |

Tabelle 23: Statistische Analyse der Häufigkeit von Sandbaden innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(GesamtA= Gesamtauslauf; n= 32 Beobachtungstage, R.S.- Test)

| | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kaltscharraum- GesamtA | < 0,001 | < 0,001 |
| Übergang- Stallnah | n.s. | n.s. |
| Übergang- Stallfern | n.s. | n.s. |
| Stallnah- Stallfern | n.s. | n.s. |

4.15.2 Sozialverhalten

4.15.2.1 Körperficken

Es wurde unterschieden zwischen dem Picken von einer Legehenne nach einer anderen (Körperficken zwischen weiblichen Tieren) und dem Picken von einer Henne nach einem Hahn (Körperficken zwischen Huhn und Hahn).

4.15.2.1.1 Körperficken zwischen den weiblichen Tieren

Im Kaltscharrraum bepickten sich auf der Versuchsseite durchschnittlich $9,05 \pm 0,67$ % der Legehennen, auf der Kontrollseite durchschnittlich $11,64 \pm 0,94$ %. Der Unterschied war signifikant ($p= 0,028$, Tabelle 24). Zwischen der Häufigkeit des Körperfickens in den beiden Gruppen konnte in den übrigen Beobachtungsbereichen (Übergang, Stallnah und Stallfern) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Tabelle 24: Vergleich der Häufigkeit von Körperficken unter weiblichen Tieren zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(\pm SEM; $n = 32$ Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test; %- Zahlen beziehen sich auf die jeweils in den einzelnen Beobachtungsarealen befindlichen Tiere)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Kaltscharraum | $9,05 \pm 0,67$ | $11,64 \pm 0,94$ | 0,028 |
| Übergang | $4,44 \pm 0,59$ | $4,41 \pm 0,50$ | n.s. |
| Stallnah | $0,91 \pm 0,24$ | $0,75 \pm 0,19$ | n.s. |
| Stallfern | $0,39 \pm 0,15$ | $0,58 \pm 0,18$ | n.s. |
| Gesamtauslauf | $2,94 \pm 0,46$ | $3,11 \pm 0,36$ | n.s. |

Im Kaltscharrraum bepickten sich die Hühner beider Gruppen signifikant häufiger als im Gesamtauslauf (Tabelle 25). Ein signifikanter Unterschied bestand auch zwischen der

Häufigkeit des Körpermickens im Übergangsbereich sowohl zum stallnahen, als auch zum stallfernen Bereich.

Auf der Versuchsseite konnte auch zwischen dem stallnahen und dem stallfernen Bereich ein signifikanter Unterschied bezüglich des Auftretens von Körpermickens gefunden werden.

Tabelle 25: Statistische Analyse der Häufigkeit von Körpermickens unter weiblichen Tieren innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(GesamtA= Gesamtauslauf; n= 32 Beobachtungstage, R.S.- Test)

| | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kaltscharraum- GesamtA | < 0,001 | < 0,001 |
| Übergang- Stallnah | < 0,001 | < 0,001 |
| Übergang- Stallfern | < 0,001 | < 0,001 |
| Stallnah- Stallfern | 0,021 | n.s. |

4.15.2.1.2 Körpermickens zwischen Henne und Hahn

Es wurden je fünf Hähne auf den beiden Seiten eingestallt. Im Verlauf der Legeperiode starben auf beiden Seiten je zwei Hähne. Es konnte beobachtet werden wie mehrere Hennen einen Hahn verfolgten und stetig bepickten.

Zwischen den beiden Gruppen konnte hinsichtlich des Bepickens der Hähne nur im Gesamtauslauf ein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 26). In der Kontrollgruppe bepickten durchschnittlich $2,11 \pm 0,99$ % der Legehennen im Gesamtauslauf die Hähne. Auf der Seite der Versuchsgruppe waren es durchschnittlich $0,42 \pm 0,09$ % der Hennen. Auch im Kaltscharraum der Versuchsgruppe wurden die Hähne tendenziell weniger bepickt (Tabelle 27).

Die Hähne wurden von beiden Gruppen signifikant häufiger im Übergangsbereich bepickt, als in den stallnahen oder stallfernen Bereichen.

Ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit des Körpermickens nach Hähnen konnte zwischen Kaltscharraum und Gesamtauslauf in beiden Gruppen nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 26: Vergleich der Häufigkeit von Körperpicken zwischen Henne und Hahn zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(\pm SEM; n = 32 Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test; %- Zahlen beziehen sich auf die jeweils in den einzelnen Beobachtungsarealen befindlichen Tiere)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Kaltscharraum | 0,24 \pm 0,06 | 0,83 \pm 0,24 | n.s. |
| Übergang | 0,70 \pm 0,18 | 2,62 \pm 1,11 | n.s. |
| Stallnah | 0,38 \pm 0,18 | 0,71 \pm 0,19 | n.s. |
| Stallfern | 0,12 \pm 0,06 | 0,39 \pm 0,17 | n.s. |
| Gesamtauslauf | 0,42 \pm 0,09 | 2,11 \pm 0,99 | 0,025 |

Tabelle 27: Statistische Analyse der Häufigkeit von Körperpicken zwischen Henne und Hahn innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(GesamtA= Gesamtauslauf; n= 32 Beobachtungstage, R.S.- Test)

| | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kaltscharraum- GesamtA | n.s. | n.s. |
| Übergang- Stallnah | 0,013 | 0,030 |
| Übergang- Stallfern | 0,002 | < 0,001 |
| Stallnah- Stallfern | n.s. | n.s. |

4.15.2.2 Aggressionsverhalten

Es wurde unterschieden zwischen der Aggression unter Legehennen (Aggression zwischen weiblichen Tieren) und der Aggression unter Hähnen (Aggression zwischen männlichen Tieren). Das Aggressionsverhalten unter Hähnen wurde nur vereinzelt beobachtet und konnte deshalb nicht ausgewertet werden.

4.15.2.2.1 Aggression zwischen weiblichen Tieren

Zwischen den beiden Gruppen konnte in keinem Beobachtungsbereich ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit des Aggressionsverhaltens zwischen Legehennen festgestellt werden. Im Kaltscharraum kam es in beiden Gruppen signifikant häufiger zu Konfrontationen zwischen den Hennen als im Gesamtauslauf (Tabellen 28 und 29).

Tabelle 28: Vergleich der Häufigkeit von Aggression unter weiblichen Tieren zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(\pm SEM; n = 32 Beobachtungstage, t- Test/ R.S.- Test; %- Zahlen beziehen sich auf die jeweils in den einzelnen Beobachtungsarealen befindlichen Tiere)

| | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | p |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Kaltscharraum | 1,10 \pm 0,23 | 1,12 \pm 0,24 | n.s. |
| Übergang | 0,70 \pm 0,15 | 0,59 \pm 0,17 | n.s. |
| Stallnah | 0,34 \pm 0,11 | 0,35 \pm 0,11 | n.s. |
| Stallfern | 0,29 \pm 0,10 | 0,29 \pm 0,14 | n.s. |
| Gesamtauslauf | 0,54 \pm 0,09 | 0,54 \pm 0,11 | n.s. |

Tabelle 29: Statistische Analyse der Häufigkeit von Aggression unter weiblichen Tieren innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen.

(GesamtA= Gesamtauslauf; n= 32 Beobachtungstage, R.S.- Test)

| | p Versuchsgruppe | p Kontrollgruppe |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kaltscharraum- GesamtA | 0,024 | 0,048 |
| Übergang- Stallnah | 0,048 | n.s. |
| Übergang- Stallfern | 0,022 | 0,020 |
| Stallnah- Stallfern | n.s. | n.s. |

4.16 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse beider Gruppen wurden in der folgenden Tabelle zusammengefasst und gegenübergestellt. Es wurden statistische Unterschiede, sowie eine Bewertung der Versuchsgruppe, vorgenommen. Für den Vergleich wurden die Mittelwerte herangezogen, mit Ausnahme der Ergebnisse Knochenbruchfestigkeit und Auslaufnutzung. Für die Beurteilung des Komfort- und Sozialverhaltens wurden die Ergebnisse für den Kaltscharraum (KR) und den Gesamtauslauf (GesamtA) angegeben.

Tabelle 30: Vergleichende Darstellung der Ergebnisse beider Gruppen

(t- Test, p< 0,05; ↑/ ↓ Versuchsgruppe tendenziell besser/ schlechter)

| Parameter | Versuchsgruppe | Kontrollgruppe | Bewertung |
|------------------------------|----------------|----------------|-----------|
| Leistung | | | |
| Legeleistung (%) | 83,25 | 80,94 | p = 0,038 |
| Verlegte Eier (%) | 6,41 | 7,58 | n.s. ↑ |
| Eigewicht (g) | 64,82 | 64,19 | n.s. |
| Knick- und Brucheier (%) | 3,50 | 3,90 | n.s. |
| Bruchfestigkeit Eischale (N) | 30,38 | 30,56 | n.s. |
| Schalendicke (mm) | 0,41 | 0,40 | n.s. |
| Futterverbrauch | 128,92 | 125,15 | n.s. |
| Gesundheit | | | |
| IgY Eidotter (mg/ml) | 22,10 | 22,69 | n.s. |
| IgY Serum (mg/ml) | 12,23 | 12,27 | n.s. |
| Hämatokrit (%) | 21,86 | 22,86 | n.s. |
| Hämoglobin (%) | 10,11 | 10,20 | n.s. |
| Calcium (mg/dl) | 23,97 | 22,90 | n.s. |

| | | | |
|--|--------|--------|-----------|
| Phosphor (mg/dl) | 6,53 | 5,90 | p = 0,026 |
| Bonitierung (Endnote) | 2,65 | 2,75 | n.s. ↑ |
| Gewicht (kg) | 2,09 | 2,04 | n.s. |
| Verlustrate (%) | 7,32 | 13,03 | ↑ |
| Bruchfestigkeit Knochen (N) | 267,95 | 256,59 | n.s. ↑ |
| Fettleber (%) | 95,00 | 100,00 | n.s. |
| Brustbeinver- krümmung (%) | 50,00 | 45,00 | n.s. |
| Verhalten | | | |
| Auslaufnutzung (Ø Tierzahl in %) | 20,24 | 15,76 | n.s. ↑ |
| Kaltscharraum (Ø Tierzahl in %) | 14,91 | 13,20 | p = 0,034 |
| Übergangsbereich (Ø Tierzahl in %) | 8,87 | 8,18 | n.s. |
| Stallnaher Bereich (Ø Tierzahl in %) | 5,38 | 3,67 | n.s. ↑ |
| Stallferner Bereich (Ø Tierzahl in %) | 4,69 | 2,25 | p = 0,048 |
| Gefiederpflege KR (%) | 11,89 | 10,42 | n.s. |
| Gefiederpflege GesamtA (%) | 1,68 | 1,72 | n.s. |
| Sandbaden KR (%) | 3,40 | 3,83 | n.s. |
| Sandbaden GesamtA (%) | 0,06 | 0,04 | n.s. |
| Federpicken ♀/♀ KR (%) | 9,05 | 11,64 | p = 0,028 |
| Federpicken ♀/♀ GesamtA (%) | 2,94 | 3,11 | n.s. |
| Federpicken ♀/♂ KR (%) | 0,24 | 0,83 | n.s. ↑ |
| Federpicken ♀/♂ GesamtA (%) | 0,42 | 2,11 | p = 0,025 |
| Aggression ♀/♀ KR (%) | 1,10 | 1,12 | n.s. |
| Aggression ♀/♀ GesA (%) | 0,54 | 0,54 | n.s. |

5 Diskussion

5.1 Grundlagen des Versuchs

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die Auswirkungen einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern auf die Leistung, die Gesundheit und das Verhalten von Legehennen in Volierenhaltung zu untersuchen.

Es lag eine Besatzdichte von 3 Tieren pro m² nutzbarer Fläche vor. Die Vorgaben der TIERSCHUTZ- NUTZTIERHALTUNGS- VERORDNUNG von einer maximalen Besatzdichte von 9 Tieren pro m² wurde weit unterschritten.

5.2 Leistung und Produktmerkmale

5.2.1 Legeleistung

In beiden Gruppen wurde die Legereife in der 23. Lebenswoche, am 154. Tag erreicht. In der parallel verlaufenden Studie von FITZ (2007) erreichten die Legehennen der Linie ISA Brown in Volierenhaltung mit verschiedenen Einstreumaterialien die Legereife am 138. Tag. Nach Angaben von HENDRIX- GENETICS (2007) für die Linie ISA Brown soll die Legereife am 143. Tag eintreten. Im Vergleich mit den Vorgaben von FLOCK und HEIL (2001) für Braunleger (Legereife mit 152 Tagen) wurde in diesem Versuch die Legereife nur unwesentlich später erreicht.

Die durchschnittliche Legeleistung betrug auf der Seite der Versuchsgruppe 83,3 %, auf der Seite der Kontrollgruppe 80,9 %. Die Legeleistungen in dem parallel verlaufenden Versuch von FITZ (2007) in Volierenhaltung mit der Linie ISA Brown von 86,1- 89,5 % konnten nicht erreicht werden. Im Vergleich zu Ergebnissen von BAZER (2005), die im gleichen Mobilstall eine Auslaufstrukturierung untersuchte und Legeleistungen von 78,8 % (ST) bzw. 78,7 % (UST) erzielte, wurden in diesem Versuch deutlich bessere Legeleistungen erbracht. Trotzdem wurde auch im vorliegenden Versuch die Ansicht einiger Autoren (LANGE, 1996; ABRAHAMSSON et al., 1996; TAUSON et al., 1999; LEYENDECKER et al., 2001a), dass in alternativen Haltungssystemen häufig niedrigere Legeleistungen erbracht werden, bestätigt. Obwohl zumindest die Versuchsgruppe mit durchschnittlich 83,3 % Legeleistung für ein Freilandhaltungssystem gut abschnitt.

Hinsichtlich des Einflusses einer Auslaufstrukturierung auf die Legeleistung konnte BAZER (2005) keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen finden. Im vorliegenden Versuch war eine signifikant bessere Legeleistung der Versuchsgruppe zu verzeichnen. Zu beachten ist allerdings, dass die Gruppe der Kontrollseite im Mai erkrankte und insgesamt eine höhere Verlustrate hatte. Beide Gruppen erbrachten in der 57. Lebenswoche die höchsten Legeleistungen. In der 58. Lebenswoche brachen die Leistungen beider Gruppen ein und in der 59. Lebenswoche wurde der Bestand antibiotisch behandelt. Spitzenwerte von 95,0 % in der 26. Lebenswoche, wie von HENDRIX- GENETICS (2007) angegeben, wurden in der 57. Lebenswoche nur von der Versuchsgruppe mit 96,6 % erzielt, die Kontrollgruppe blieb stets unter 90,0 % und erreichte maximal 88,5 %, was sich durch die Krankheitsanfälligkeit dieser Gruppe erklären lassen könnte.

5.2.2 Anteil verlegter Eier

Die Tiere wurden in diesem Versuch in der 19. Lebenswoche eingestallt und für die ersten 14 Tage nicht in den Auslauf gelassen, um sie an den Stall und die Nester zu gewöhnen. Die Legereife wurde ca. vier Wochen nach der Einstallung erreicht. Trotzdem lag der Anteil mit rund 6,4 % an verlegten Eiern auf der Seite der Versuchsgruppe und mit 7,6 % auf der Seite der Kontrollgruppe weit über den 3- 4 %, die nach ACHILLES et al. (2002a) tolerierbar wären. Allerdings fiel in beiden Gruppen der Anteil verlegter Eier im Verlauf der Legeperiode stark ab. Betrachtet man daher die Medianwerte der beiden Gruppen, lag der Anteil verlegter Eier auf der Versuchsseite bei 4,0 %, auf der Kontrollseite bei 5,9 %. In der parallel verlaufenden Untersuchung von FITZ (2007) verlegte die Linie ISA Brown in Volierenhaltung mit verschiedenen Einstreumaterialien zwischen 2,9 und 4,6 % der Eier. BAZER (2005) erzielte im gleichen Mobilstall mit Auslaufstrukturierung einen niedrigeren Anteil verlegter Eier mit 2,6 % (ST) und 2,9 % (UST) und konnte einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen feststellen. Auch in diesem Versuch zeigte die strukturierte Versuchsseite eine tendenziell niedrigere Verlegerate. Die Auslaufstrukturierung war im Gegensatz zur Versuchsanordnung von BAZER (2005) in diesem Durchgang auf der Westseite, daher kann eine Präferenz für eine der beiden Stallhälften ausgeschlossen werden. Die höhere Verlegerate der Kontrollgruppe könnte möglicherweise dadurch erklärt werden, dass die Tiere sich mehr im Stall aufhielten, als die Tiere der Versuchsgruppe, was allerdings nur unter bestimmten Temperaturbedingungen gesichert nachgewiesen werden konnte. Warum die Anzahl der verlegten Eier im vorliegendem Versuch sowohl über den Ergebnissen von BAZER (2005), als auch über denen von FITZ (2007) lag, kann nicht endgültig geklärt

werden. Im Versuch von BAZER (2005) wurde eine andere Legehennenlinie (Tetra SL) verwendet. FITZ (2007) allerdings führte seinen Versuch mit der gleichen Legehennenlinie, vom selben Aufzuchtsbetrieb, bei gleicher Fütterung nur mit dem Unterschied durch, dass er keine Auslaufhaltung hatte. Einige Autoren (ABRAHAMSSON et al., 1995, 1996; TAUSON et al., 1999; LEYENDECKER et al., 2001a) beschreiben, dass in alternativen Haltungssystemen die Eier einen höheren Verschmutzungsgrad aufweisen, da sie fälschlicherweise in die Einstreu abgelegt werden. FITZ (2007) untersuchte in seiner Volierenhaltung verschiedene Einstreuarten, was offensichtlich nicht dazu führte, dass die Tiere wesentlich mehr Eier verlegten.

Eine weitere mögliche Ursache für eine hohe Verlegerate ist eine geringe Nestakzeptanz. Diesem Faktor wurde durch die Eingewöhnungszeit, dem Öffnen des Auslaufes erst am späten Vormittag nach der Haupteiablagezeit und dem großen Nestangebot, versucht entgegenzuwirken.

5.2.3 Eigewicht

Da die Eier für die Untersuchungen der Eiparameter (alle 14 Tage) meist aus dem hofeigenen Sortierraum kamen, war eine gewisse Vorsortierung gegeben. Die Werte geben trotzdem einen Querschnitt wieder. Die Probenzahl von 20 Eiern pro Gruppe kann Schwankungen im Kurvenverlauf bedingen. Allerdings wurden die Eier vermarktet, so dass nicht unbegrenzt viele Eier zur Untersuchung abgezogen werden konnten. Daher ist die Aussagekraft der festgestellten Eigewichte nur begrenzt.

Zwischen den Eigewichten der beiden Gruppen gab es keinen signifikanten Unterschied. Auf der Versuchsseite lag das durchschnittliche Eigewicht bei 64,8 g, auf der Kontrollseite bei 64,2 g. Die Angaben von HENDRIX- GENETICS (2007) für die Linie ISA Brown mit einem mittleren Eigewicht von 63,1 g wurden mit einem mittleren Eigewicht von 64,5 g übertroffen. FITZ (2007) erzielte mit der Linie ISA Brown in Volierenhaltung bei einer mittleren Legeleistung von 88,0 % ein mittleres Eigewicht von 63,1 g. Nach FLEMMING (2005) kann eine Herde mit schlechterer Legeleistung ein höheres Eigewicht aufweisen. In diesem Versuch lag die mittlere Legeleistung mit 82,1 % niedriger als bei FITZ (2007) und das mittlere Eigewicht mit 64,5 g dagegen höher. Noch deutlicher wird die geschilderte Beziehung bei BAZER (2005), die im Mobilstall mit Auslaufstrukturierung eine mittlere Legeleistung von 78,7 % und ein mittleres Eigewicht von 65,9 g feststellte.

Bei der Einteilung der Eier in die vier Gewichtsklassen wurden wie auch schon im Versuch von BAZER (2005) mehr als die Hälfte der Eier der Gewichtsklasse L zugeordnet werden.

Allerdings legten bei BAZER (2005) die Hühner der strukturierten Seite signifikant mehr Eier der Größe M, die Hennen der unstrukturierten Seite signifikant mehr Eier der Größe L. Derartige Unterschiede zwischen den beiden Gruppen konnten in diesem Versuch nicht festgestellt werden.

5.2.4 Eischalenqualität

Der Knick- und Brucheieranteil lag in diesem Versuch auf der Versuchseite mit 3,5 % und auf der Kontrollseite mit 3,9 % niedriger als der von FLOCK und HEIL (2001) für Braunleger ermittelte Anteil von 5,9 %. Ebenso mit der Linie ISA Brown erhielt FITZ (2007) in Volierenhaltung einen Anteil von 0,2- 0,3 % Knick- und Brucheier.

Ferner ermittelte er eine durchschnittliche Schalendicke von 0,41 mm und eine durchschnittliche Schalenbruchfestigkeit von 30,1- 32,2 N. BAZER (2005) fand im Mobilstall mit Auslaufhaltung einen Anteil von 1,0 % (ST) bzw. 0,8 % (UST) Brucheier und 2,2 (ST) und 1,9 % (UST) Knickeier. Ihre ermittelte Eischalendicke lag in beiden Gruppen bei 0,38 mm und die durchschnittliche Schalenbruchfestigkeit bei 32,2 (ST), bzw. 32,3 N (UST). Die im vorliegenden Versuch gemessene durchschnittliche Eischalendicke lag bei 0,41 (V), bzw. bei 0,40 mm (K), die durchschnittliche Schalenbruchfestigkeit lag bei 30,4 (V), bzw. bei 30,6 N (K). Im Vergleich zu FITZ (2007) wurden sowohl im Versuch von BAZER (2005) als auch im vorliegenden Versuch Schalenbruchfestigkeiten zwischen 30,0- 32,3 N ermittelt. Auch die Schalendicke ist in allen drei Versuchen ähnlich, obwohl in den beiden Versuchen im Mobilstall (Volierenhaltung mit Auslauf) das durchschnittliche Eigewicht höher war als in der Volierenhaltung von FITZ (2007). Nach CORDTS et al. (2001) muss bei zunehmendem Eigewicht bei gleich bleibender Schalenmasse die Schalenstärke abnehmen. Dies ist im vorliegenden Vergleich nicht der Fall. Trotzdem lag der Knick- und Brucheieranteil in beiden Mobilstalldurchgängen höher als bei FITZ (2007). Dies lässt auf einen Haltungseinfluss schließen. Eine Möglichkeit für den höheren Anteil an Knick- und Brucheier könnten die Nester und der Abtransport der Eier auf dem Eiersammelband im Mobilstall sein. Es wäre zu prüfen, ob es zu Kollisionen zwischen den Eiern beim Abrollen auf das Band kommen kann, was zu Verletzungen der Schale führen kann.

5.2.5 Futterverbrauch

Die Versuchsseite verbrauchte durchschnittlich 128,9 g Futter pro Henne/ Tag, die unstrukturierte Seite 125,2 g Futter pro Henne/ Tag. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte nicht festgestellt werden. Der Futterverbrauch lag im vorliegenden Versuch mit durchschnittlich 127,1 g/ Henne/ Tag über dem angegebenen Durchschnittsverbrauch von 111,0 g/ Henne/ Tag von HENDRIX- GENETICS (2007). Eine mögliche Ursache hierfür können zum einem die größeren Temperaturschwankungen in der Freilandhaltung sein, die nach PAYNE (1966) zu einem höheren Futterverbrauch führen. Zum anderen verursacht die größere Bewegungsmöglichkeit nach ELWINGER und TAUSON (1999) einen höheren Erhaltungsbedarf, der einen höheren Futterverbrauch nach sich zieht. Die Ergebnisse dieses Versuchs spiegeln diese Annahme wieder. Nach VAN EMOUS (2003) liegt für die Freilandhaltung ein Mehrbedarf von 15 g Futter/ Henne/ Tag vor. Der von ihm angegebene durchschnittliche Futterverbrauch von 127,0 g/ AH/ Tag konnte auch in diesem Versuch gefunden werden.

5.3 Immunstatus und physiologische Blutparameter

Der durchschnittliche **IgY**- Gehalt des **Eidotter** lag in der Versuchsgruppe bei 22,1 mg/ml, in der Kontrollgruppe bei 22,7 mg/ml. Somit lagen die ermittelten Werte über dem von SCHADE et al. (1991) angegebenen Bereich von 10- 20 mg/ml und im Bereich von 3- 25 mg/ml von LÖSCH et al. (1986). Dies spricht für eine ausreichende Immunabwehr des Bestandes. Die höhere Krankheitsanfälligkeit der Kontrollgruppe spiegelt sich in diesen Ergebnissen nicht wieder. Starke Anstiege der Verlaufskurven der IgY- Konzentrationen im Eidotter oder im Serum konnten genauso wenig festgestellt werden, wie auffällige Einbrüche. Die mittlere IgY- Konzentration war bei beiden Gruppen höher als bei BAZER (2005), die Mittelwerte von 15,6- 15,9 mg/ml erhielt. Allerdings erkrankten in ihrem Versuch die Hühner, was ihrer Meinung nach dann möglicherweise erst zu einem Anstieg und später durch den Verbrauch der Antikörper zu einem Einbruch der IgY- Konzentration führte. Nur FITZ (2007) und LICKTEIG (2006) ermittelten im Vergleich höhere IgY- Konzentrationen im Eidotter.

Nach den Immunisierungen gegen IB/ ND kam es, außer nach der Impfung im April, zu dem von POLSON et al. (1980) und RICKE et al. (1988) beschriebenen Anstieg der IgY- Konzentration im Eidotter. Zu beachten ist, dass im April nur IB geimpft wurde und daher die

Immunreaktion etwas geringer ausgefallen sein könnte, dafür spricht, dass zumindest auf der Seite der Kontrollgruppe ein kleiner Anstieg der IgY- Konzentration zu verzeichnen war.

Mit einem durchschnittlichen **IgY**- Gehalt im **Serum** von 12,2 mg/ml auf der Seite der Versuchsgruppe und 12,3 mg/ml auf der Seite der Kontrollgruppe lagen beide Gruppen in dem von REES und NORDSKOG (1981) angegebenen Bereich von 6,60- 13,50 mg/ml. Die Serum IgY- Konzentration ist somit deutlich niedriger, als die Dotter IgY- Konzentration, was die Meinungen von ROSE et al. (1974) und LARSSON et al. (1993) widerspiegelt, die eine höhere IgY- Konzentration im Dotter als im Serum vermuteten. Dieser Konzentrationsunterschied kann durch den aktiven Transport des IgY aus dem Plasma in das Ei, wie von KÜHLMANN et al. (1988) beschrieben, erklärt werden.

In beiden Gruppen lagen die durchschnittlichen **Hämatokritwerte** mit 21,9 % (V) und 22,9 % (K) in dem von FREEMAN (1971) angegebenen Bereich für ovulierende Hennen. Die durchschnittlichen **Hämoglobinwerte** beider Gruppen (10,11 g/dl V und 10,20 g/dl K) decken sich mit den Angaben von SIEGMANN (1992) mit Richtwerten von 10 g/dl. Ferner stimmen die Ergebnisse dieses Versuchs mit den Ergebnissen von BAZER (2005) und FITZ (2007) überein. Beide ermittelten Hämatokritwerte von 20- 22 % und Hämoglobinkonzentrationen knapp unter 10 g/dl. WEIGL (2007) ermittelte in einer Untersuchung zu Klein- und Großvolierenhaltung Hämatokritwerte von 25- 26 % und Hämoglobinwerte von 10,8 g/dl und 10,7 g/dl (Median). Auch BAUMGART (2005) erhielt Hämatokritwerte zwischen 21 % und 22 % und Hämoglobinkonzentrationen zwischen 11,2 und 11,7 g/dl.

Nach SIEGMANN (1992) besitzt der Hämatokrit aufgrund großer Schwankungsbreite nur eine eingeschränkte diagnostische Bedeutung. Dem kann aufgrund der Vielzahl der durchgeführten Untersuchungen im Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München mit ähnlichen Ergebnissen, trotz unterschiedlicher Besatzdichten, Haltungssysteme, Legehennenlinien, Erkrankungen und Fütterungen nur zugestimmt werden. Es ist daher fraglich, ob Hämatokrit und Hämoglobinbestimmungen als Gesundheitsindikatoren in Legehennenhaltungssystemen dienen können.

Die durchschnittlichen **Calciumkonzentrationen** im Serum lagen bei 24,0 mg/dl V und bei 22,9 mg/dl K und waren damit vergleichbar mit den Ergebnissen von BAZER (2005), die auch Konzentrationen von etwa 22-23 mg/dl ermittelte. Bei FITZ (2007) lagen die Medianwerte etwas höher, obwohl er für seinen Versuch das Futter ebenfalls von der Versuchsstation Viehhausen bezog und somit in der Fütterung keine Unterschiede gegeben

waren. Die Serumcalciumkonzentration sank in beiden Gruppen Mitte Januar geringgradig ab und stieg dann bis zum Ende der Legeperiode tendenziell an. Dieser Einbruch hatte offensichtlich keinen Einfluss auf die Eischalenqualität, da in den Kurven der Schalenbruchfestigkeit und der Schalendicke zum entsprechenden Zeitpunkt kein Einbruch zu finden ist. Es ist zu vermuten, dass die Calciumversorgung trotz der geringgradigen Schwankung noch ausreichend für die Eischalenproduktion war oder Calcium kurzfristig aus der medullären Knochensubstanz abgebaut wurde, die als Calciumreservoir dient (VITS et al 2005).

Die durchschnittliche **Serumphosphorkonzentration** betrug 6,5 mg/dl in der Versuchsgruppe und lag damit signifikant über der Konzentration der Kontrollgruppe mit 5,9 mg/dl. FITZ (2007) hingegen ermittelte Serumphosphorkonzentrationen zwischen 7,0 und 7,2 mg/dl und lag mit diesen Ergebnissen etwas über denen dieses Versuchs. Allerdings wurden im vorliegenden Versuch höhere Phosphorkonzentrationen im Serum als bei BAZER (2005) ermittelt, die durchschnittlich 5,0 mg/dl fand. Die signifikant höhere Serumphosphorkonzentration der Versuchsgruppe könnte durch eine stärkere Auslaufnutzung mit vermehrter Grasaufnahme erklärt werden. Andererseits ermittelte FITZ (2007) ohne Auslaufhaltung aber unter Verwendung des gleichen Futters höhere Phosphorkonzentrationen. BAZER (2005) erhielt in Auslaufhaltung insgesamt niedrigere Werte. Folglich ist der signifikante Unterschied zwischen der Serumphosphorkonzentration der beiden Gruppen im vorliegenden Versuch nicht auf die Auslaufnutzung, sondern möglicherweise durch eine Entmischung der Futterbestandteile bei der Lagerung zurückzuführen.

5.4 Bonitierung und Körpergewicht

Bei der Gefiederbeurteilung beider Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei der Endbeurteilung erhielt die Versuchsgruppe eine Durchschnittsnote von 2,65, die Kontrollgruppe die Note 2,75. Im Vergleich zu BAZER (2005) gab es keinen wesentlichen Unterschied der Gefiederqualität in beiden Mobilstalldurchgängen. In Volierenhaltung mit verschiedenen Einstreumaterialien zeigten sich bei der Linie ISA Brown große Unterschiede. FITZ (2007) ermittelte bei der Endbeurteilung Durchschnittsnoten von 1,8- 2,4 und hatte damit eine bessere Befiederung der Tiere, als in diesem parallel laufenden Versuch. Daraus könnte man schließen, dass eine Volierenhaltung mit Auslauf keinen positiven Einfluss auf den Gefiederzustand hat. LEBRIS (2005) untersuchte zwei Legehennenlinien in unterschiedlicher Besatzdichte in Volierenhaltung. Ihre Endbonitierung

ergab Durchschnittsnoten von 1,88 (LSL 9 Hennen/ m²), 2,2 (LSL 18 Hennen/ m²) und 2,8 (LB 18 Hennen/ m²). Sie ermittelte damit Werte, die mit den Ergebnissen dieses Versuchs vergleichbar sind. Dies spricht für eine größere Auswirkung der Besatzdichte auf den Gefiederzustand, als ausschließlich das Haltungssystem. Zu beachten sind auch die Unterschiede zwischen den jeweiligen Hennenlinien.

Das durchschnittliche Körpergewicht lag in der Versuchsgruppe bei 2,09 kg, bei der Kontrollgruppe bei 2,04 kg. Damit wurde das von HENDRIX- GENETICS (2007) angegebene Durchschnittsgewicht von 2,00 kg erreicht. Auch bei FITZ (2007) lag das Durchschnittsgewicht zwischen 2,00 und 2,10 kg. Somit ergaben sich durch die Auslaufhaltung keine Körpermasseverluste.

5.5 Erkrankungen und Verluste

Ein stärkerer Verwurmungsgrad, wie er von GOLZE (1999) und ACHILLES et al. (2002b) in Auslaufhaltung angenommen wird, wurde nicht gefunden. Lediglich in der Kontrollgruppe konnte ein geringgradiger Kokzidienbefall festgestellt werden. In dieser Gruppe kam es im Mai zu erhöhten Verlusten. Das klinische Bild entsprach einer *E. coli* Infektion, die durch pathologische Untersuchungen bei toten Tieren von der Kontrollgruppe mehrmals nachgewiesen wurde. Der von ACHILLES et al. (2002b) angenommene erhöhte Infektionsdruck in alternativen Haltungssystemen konnte daher in diesem Versuch vor allem in der Kontrollgruppe gefunden werden. Ferner kam es, wie von ACHILLES et al. (2002b) beschrieben, zu zusätzlichen Verlusten durch Greifvögel oder eventuell auch anderen Jägern. Manchmal konnte nur aufgrund von Federn oder sonstigen Überresten vermutet werden, dass eine Henne erlegt worden war. Insgesamt konnten sechs Ausfälle gesichert einem Habichtangriff zugeordnet werden, wobei es je drei Tiere pro Gruppe betraf.

Die **Verluste** waren auf der Seite der Kontrollgruppe mit 10,83 % ab der 35. LW wesentlich höher als auf der Seite der Versuchsgruppe mit 5,12 %. Addiert man die Verluste bis zur 35. LW zu diesen Ergebnissen, ergeben sich für die Versuchsseite Verluste von 7,32 % und für die Kontrollseite 13,03 %. Im gleichen Mobilstall mit Auslaufstrukturierung ermittelte BAZER (2005) Verluste von 11,55 % (ST) bzw. 12,00 % (UST). Somit ergaben sich in diesem Versuch zumindest auf der Seite der Versuchsgruppe geringere Verluste. LEYENDECKER (2003) fand in seinen Untersuchungen mit Auslaufhaltung Mortalitätsraten zwischen 4,5 % und 18,3 %, in Volierenhaltung ermittelte er Mortalitätsraten zwischen 5,3 % und 6,9 % (Hennenlinien LSL und LT). FITZ (2007) ermittelte in seiner zeitgleich zum vorliegenden Versuch laufenden Untersuchung, mit Tieren derselben Herkunft, in

Volierenhaltung Verlustraten von 1,10- 4,40 %. Er lag damit deutlich unter den Ergebnissen der beiden Mobilstalldurchgänge. Allerdings sind die Verluste der Versuchsgruppe nur unwesentlich höher, als die von LEYENDECKER (2003) ermittelten Ergebnisse in Volierenhaltung und auch die Kontrollgruppe liegt weit unter seiner ermittelten höchsten Mortalitätsrate von 18,3 % in Auslaufhaltung. Folglich können unter gutem Management auch in der Auslaufhaltung niedrigere Verlustraten erzielt werden.

Bei den **Sektionen** wurde in der Versuchsgruppe bei 95 % der untersuchten Tiere eine Leberverfettung gefunden, in der Kontrollgruppe sogar bei 100 % der untersuchten Tiere. Dies entspricht dem Ergebnis von BAZER (2005), die bei jedem untersuchten Tier eine Leberverfettung fand. FITZ (2007) stellte fest, dass mindestens die Hälfte jeder Gruppe von einer Leberverfettung betroffen war. Eine der Ursachen für das Fettlebersyndrom nach TEGELER (1992) ist eine hochenergetische Fütterung mit eingeschränkter Bewegungsmöglichkeit. Eine Einschränkung der Bewegungsmöglichkeit war in diesem Versuch aufgrund der Volierenhaltung mit Auslauf nicht gegeben, trotzdem trat die Leberverfettung in hohem Grade auf. Nach KEUTGEN et al. (1999) tritt das Fettlebersyndrom in konventioneller Käfighaltung häufiger auf, als in alternativen Haltungssystemen. In der vorliegenden Untersuchung hatten bis auf eine Henne alle untersuchten Tiere eine Fettleber. Nach VITS et al. (2005) ist die Pathogenese des Fettlebersyndroms multifaktoriell und nicht in allen Einzelheiten geklärt. Ebenso ist die Frage ob eine Anfälligkeit bestimmter Legelinien für das Fettlebersyndrom vorliegt noch nicht beantwortet.

Eine Brustbeinverkrümmung konnte bei 50 % der Tiere der Versuchsgruppe und bei 45 % der Tiere der Kontrollgruppe festgestellt werden. BAZER (2005) ermittelte bei mehr als der Hälfte der untersuchten Tiere eine Brustbeinverkrümmung, was auch LICKTEIG (2006) in Volierenhaltung mit 54 % feststellte. Brustbeindeformationen traten bei FITZ (2007) in 50-80 % der Fälle auf. Nach Angaben von KEUTGEN et al. (1999) tritt die Brustbeindeformation am häufigsten in alternativen Haltungssystemen auf, da hier eine große Gefahr für traumatische Frakturen, die aus dem fehlerhaften Anfliegen der Haltungseinrichtungen (z.B. Sitzstangen) resultieren, besteht. Die Auslaufhaltung steht hierbei mit 73,30 % Veränderungen am Brustbein an erster Stelle. Diese Werte konnten in diesem Versuch nicht bestätigt werden. Dies könnte daran liegen, dass die Tiere, durch eine adäquate Aufzucht, Zugang zu Sitzstangen hatten. Nach VITS (2005) kann durch eine möglichst frühzeitige Gewöhnung an diese Haltungseinrichtungen die Inzidenz dieser pathologischen Veränderung deutlich verringert werden.

Die **Knochenbruchfestigkeitsmessung** ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die Medianwerte lagen bei 267,95 N in der Versuchsgruppe und bei 256,49 N in der Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse lagen unter den Ergebnissen von BAZER (2005), die Bruchfestigkeiten von 280,10 N (ST) und 271,70 N (UST) ermittelte und über denen von FITZ (2007) mit Werten von 198,60- 251,80 N. Nach FLEMING et al. (1998) ist der hohe Calciumbedarf verantwortlich für die Entstehung der Osteoporose. Allerdings waren die Serumcalciumkonzentrationen in diesem Versuch mit denen von BAZER (2005) vergleichbar, FITZ (2007) erhielt sogar höhere Werte. Daher scheinen die von BISHOP et al. (2000) angenommene hohe Erblichkeit der Knochenfestigkeit, das Gewicht der Tiere und das Haltungssystem einen großen Einfluss auf die Knochenbruchfestigkeit zu haben. Nach KNOWLES und BROOM (1990) erhöht eine vermehrte Beanspruchung der Knochen deren Bruchfestigkeit. Für die Versuchsgruppe konnten tendenziell höhere Knochenbruchfestigkeitswerte ermittelt werden, was die Vermutung nahe legen könnte, dass die Tiere sich mehr bewegten als die der Kontrollgruppe.

5.6 Verhalten

5.6.1 Methodendiskussion

Durch die Umstellung des Beobachtungsschemas wurde die Genauigkeit der Ergebnisse erhöht. Die Aufteilung der Weide in die drei Beobachtungsbereiche war ausreichend, da sich die Beobachterin nach einer Gewöhnung langsam bewegen konnte, ohne dass die Tiere darauf reagierten. Ein Betreten des Auslaufes führte stets dazu, dass die Tiere in Scharen aus dem Kaltscharraum gelaufen kamen. Um den Einfluss des Betretens der Weide auf die Untersuchung zu minimieren, wurde mit der Zählung und der Beobachtung erst begonnen, wenn das Interesse an der Beobachterin nachließ. Einzelne Tiere genossen offensichtlich die Nähe der Beobachterin, die ihnen Schutz und Schatten spendete. Daher wurden für die Zählungen nur Tiere ab einem Radius von 1,0 m um die Beobachterin erfasst. Eine Beobachtung von Außerhalb (über den Zaun hinweg) wurde versucht, war aber aufgrund der großen Distanz zum Mittelzaun nicht möglich. In diesem Fall konnten zum Beispiel die Tiere, die sich in großer Zahl im Übergangsbereich sonnten, nicht genau gezählt werden. Zudem erregten Personen am Zaun genauso die Aufmerksamkeit der Tiere, so dass kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Beobachtungsmöglichkeiten festgestellt werden konnte.

Allerdings wurde versucht, ein häufiges Wechseln der Weidehälften zu vermeiden, was zu dem oben beschriebenen Beobachtungsschema führte. Nachteilig war hierbei allerdings, dass jede Seite zweimal täglich eine dreiviertel Stunde beobachtet wurde. Aufgrund des Zeitunterschieds waren deshalb gewisse Ungenauigkeiten gegeben. In dem Beobachtungszeitraum von 45 Minuten änderte sich zum Beispiel das Wetter, was einen Einfluss auf das Verhalten der Tiere hatte. Es wurde versucht diese Ungenauigkeit mit dem wöchentlichen Wechsel des Beobachtungsbeginns zu verkleinern.

Die Zählabstände wurden so gering wie möglich gehalten, allerdings musste zwischen den Scan Sampling Intervallen noch Zeit für die Verhaltensbeobachtung zur Verfügung stehen. Da in diesem Versuch auch ein Augenmerk auf das Sozialverhalten wie Körperpicken und Aggression zwischen den Tieren gelegt wurde, musste ein Kompromiss bei der Beobachtung der Strukturelementnutzung eingegangen werden. Die Nutzung der Elemente wurde im Scan Sampling erfasst. Daher wurden Nutzungen außerhalb des Scan Sampling Intervalls nicht festgehalten. Dies sollte bei der späteren Diskussion der Elementnutzung mitbedacht werden.

5.6.2 Auslaufnutzung

Ein gesicherter Unterschied in der Gesamtauslaufnutzung der beiden Gruppen unabhängig vom Klima konnte nicht festgestellt werden. Die Versuchsgruppe nutzte den Auslauf mit durchschnittlich 20,24 % der Tiere, tendenziell mehr als die Kontrollgruppe mit 15,76 % der Tiere. Eine bessere Nutzung des Kaltscharraumes durch die unstrukturierte Gruppe, wie von BAZER (2005) beschrieben, konnte in dieser Studie nicht gefunden werden. Vielmehr wurde in diesem Durchgang der Kaltscharraum signifikant häufiger von der Versuchsgruppe (strukturiert) besucht.

Im Übergangsbereich hielten sich in beiden Gruppen signifikant mehr Tiere im als im stallnahen und stallfernen Bereich auf. Diese Beobachtung wurde auch von NIEBUHR et al. (2000) in ihrer Untersuchung zum Einfluss der Gruppengröße auf die Auslaufnutzung gemacht. In allen Gruppen hielten sich über 40 % der Tiere in einer Entfernung vom Stall bis zu 25 m im Auslauf auf. In einer Entfernung von 50- 75 m vom Stall hielten sich in allen Gruppen nur noch etwa 10 % der Tiere auf. Die von PETERMANN (2003) beschriebene Entstehung von „Kraterlandschaften“ in der Nähe vom Stall konnte teilweise trotz des eingefassten Bereichs mit Holzhackschnitzeln gefunden werden. Gerade am Mittelzaun mit Sichtschutz gruben die Tiere Löcher und es musste immer wieder ein Wechsel von Tieren durch diese Löcher verhindert werden.

Die meisten Tiere hielten sich bei Temperaturen zwischen 0- 20 °C im Auslauf auf. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Beobachtungen von BAZER (2005). REICHHARDT et al. (2004) beobachteten, dass die Hennen einen Temperaturbereich von 10- 20 °C bevorzugten. Im Temperaturbereich von >10- 20 °C waren in diesem Versuch signifikant mehr Hühner der Versuchsgruppe im Auslauf und es hielten sich signifikant mehr Tiere dieser Gruppe im stallfernen Bereich auf, als auf der Seite der Kontrollgruppe. Bei Temperaturen über 20 °C waren tendenziell mehr Hühner der Versuchsgruppe im Auslauf als auf der Kontrollseite. Bei sehr hohen Temperaturen und starker Sonnenstrahlung konnte beobachtet werden, dass auf der Kontrollseite kein einziges Tier war, auf der Seite der Versuchsgruppe hingegen einzelne Tiere unter den Elementen im Schatten saßen. Dies entspricht den Beobachtungen von ZELTNER und HIRT (2004), die ebenfalls feststellten, dass die Tiere sich gerne unter den Schatten bietenden Elementen aufhielten.

Ein Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Auslaufnutzung konnte in diesem Versuch nicht nachgewiesen werden. Bei Windgeschwindigkeiten >2,5 m/s waren tendenziell mehr Hennen der Versuchsgruppe im Auslauf. Die Beobachtungen von BAZER (2005), dass sich bei Windgeschwindigkeiten >2,5 m/s tendenziell weniger Tiere im Auslauf befanden, konnte in diesem Versuch nicht nachgewiesen werden. Allerdings fiel auf, dass der Mittelzaun mit Sichtschutz gerne als Leit- und Schutzelement genutzt wurde, so dass je nach Windrichtung mal die Versuchsseite (im Westen) und mal die Kontrollseite (im Osten) den Zaun als Deckung und Schutz benutztten. Nach FÖLSCH (1981) und HUGHES und DUN (1984) werden starker Wind und Regen von den Hühnern gemieden. So konnte bei einsetzendem Niederschlag beobachtet werden, wie die Tiere sich schüttelten und sich in den Kaltscharraum zurückzogen.

Von Mitte Januar bis Mitte März 2005 war der Auslauf schneebedeckt. Ständiger Neuschnee und teilweise Windböen sorgten für eine hohe Schneedecke, die in den acht Wochen stets mindestens so hoch war wie die Tiere selber. Dies führte dazu, dass die Tiere sich nur im Übergangsbereich bis zur Schneegrenze aufhielten und Schnee pickten.

Auch wenn die statistischen Ergebnisse einen Unterschied zwischen der Gesamtauslaufnutzung beider Gruppen nur im Temperaturbereich von >10- 20°C zeigen, so konnte subjektiv teilweise eine andere Beobachtung gemacht werden. So zeigte der Bewuchs der Weiden eine unterschiedliche Nutzung und Verteilung der Tiere. Auf der Seite der Versuchsgruppe wurde der Auslauf gleichmäßiger abgeweidet. Diese Beobachtung wird durch den signifikanten Unterschied bei der Nutzung des stallfernen Bereiches durch die Versuchsgruppe bestätigt. Auf der Seite der Kontrollgruppe entstand hingegen ein Halbbogen vom Mittelzaun zum Stall. Der Mittelzaun wurde gerade von der Kontrollgruppe als

Leitelement genutzt, wohingegen um die meisten Flachdächer der Versuchsseite eine Zerstörung des Bewuchses erkennbar war und die Vermutung nahe legt, dass die Tiere die Flachdächer als Schutz- und Schattenspender annahmen.

Im Hinblick auf den Einfluss der Hähne auf die Auslaufnutzung konnte vereinzelt beobachtet werden, wie die Hähne mit einer Gruppe von Hennen im Gefolge in den Auslauf kamen und die Hennen mit Lockrufen zum Futtersuchverhalten aufforderten. Auch warnten die Hähne bei drohender Gefahr mit lauten Rufen und verursachten damit häufig die Flucht der Herde in den Stall. Diese Schutz- und Warnfunktion der Hähne beschrieben auch HÜLSMANN et al. (1998).

5.6.3 Nutzung der Strukturelemente

Das stallnahe Flachdach 1 wurde bevorzugt genutzt. Auch Element 5 am Außenzaun wurde gut angenommen. Element 7 in der Ecke von Mittelzaun und Außenzaun wurde am wenigsten genutzt.

Da die Versuchsstation Viehhausen in der Einflugsschneise des Münchner Flughafens liegt, zog jeder Überflug eine Flucht nach sich. Auch BAZER (2005) konnte diese Reaktion beobachten und vermutete, dass die Flugzeuge in Bezug auf ihre Form einem Greifvogel ähneln. Nach GRAUVOGEL (1997) ist die Angst vor Flugobjekten stark an die Form von Raubvögeln gebunden. BAZER (2005) stellte fest, dass eine Gewöhnung an Flugzeuge nie stattfand, wohingegen die Krähen mit der Zeit toleriert wurden. In diesem Versuch kam es bei den Krähen immer darauf an, ob sie sich in der Nähe aufhielten oder den Auslauf überflogen. Bei einem Überflug konnte zwischendurch noch eine Flucht beobachtet werden. Nach ACHILLES et al. (2002b) gilt der Stall als sicherster Zufluchtsort, allerdings werden bei weiter Entfernung der Hennen zum Stall auch Zwischendeckungen genutzt. Im vorliegenden Versuch wurde bei einer Flucht, je nach Gefahrenlage, zuerst das nächstgelegene Element aufgesucht um von dort aus weiter in den Kaltscharrraum zu fliehen. Wurde die Gefahr als nicht so groß empfunden, suchten die Tiere kurz unter den Elementen Deckung und wanderten, wenn die Gefahr vorüber war wieder scharrend und pickend über den Auslauf. Die Kontrollgruppe floh stets in den Kaltscharrraum, so dass bei Gefahr kein einziges Tier mehr im Auslauf war.

Die Strukturelemente sollen die Verteilung der Tiere im Auslauf verbessern, die Nutzung des Auslaufes erhöhen und ferner verhindern, dass die Tiere immer weite Strecken in den Stall fliehen müssen. In diesem Versuch konnte eine vermehrte Auslaufnutzung durch die Versuchsgruppe nur im Temperaturbereich von $>10\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nachgewiesen werden. Der

stallferne Bereich wurde aber von dieser Gruppe signifikant mehr genutzt, was einer besseren Verteilung der Tiere im Auslauf entspricht.

Die auf den ersten Blick relativ geringe durchschnittliche Nutzung der Elemente kommt zum einem dadurch zustande, dass sich im Schnitt 80 Tiere im Auslauf aufhielten, denen aber acht Elemente zur Verfügung standen. Zum anderen wurde die Nutzung der Elemente wie schon erwähnt im Scan Sampling und damit die Nutzung zu einem bestimmten Zeitpunkt erfasst. Wäre auf die Elementnutzung das behavior sampling angewandt worden, wäre nach subjektiver Einschätzung eine höhere Nutzung festgestellt worden, da in einem definierten Zeitraum jede Nutzung erfasst worden wäre. Zudem nutzten die Tiere die Flachdächer, wie oben beschrieben, als Deckung bei Gefahr. Auch diese Nutzung wurde aufgrund der Beobachtungsmethode nicht gezählt.

5.6.4 Komfortverhalten

Gefiederpflege wurde in beiden Gruppen signifikant häufiger im Kaltscharraum als im Gesamtauslauf gezeigt. Zwischen der Ausübung der Gefiederpflege in den beiden Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Im Kaltscharraum konnten durchschnittlich 11,89 % (V) bzw. 10,42 % (K) der Tiere bei der Gefiederpflege beobachtet werden. Nach OESTER et al. (1997) verbringen alle Geflügelarten sehr viel Zeit mit der Gefiederpflege, was in diesem Versuch bestätigt werden konnte. Nach ACHILLES et al. (2002b) zählen zur Körperpflege- und Komfortverhalten das Sichputzen, Fuß- und Flügelstrecken, Flügelheben, das Sandbaden, sowie das Sonnenbaden. In diesem Versuch konnten alle aufgezählten Verhaltensweisen beobachtet werden. Das Sonnenbaden wurde zwar nicht miterfasst, wurde aber bei Sonnenschein und Wärme vor allem im Übergangsbereich an den Eingängen zum Kaltscharraum sehr häufig gesehen. Das Sandbaden wurde mit 3,40 % (V) und 3,83 % (K) vor allem im Kaltscharraum gezeigt. Hierbei bevorzugten die Tiere sonnige Flächen. Bei schönem Wetter konnte das Sandbaden gelegentlich auch im Übergangsbereich in der Nähe der Eingänge beobachtet werden. Nach Meinung von VESTERGAARD et al. (1999) und DUNCAN (1998) geht von gerade staubbadenden Tieren ein visueller Stimulus aus. Diese Beobachtung konnte auch im vorliegenden Versuch gemacht werden. An manchen Beobachtungstagen, wenn die Sonne in den Kaltscharraum schien, wurde beobachtet, wie immer mehr Tiere sich zum Sandbaden in der Nähe von staubbadenden Tieren niederließen und einen nach VAN LIERE (1992) vollständigen Ablauf des Staubbades zeigten. Ein Unterschied in der Häufigkeit dieses Verhaltens zwischen den beiden Gruppen wurde nicht gefunden.

5.6.5 Sozialverhalten

Auf der Seite der Kontrollgruppe wurden im Kaltscharraum signifikant mehr Körperpickaktionen zwischen den Hennen beobachtet als auf der Seite der Versuchsgruppe. In den übrigen Beobachtungsbereichen lag kein signifikanter Unterschied vor. Im Hinblick auf das Auftreten von Federpicken konnte BAZER (2005) zwischen der strukturierten und der unstrukturierten Gruppe keinen signifikanten Unterschied finden. Die meisten Federpickaktionen wurden im vorliegenden Versuch im Kaltscharraum und im Übergangsbereich verzeichnet. Auf der Seite der Versuchsgruppe nahm das Körpicken vom Übergangsbereich zum stallfernen Bereich tendenziell ab, so dass im stallfernen Bereich signifikant weniger Tiere bepickt wurden als im stallnahen oder im Übergangsbereich. Auf der Seite der Kontrollgruppe konnte zwischen den Pickaktionen im stallnahen und stallfernen Bereich kein Unterschied gefunden werden. Dies spricht für eine bessere Verteilung der Tiere im strukturierten Auslauf.

Die Hähne wurden von den Hennen der Versuchsgruppe im Kaltscharraum tendenziell weniger, im Gesamtauslauf signifikant weniger bepickt als von den Hennen der Kontrollgruppe. Am Ende der Legeperiode waren nur noch sechs von zehn Hähnen in der Herde. Es wurde mehrmals beobachtet wie ein Hahn von mehreren Hennen verfolgt und stetig bepickt wurde. Nach HARLANDER- MATAUSCHECK (2003) kann das Halten von Hähnen in der Herde zu einem Problem werden, wenn die Anzahl der Hähne zu gering ist, da sie in diesem Fall häufig attackiert und bepickt werden. Die Empfehlungen über das Geschlechterverhältnis schwanken zwischen 1: 20 und 1: 100. In diesem Versuch lag zu Beginn der Legeperiode ein Geschlechterverhältnis von 1: 90 vor. Die Hähne wurden in diesem Durchgang teilweise so bepickt, dass sie zum Teil kaum noch befiedert waren und Pickverletzungen hatten, so dass sich dieses Geschlechterverhältnis im vorliegenden Versuch nicht bewährte. Im zeitgleich verlaufenden Versuch von FITZ (2007) mit der gleichen Legelinie vom selben Aufzuchtsbetrieb konnte diese Beobachtung nicht gemacht werden, obwohl dasselbe Geschlechterverhältnis vorlag. Allerdings bestand bei FITZ (2007) eine Gruppe nur aus 90 weiblichen Tieren und einem Hahn. Folglich scheint es nicht nur auf das Geschlechterverhältnis, sondern vielmehr auf die absolute Gruppengröße anzukommen. Eine Untersuchung von GUHL (1953) zeigte, dass Hennen in der Lage sind mit bis zu 96 Tieren stabile soziale Gruppen zu bilden. Dies könnte erklären, weshalb FITZ (2007) in seinem Versuch Aggressionsverhalten und Körpicken aufgrund des vereinzelten Auftretens nicht auswerten konnte. Im vorliegenden Versuch war die Gruppengröße mit je 450 Tieren, trotz niedriger Besatzdichte, vermutlich aufgrund des häufigen Aufeinandertreffens fremder Tiere

und instabiler Rangordnung, eine Ursache für das häufigere Auftreten von Körperpicken, was schließlich zu einer schlechteren Gefiederqualität führte als in der Untersuchung von FITZ (2007). Auch NICOL et al. (1999) stellten bei größeren Gruppen mit größerer Dichte eine Zunahme von mäßigem Federpicken und eine Verschlechterung des Gefieders fest.

Zu Aggression unter den Hennen kam es im Kaltscharraum in beiden Gruppen mit durchschnittlich 1,11 % signifikant häufiger als im Gesamtauslauf mit durchschnittlich 0,54 %. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen konnte im Hinblick auf Aggressionsverhalten nicht nachgewiesen werden. Allerdings wurde das Aggressionsverhalten im Kaltscharraum wesentlich weniger oft beobachtet als das Körperpicken zwischen Hennen mit 9,05 % (V) bzw. 11,64 % (K).

Aggression zwischen Hähnen konnte vereinzelt beobachtet werden. Allerdings waren die Anzahl der Hähne und die Anzahl der Aktionen so gering, dass eine Auswertung nicht möglich war. Die Hähne gingen sich mit ihren Gruppen soweit möglich aus dem Weg und verteilten sich in den verschiedenen Bereichen.

5.7 Schlussfolgerung

In Bezug auf die Leistungsparameter, konnte ein signifikanter Unterschied nur in der Legeleistung nachgewiesen werden. Im Verlauf der Legeperiode lag die Legeleistung der Versuchsgruppe meist über der Leistung der Kontrollgruppe. Bei der Anzahl der verlegten Eier konnte die Versuchsgruppe nur tendenziell besser abschneiden. Im Vergleich der übrigen Leistungs- und Produktmerkmale bestand zwischen den Gruppen kein gesicherter Unterschied.

Bei den Parametern für die Überprüfung des Gesundheitszustandes der Hennen konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden, mit Ausnahme der höheren Phosphorkonzentration im Serum der Versuchsgruppe. Allerdings waren die Ergebnisse der Versuchsgruppe bei der Bonitierung und der Untersuchung der Knochenbruchfestigkeit tendenziell besser als die der Kontrollgruppe. Ein großer Unterschied konnte bei den erfassten Verlusten gesehen werden. Hier schritt die Versuchsgruppe deutlich besser ab, obwohl in beiden Gruppen gleichviele Tiere von Greifvögeln ergriffen wurden.

Hinsichtlich der Auslaufnutzung konnte mit Hilfe der Strukturelemente teilweise eine signifikant höhere Tierzahl und eine bessere Verteilung der Tiere im Auslauf erreicht werden. Allgemein war die Auslaufnutzung durch die Versuchsgruppe tendenziell höher.

Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis Komfortverhalten wurden in beiden Gruppen gleichermaßen gezeigt. Allerdings konnten deutliche Unterschiede in der Häufigkeit des Federpickens zwischen den beiden Gruppen gesehen werden. So bepickten sich Hennen im Kaltscharrraum der Versuchsgruppe signifikant weniger als die Tiere der Kontrollgruppe. Im Gesamtauslauf konnte dieser Unterschied nicht gefunden werden. Hähne wurden in der Versuchsgruppe im Kaltscharrraum tendenziell, im Gesamtauslauf signifikant weniger bepickt. Auf die Häufigkeit von aggressiven Auseinandersetzungen hatte die Auslaufstrukturierung hingegen keinen Einfluss.

Abschließend ist festzustellen, dass die Auslaufstrukturierung nur in einzelnen Bereichen eine positive Wirkung entfaltete und die Ergebnisse beider Gruppen sich häufig entsprachen. Da sich negative Effekte einer Auslaufstrukturierung aber in keinem Falle zeigten und sich die Flachdächer einfach und kostengünstig herstellen lassen, können sie aufgrund der Erfahrungen aus diesem Versuch grundsätzlich empfohlen werden.

6 Zusammenfassung

Einfluss einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern auf die Gesundheit, Leistung und das Verhalten von Legehennen in Freilandhaltung.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Auswirkungen einer Auslaufstrukturierung mit Flachdächern auf die Gesundheit, Leistung und das Verhalten untersucht. Die Tiere gleicher Herkunft (ISA Brown) wurden in zwei Gruppen mit je 450 Legehennen in einen unterteilten Mobilstall eingestallt. Der Versuchsgruppe (V) stand ein Grünauslauf mit acht Flachdächern, der Kontrollgruppe (K) nur ein reiner Grünauslauf zur Verfügung.

Die Nutzungsdauer betrug 322 Tage (= 46 Legewochen).

In der Versuchsgruppe lag die mittlere **Gesamtlegeleistung** mit 83,3 % signifikant über der Kontrollgruppe mit 80,9 %. Der Unterschied in Bezug auf den **Anteil verlegter Eier** war nicht signifikant. Die Versuchsgruppe schnitt mit 6,4 % tendenziell besser ab als die Kontrollgruppe mit 7,6 %. **Bruch- und Knickeier** waren 3,5 % (V) bzw. 3,9 % (K) aller gelegten Eier. Der Unterschied war nicht signifikant. Das durchschnittliche **Gewicht der untersuchten Eier** lag bei 64,8 g (V) bzw. 64,2 g (K) und stieg im Verlauf der Legeperiode tendenziell an. Mehr als die Hälfte der Eier beider Gruppen wurden der **Eigewichtsklasse L** zugeteilt. Die mittlere **Bruchfestigkeit der Eischalen** lag in der Versuchsgruppe bei 30,4 N, in der Kontrollgruppe ohne signifikanten Unterschied bei 30,6 N. Die durchschnittliche **Eischalendicke** lag bei 0,41 mm (V) bzw. 0,40 mm (K). Die Kontrollgruppe hatte mit 125,2 g/Tier/d einen tendenziell niedrigeren **Futterverbrauch** als die Versuchsgruppe mit 128,9 g/Tier/d.

Für die mittlere **IgY- Konzentration im Eidotter** (22,1 mg/ml V bzw. 22,7 mg/ml K), die mittlere **IgY- Konzentration im Serum** (12,2 mg/ml V und 12,3 mg/ml K), den **Hämatokritmittelwert** (21,9 % V und 22,9 % K), die **Hämoglobinmittelwerte** (10,1 g/dl V und 10,2 g/dl K) und die mittlere **Calciumkonzentration** im Serum (24,0 mg/ml V und 22,9 mg/ml K) konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Die mittlere **Phosphorkonzentration** im Serum der Versuchsgruppe lag mit 6,5 mg/ml signifikant über dem Wert der Kontrollgruppe mit 5,9 mg/ml.

Der **Gefiederzustand** der Versuchsgruppe war am Ende der Legeperiode mit einer Note von 2,65 tendenziell besser als der Gefiederzustand der Kontrollgruppe mit 2,75. Das durchschnittliche **Körpergewicht** lag bei 2,09 (V) bzw. 2,04 kg (K). Die erfassten **Verluste** waren in der Kontrollgruppe mit 13,0 % deutlich höher als auf der Versuchsseite mit 7,3 %.

In der Versuchsgruppe wiesen 50 % der untersuchten Tiere eine **Brustbeinverkrümmung** auf, in der Kontrollgruppe 45 %. Eine **Leberverfettung** wurde bei 95 % der untersuchten Tiere auf der Versuchsseite und bei 100 % der untersuchten Tiere der Kontrollseite gefunden. Die Medianwerte der **Knochenbruchfestigkeit** (Oberschenkel) lagen mit 268,0 N auf der Versuchsseite tendenziell über den Werten der Kontrollseite mit 256,5 N.

Die Versuchsgruppe **nutzte** den **Auslauf** mit durchschnittlichen 20,2 % der Tiere tendenziell mehr als die Kontrollgruppe mit 15,8 % der Tiere. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Auslaufnutzung der beiden Gruppen konnte nur im **Temperaturbereich von >10- 20 °C** gefunden werden. Hierbei nutzten durchschnittlich 28,9 % der Tiere den strukturierten Auslauf und nur 19,4 % der Tiere den unstrukturierten Auslauf. Zudem hielten sich sowohl in diesem Temperaturbereich, als auch allgemein signifikant mehr Tiere der Versuchsgruppe im stallfernen Auslaufbereich auf als auf der Kontrollseite. Allgemein bevorzugten die Tiere beider Gruppen **Außentemperaturen** zwischen 0 und 20 °C. Ein Einfluss von **Windgeschwindigkeit** und **Strahlungsintensität** auf die Auslaufnutzung konnte nicht gefunden werden. Die **Strukturelemente** wurden gut angenommen. Die Tiere hielten sich vor allem unter den Elementen auf, auf den Elementen waren wesentlich weniger Tiere zu sehen. Die Flachdächer wurden zum Schutz bei drohender Gefahr zügig aufgesucht und der von ihnen gebotene Schatten wurde gerne angenommen. Im Hinblick auf die ausgeübten Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis des **Komfortverhaltens** konnte zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied gefunden werden. **Körper- bzw. Federpicken** wurde unter den Hennen im Kaltscharrraum der Kontrollgruppe signifikant häufiger beobachtet als auf der Versuchsseite. Ein derartiger Unterschied bestand im Gesamtauslauf nicht. Die Hähne wurden von der Versuchsgruppe im Kaltscharrraum tendenziell, im Gesamtauslauf signifikant weniger bepickt als in der Kontrollgruppe. Ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit des **aggressiven Verhaltens zwischen weiblichen Tieren** konnte nicht nachgewiesen werden.

7 Summary

Influence of an area structured with flat roofs on health, productivity and behaviour of free range laying hens.

The present paper examined the effects of an area structured with flat roofs on health, productivity and behaviour. Animals of the same line (ISA Brown) were arranged into two groups with 450 laying hens each in a divided mobile barn. The experimental group (V) was provided with a green space with eight flat roofs, the control group (K) only with a green space. The using period was 322 days (= 46 laying weeks).

The average total laying productivity of the experimental group was 83.3 %, significantly higher than the control group with 80.9 %. The difference concerning the amount of misplaced eggs was not significant. The experimental group performed slightly better (6.4 %) than the control group (7.6 %). 3.5 % (V) respectively 3.9 % (K) of all laid eggs were broken and cracked eggs. The difference was not significant. The average weight of the examined eggs was 64.8 g (V) respectively 64.2 g (K) and increased slightly during the laying period. More than half of the eggs of both groups were assigned the egg-weight class L. The average breaking resistance of the eggshells was 30.4 N in the experimental group and with no significant difference 30.6 N in the control group. The average thickness of the eggshell was 0.41 mm (V) respectively 0.40 mm (K). The feed consumption of the control group (125.2 g/ animal/ d) was slightly lower than that of the experimental group (128.9 g/ animal/ d).

No significant differences could be detected for the IgY-concentration of the egg yolk (22.1 mg/ml V versus 22.7 mg/ml K), the average IgY-concentration of the serum (12.2 mg/ml V versus 12.3 mg/ml K), the haematocrit value (21.9 % V versus 22.9 % K) the mean haemoglobin values (10.1 g/dl V versus 10.2 g/dl K) and the mean calcium concentration of the serum (24.0 mg/ml versus 22.9 mg/ml K). The mean phosphor concentration of the serum of the experimental group (6.5 mg/ml) was significantly higher than the value of the control group (5.9 mg/ml).

At the end of the laying period, the plumage condition of the experimental group was marked slightly better (2.65) than the plumage condition of the control group (2.75). The average body weight was 2.09 kg (V) respectively 2.04 kg (K). The registered losses were clearly higher within the control group (13.0 %) than within the experimental group (7.3 %).

50 % of the animals of the experimental group and 45 % of the control group showed a distortion of the breast bone. 95 % of the experimental animals and 100 % of the control

animals was diagnosed a fatty liver. The medium values of the breaking resistance (thigh) were slightly higher within the experimental group (268.0 N) than within the control group (256.5 N).

The experimental group used the open space slightly more frequently (20.2 %) than the control group (15.8 %). A significant difference between the use of the open space of both groups could only be detected in the temperature range of $>10-20^\circ\text{ C}$. Here, 28.9 % of the animals used the structured area and only 19.4 % of the animals the non-structured area.

Besides, significantly more animals of the experimental group remained in the area remote from the barn than animals of the control group, regardless of the temperature.

Generally, the animals of both groups preferred outside temperatures between 0 and 20° C .

No influence of wind speed and radiation intensity on the use of the open space could be detected. The structural elements were well accepted. The animals rested preferably under the elements, considerably less animals were seen on the elements. The flat roofs were used as well as a shelter from imminent danger and as sun protection. Concerning the shown behaviour patterns of comfort behaviour, no significant difference between both groups could be detected. Body and feather picking was observed with significantly higher frequency within the hens of the control group in the winter garden. This difference could not be found in the whole open area. The roosters of the experimental group in the winter garden were pecked slightly fewer, in the whole open area significantly fewer than in the control group. A significant difference in the frequency of aggressive behaviour between female animals could not be detected.

8 Literaturverzeichnis

Abrahamsson, P.; Tauson, R. (1995): Aviary systems and conventional cages for laying hens- effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* **45**, 191- 203.

Abrahamsson, P.; Tauson, R.; Appleby, M.C., (1996): Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Br. Poult. Sci.* **37**, 521- 540.

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

Achilles, W; Fölsch, D.W.; Freiberger, M.; Golze, M.; Haidn, B.; Hiller, P.; Hörning, B.; Janzen, A.; Klemm, R.; Leopold, A.; Najati, M.; Trei, G.; Van den Weghe, H.; Van den Weghe, S. (2002a): Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung BMVEL-Modellvorhaben. *KTBL- Schrift 399*, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 19- 23.

Adam, T. (1973): Toleranzgrenzen für gasförmige Umweltfaktoren. *Züchtungskunde* **45** (3), 162- 178.

Anonymous (2005): Legeleistungsprüfung für Hühner 2002/ 2004. *DGS- Magazin* **1**, 15- 19.

Antillon, A.; Scott, M.L.; Krock, L.; Wassermann, R.H. (1977): Metabolic response of laying hens to different dietary levels of Ca, P and vitamin D. *Cornell vet.* **67**, 413- 444.

Appleby, M.C.; Hughes, B.O.; Elson, H.A. (1992): *Poultry Production Systems- Behaviour, Management and Welfare*. CAB International, Wallingford, UK.

Baumgart, B. (2005): Tiergesundheit, Verhalten und Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Besatzdichte bei Legehennen in Volierenhaltung. *Diss. vet. med.*, München

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. *Austral. J. Exp. Agric.* **37**, 523- 529.

Bazer, D. (2005): Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung. Diss. vet. med., München.

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

Bessei, W. (1999): Leistungsprüfungen in der Geflügelproduktion.

In: Bessei, W. (Hrsg.): Bäuerliche Hühnerhaltung, 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, 120- 125.

Bessei, W. (2006): Legehennenhaltungssysteme der Zukunft – wo liegen ihre Stärken und Schwächen. *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung* **10**, 237- 243.

Bishop, S.C.; Fleming, R.H.; McCormack, H.A.; Flock, D.K.; Whitehead, C.C. (2000): Inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. *Br. Poult. Sci.* **41**, 33- 40.

Büscher, W.; Wallenfang; Schmitt; Schneider; Bessei, W.; Eckhof, W.; Diekman, B. (2003): Umweltbelastungen durch Legehennenhaltungssystme.

In: Jacobs, A.K.; Windhorst, H.W. (2003): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarische Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe Band **22**, 88- 113.

Cordts, C.; Schmutz, M.; Preisinger, P. (2001): Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung der Schalenstabilität von Eiern. *Lohmann Information* **3**, 15- 18

Duncan, I.J. (1998): Behavior and behavioral needs. *Poult. Sci.* **77**, 1766- 1772.

Elbe, U. (2004): Erfahrungen mit Legehennen im Freiland- Haltungssystem. Überregionale Geflügelfachtagung der Landwirtschaftskammer NRW (03.05.2004), Landwirtschaftszentrum Haus Düsse.

Elwinger, K.; Tauson, R. (1999): Välj rätt hönor vid golvinhysning. Fakta jordbruk 1999 (1). SLU Publikationsjänst, Box 7075, 75007 Uppsala, Sweden.

Erhard, M.; Von Quistorp, I.; Schranner, I.; Jüngling, A.; Kaspers, B.; Schmidt, P.; Kühlmann, R. (1992): Development of Specific Enzyme- Linked Immunoglobulins G, M and A Using Monoclonal Antibodies. Poult. Sci. **71**, 302- 310.

Fitz, B. (2007): Vergleichende Untersuchungen zu Gesundheit, Leistung und Verhalten von Legehennen mit unterschiedlichen Einstreumaterialien in Volierenhaltung. Diss. vet. med., München.

Fleming, R.H.; Whitehead, C.C.; Alvey, D.; Gregory, N.G.; Wilkins, L.J. (1994): Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. Br. Poult. Sci. **35**, 651- 662.

Fleming, R.H.; McCormack, H.A.; McTeir, L.; Whitehead, C.C. (1998): Medullary bone and humeral breaking strength in laying hens. Res. Vet. Sci. **64**, 63- 67.

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

Flock, D.K.; Heil, G. (2001): Eine Langzeitanalyse der Leistungsentwicklung weißer und brauner Legehybriden anhand von Ergebnissen der amtlichen deutschen Legeleistungsprüfungen von 1974/75 bis 1997/99. Arch. Geflügelk. **1/2002**, 1- 20.

Fölsch, D.W. (1981): Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden.

In: Fölsch, D.W.; Vestergaard, K. (Hrsg.): Das Verhalten von Hühnern. Tierhaltung Bd. 12; Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart, 9- 114.

Freeman, B.M. (1971): The corpuscles and physical characteristics of blood.

In: Bell, D.J.; Freeman, B.M. (Hrsg.) 1971: Physiology and biochemistry of the domestic fowl (2), Academic Press, London, New York, 841- 850.

Fröhlich, E.; Oester, H. (2003): Wege zu Alternativen in der Legehennenhaltung. KTBL-Schrift **418**, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 9-18.

Gesellschaft für Versuchstierkunde SOLAS, Ausschuss für Ernährung der Versuchstiere (2006): Fütterungskonzepte und -methoden in der Versuchstierhaltung und im Tiersversuch: Huhn. Internetquelle (Datum des Zugriffs: 19.06.2007).

Golze, M. (1999): Neue Erkenntnisse über Tiergesundheit in der Freilandhaltung.

DGS **51**, 6- 7.

Golze, M.; Klemm, R.; Leopold, A. (2002):

Stadtgut Görlitz in:

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

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

Gratzl, E.; Köhler, H. (1968): Ernährungsstörungen.

In: Gratzl, E. (Hrsg.)1968: Spezielle Pathologie und Therapie der Geflügelkrankheiten. Enke Verlag. Stuttgart, 945- 953.

Grauvogel, A. (1997): Artgemäße und rentable Nutztierhaltung. Verlags Union Agrar, BLV verlags- Ges., München, Wien, Zürich, 161-195.

Guhl, A.M. (1953): The social behavior of domestic fowl. Technical Bulletin No. **73**, Kansas State University Agricultural Experiment Station, 48 pp.

Häne, M. (1999): Legehennenhaltung in der Schweiz 1998- Schlussbericht zum Forschungsprojekt 2.97.1 des Bundesamtes für Veterinärwesen. Zentrum für tiergerechte Haltung- Geflügel und Kaninchen. Zollikofen, Schweiz.

Harlander- Matauscheck, A. (2001): Auslaufnutzung von Legehennen unter besonderer Berücksichtigung von Gruppengröße und Schlupflochbreite. Diss. vet. med., Wien.

Harlander- Matauscheck, A. (2003): Alternative Legehennenhaltung- Hähne- Überflüssige Futtervertilger? DGS **39**, 29-30.

Heider, G.; Montreal, G. (1992): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. **Band I:** Allgemeiner Teil und Spezieller Teil1. **Band II:** Spezieller Teil 2. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.

Hughes, B.O.; Dun, P. (1984): A comparison of hens housed intensively in cages or outside on range. Proc. Abstr. XVII. Worlds Poult. Cong. Exhib., Finnish branch of WPSA, Helsinki, 432-433.

Hülsmann, A.; Trei, G.; Fölsch, D.W. (1998): Beobachtung, Erfassung und kritische Wertung des Verhaltens von Hühnern, insbesondere von Hähnen, in Volierenhaltung mit Auslauf.

In: Dtsch. Vet. Med. Ges. (Hrsg.): Tierschutz und Nutztierhaltung. DVG Verlag, Gießen, 107-120.

Jacobs, A.K.; Windhorst, H.W. (2003): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarische Intensivgebieten, Vechta. Weiße Reihe Band **22**, 240p.

Jelkmann, W.; Sinowitz, F. (1996): Physiologie: Kurzlehrbuch. Dt. Ärzte- Verlag, ISBN 978- 3769170368, Köln.

Keppler, C. (2005): Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen- Wo liegen die Ursachen? Vortrag im Rahmen des Workshops „Zukunft der Legehennenhaltung“ im Wissenschaftszentrum der Technischen Universität München.

Keutgen, H.; Wurm, S.; Ueberschär, S. (1999): Pathologisch- anatomische Untersuchungen bei Legehennen aus verschiedenen Haltungssystemen. Dtsch. tierärztl. Wschr. **106**, 125- 188.

Klingensmith, P.M.; Hester, P. (1983): The relationship of dietary levels of P to the production of soft- shelled and shell- less eggs. Poult. Sci. **62**, 1860- 1868.

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

Kolb, E. (1992): Störungen infolge eines Mangels bzw. eines Überschusses an Mineralstoffen. In: Heider, G.; Montreal, G. (Hrsg.) 1992: Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Band II, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 539- 548.

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

Kühlmann, R.V.; Wiedemann, V.; Schmidt, P.; Wanke, R.; Linckhe, E.; Lösch, U. (1988): Chicken egg antibodies for prophylaxis and therapy of infectious interstitial diseases. I. Immunization and antibody determination. J. Vet. Med. Band **35**, 610- 616.

Lange, K. (1996): Alternative Haltungssysteme: Hennen in Volieren leistungsschwächer. DGS- Magazin **40**, 34- 40.

Larsson, A.; Balow, R.M.; Lindahl, T.; Forsberg, P.O. (1993): Chicken antibodies taking advantage of evolution – a review. Poult. Sci. **72**, 1807- 1812.

LeBris, M. (2005): Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten sowie zur gesundheit und Leistung von Legehennen unterschiedlicher Linien (LSL, LB, LT) in Volierenhaltung. Diss. vet. med., München.

Leyendecker, M. (2003): Einfluss verschiedener Legehennenhaltungssysteme (konventionelle Käfige, ausgestaltete Käfige, intensive Auslauf- und Volierenhaltung) auf die Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit von Legehennen. Dissertation. Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie.

Leyendecker, M.; Hamann, H.; Hartung, J.; Kamphues, J.; Ring, C.; Glünder, G.; Ahlers, C.; Sander, I.; Neumann, U.; Distl, O. (2001a): Analyse von Genotyp- Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 1. Mitteilung: Legeleistungsmerkmale. Züchtungskunde **73**, 290- 307.

Leyendecker, M.; Hamann, H.; Hartung, J.; Kamphues, J.; Ring, C.; Glünder, G.; Ahlers, C.; Sander, I.; Neumann, U.; Distl, O. (2001b): Analyse von Genotyp- Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 2. Mitteilung: Eiqualitätsmerkmale. Züchtungskunde **73**, 308- 323.

Lickteig, E. (2006): Vergleich der zwei Legehennenlinien Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown- Classic unter den Bedingungen des Feldversuchs im Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung in Volierenhaltung. Diss. vet. med., München.

Lindberg, A.C.; Nicol, C.J. (1997): Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute? Appl. Anim. Behav. Sci. **55**, 113- 128.

Lösch, U. (1972): Zur Charakterisierung einer erblichen Dysgammaglobulinämie. Habilitation, Universität München.

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

Löliger, H.C. (1992): Gefiederschäden.

In: Heider, G.; Monreal, G. (Hrsg.): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. **Band II**, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart. 729- 742.

Mahboub, Hamada D.H. (2004): Feather pecking, body condition and outdoor use of two genotypes of laying hens housed in different free range systems. Diss. vet. med., Leipzig.

Martin, G. (1979): Zur Käfighaltung von Legehennen. Eine Stellungnahme aus der Sicht der Verhaltenswissenschaft.

In: Intensivhaltung von Nutztieren aus ethischer, rechtlicher und ethologischer Sicht. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart.

Martin, P; Bateson, P. (1986): Measuring behaviour- an introductory guide. Cambridge University Press, Cambridge, USA.

Meierhans, D.; Menzi, H. (1994): Kotbelastung des Legehennen- Auslaufes. Grüne **130** (32), 12- 14.

Menzi, H.; Shariatmadari, H.; Meierhans, D.; Wiedmer, D. (1997): Nähr- und Schadstoffbelastung von Geflügelausläufen. Agrarforschung **4**, 361- 364.

Müller, W.; Schlenker, G. (2003): Kompendium der Tierhygiene, Berlin, Lehmanns Media, 72- 73.

Nicol, C.J.; Gregory, N.G.; Knowles, T.G.; Parkman, I.D.; Wilkin, 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.

Niebuhr, K.; Harlander, A.; Troxler, J. (2000): Auslaufnutzung und Einfluss der Gruppengröße bei Legehennen in Freilandhaltung. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Nr. 1185 zu Händen des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

Oester, H.; Fröhlich, E.; Hirt, H. (1997): Wirtschaftsgeflügel.

In: Sambraus, H.H. und Steiger, A. Das Buch vom Tierschutz. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 186- 214.

Otto, C. (1980): Zur Nutzung einer Auslauffläche durch Legehybriden.

In: 6. Europäische Geflügelkonferenz, Hamburg, Band **6**, 183- 190.

Payne, C.G. (1966): Practical aspects of environmental temperature for laying hens. Worlds Poultry Sci., **22**, 126- 139.

Petermann, S. (2003): Legehennen- Alternative Haltungssysteme- Erfahrungen aus der Praxis. DGS **35**, 10- 15.

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

Polson, A.; Von Wechmar, M.B.; Van Regenmortel, M.H.V. (1980): Isolation of viral IgY antibodies from egg yolks of immunized hens. Immunol. Commun. **9**, 475.

Rees, M.J.; Nordskog, A.W. (1981): Genetic control of serum immunoglobulin G levels in the chicken. J. Immunogenetics **8**, 425- 431.

Reichardt, W.; Mußlick, M.; Richter, G.; Jahn, O.; Gayer, P.; Lippmann, J. (2004): Gemeinsame Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen in Praxisbetrieben der Bundesländer Bayern, Sachsen und Thüringen- Vorstellung des Projektes sowie von ersten Ergebnissen zur Eiqualität und zur Auslaufnutzung. 6. Jahrestagung Thüringer Landwirtschaft, Erfurt, 19.02.2004.

Ricke, S.C.; Schaefer, D.M.; Cook, M.E.; Kang, K.H. (1981): Differentiation of ruminal bacterial species by enzyme- linked immunosorbent assay using egg yolk antibodies from immunized chicken hens. Appl. Environ. Microbiol. **54**, 596- 599.

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

Rose, M.E.; Orlans, E.; Buttress, N. (1974): Immunoglobulin classes in the hens` egg: their segregation in yolk and white. Eur. J. Immunol. **4**, 521.

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.

Siegmann, O. (1992): Propädeutik.

In: Heider, G.; Monreal, G. (Hrsg.) 1992: Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. **Band I**, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 40- 41.

Sommer, F. (1999): Freilandhaltung von Legehennen- ohne ausgeklügeltes Management geht's nicht. DGS **39**, 18- 22.

Staack, C.; Knierim, U. (2004): Studie zur Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen für Legehennen. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., Internetquelle: www.bund.net/lab/reddot2/pdf/tiergerechtigkeit.pdf.

Tauson, R.; Wahlström, A.; Abrahamsson P. (1999): Effect of two floor housing systems and cages on health, production and fear response in layers. J. Appl. Poult. Res. **8**, 152- 159.

Tauson, R. (1999): The state of development and experiences of new furnished cages for laying hens. Arch. Geflügelk. **63**, 189- 193.

Tegeler, G. (1992): Fettlebersyndrom. In: Heider, G. und Monreal, G. (Hrsg.): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels, **Band II**, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 675- 683.

Van Emous, R. (2003): From cages to alternative systems requires different skills. World Poultry Vol. **19**, No. **6**, 26-27.

Van Liere, D.W. (1992): The significance of fowl's bathing in dust. Anim. Welf. **1**, 187- 202.

Van Liere, D.W.; Kooijmann, J.; Wiepkema, P.R. (1990): Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. Appl. Anim. Behav. Sci. **26**, 127- 141.

Vestergaard, K.S.; Damm, B.I.; Abbott, U.K.; Bildsoe, M. (1999): Regulation of dustbathing in feathered and featherless domestic chicks: the Lorenzian model revisited. Anim. Behav. **58**, 1017- 1025.

Vits, A.; Weitzenbürger, D.; Distl, O. (2005): Vergleich verschiedener Haltungssysteme für Legehennen hinsichtlich wirtschaftlicher, gesundheitlicher und ethologischer Parameter unter besonderer Berücksichtigung von ausgestalteten Käfigen. Dtsch. tierärztl. Wschr. **112**, 332-342.

Voss, M. (1999): Krankheitsprophylaxe und Verbraucherschutz unter besonderer Berücksichtigung der alternativen Haltungsformen. Lohmann Information **3**. Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, 13- 16.

Weigl, B. (2007): Gesundheit von Legehennen in Klein- und Großvolierenhaltung im Vergleich. Diss. vet. med., München.

Whitehead, C.C. (1999): Reducing osteoporosis in laying hens. World Poult. **15**, 78- 82.

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

Zeltner, E.; Hirt, H. (2004): Ökologische Legehennenhaltung- Körner und Tunnel sollten Hühner in den Auslauf locken. DGS **32**, 18- 20.

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------------|---|
| AH | Anfangshenne |
| Bzw. | beziehungsweise |
| Ca | Calcium |
| EDTA | Ethyldiamintetraessigsäure |
| ELISA | Enzyme- linked immunosorbent assay |
| Et al. | und andere |
| Hb | Hämoglobin |
| Hkt | Hämatokrit |
| Hrsg. | Herausgeber |
| IB | Infektiöse Bronchitis |
| K | Kontrollgruppe (mit unstrukturiertem Auslauf) |
| KR | Kaltscharrraum |
| LW | Lebenswoche |
| Max. | Maximum |
| Min. | Minimum |
| Mind. | Mindestens |
| MW | Mittelwert |
| N | Newton |
| n | Anzahl |
| ND | Newcastle Disease |
| n.s. | nicht signifikant |
| P | Phosphor |
| p | Irrtumswahrscheinlichkeit |
| ppm | parts per million |
| R.S.- Test | Mann- Whitney- Rangsummentest |
| SEM | Standardfehler des Mittelwerts (angegeben als \pm) |
| ST | Strukturiert |
| UST | Unstrukturiert |
| V | Versuchsgruppe (mit strukturiertem Auslauf) |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Frontansicht des Mobilstalles Foto: BAZER, 2005 | 21 |
| Abbildung 2: Stall mit Voliere | 21 |
| Abbildung 3: Kaltscharrraum Foto: BAZER, 2005 | 22 |
| Abbildung 4: Stall mit Grünauslauf | 22 |
| Abbildung 5: Flachdach | 23 |
| Abbildung 6: Neue Aufteilung des Grünauslaufes | 31 |
| Abbildung 7: Legeleistung (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode (23. bis 69. Lebenswoche) in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 35 |
| Abbildung 8: Anteil der verlegten Eier (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 37 |
| Abbildung 9: Anteil der gelegten Knick- und Brucheier (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 38 |
| Abbildung 10: Durchschnittsgewichte (in g) der untersuchten Eier im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 40 |
| Abbildung 11: Durchschnittliche Bruchfestigkeit (in N) der Eischalen im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit der Auslaufstrukturierung | 41 |
| Abbildung 12: Durchschnittliche Dicke (in mm) der Eischalen im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 42 |
| Abbildung 13: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tag/Henne) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 43 |
| Abbildung 14: Vergleich der durchschnittlichen IgY- Konzentration im Eidotter und im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 45 |
| Abbildung 15: Durchschnittlicher Hämatokrit (in %) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 46 |
| Abbildung 16: Durchschnittlicher Hämoglobinwert (in g/dl) im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 47 |
| Abbildung 17: Durchschnittliche Calciumkonzentration (in mg/dl) im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 48 |
| Abbildung 18: Durchschnittliche Phosphorkonzentration (in mg/dl) im Serum im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 49 |
| Abbildung 19: Durchschnittsnoten für die Gefiederbeurteilung im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung | 50 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 20: Durchschnittliche Auslaufnutzung in % im zeitlichen Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung..... | 55 |
| Abbildung 21: Durchschnittliche Tierzahlen in % in den drei Auslaufbereichen in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung..... | 57 |
| Abbildung 22: Durchschnittliche Tierzahl in % im Auslauf in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (in °C)..... | 62 |
| Abbildung 23: Vergleichende Darstellung der durchschnittlichen Nutzung der Flachdächer 1-8..... | 65 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Einige Angaben zur Konzentration von IgY im Eidotter..... | 8 |
| Tabelle 2: Einige Angaben zur Knochenbruchfestigkeit von Femura | 12 |
| Tabelle 3: Vergleich der Mobilstalleigenschaften einer Stallhälfte mit den Vorgaben für eine Volierenhaltung nach der Tierschutz- Nutztierhaltungs- Verordnung (2006) | 20 |
| Tabelle 4: Bewertungsschema zur Beurteilung des Gefieders bei Legehennen | 27 |
| Tabelle 5: Definitionen der untersuchten Verhaltensweisen..... | 32 |
| Tabelle 6: Vergleich der prozentualen Anteile von verlegten Eiern, Bruch-, Knick- und Schmutzeiern an der Gesamtzahl der gelegten Eier (23. bis 69. Lebenswoche) | 36 |
| Tabelle 7: Vergleich der prozentualen Verteilung in den vier Eigewichtsklassen | 39 |
| Tabelle 8: Versuch eines Vergleichs der Verlustraten im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung..... | 52 |
| Tabelle 9: Ergebnisse der Knochenbruchfestigkeit in Abhängigkeit von der Auslaufstrukturierung..... | 54 |
| Tabelle 10: Durchschnittliche Tierzahlen in % (\pm SEM) in den verschiedenen Beobachtungsbereichen | 56 |
| Tabelle 11: Statistische Analyse der Unterschiede in der Nutzung der drei Auslaufbereiche. | 57 |
| Tabelle 12: Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Strahlungsintensität und durchschnittliche Tierzahlen in % im Gesamtauslauf | 59 |
| Tabelle 13: Durchschnittliche Anzahl (\pm SEM) an Legehennen in % (von je 450 eingestallten Tieren pro Seite) im Gesamtauslauf in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (in °C)..... | 60 |
| Tabelle 14: Vergleich der Nutzung der verschiedenen Auslaufbereiche an Beobachtungstagen im Temperaturbereich von >10- 20 °C (in %) | 61 |
| Tabelle 15: Statistische Analyse der unterschiedlichen Auslaufnutzung in Abhängigkeit von der Lufttemperatur..... | 61 |
| Tabelle 16: Durchschnittliche Anzahl (\pm SEM) an Legehennen in % (von je 450 eingestallten Tieren pro Seite) im Gesamtauslauf in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (in m/s)63 | 63 |
| Tabelle 17: Durchschnittliche Anzahl (\pm SEM) an Legehennen in % (von je 450 eingestallten Tieren pro Seite) im Gesamtauslauf in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität (in Watt/m ²) | 63 |
| Tabelle 18: Durchschnittliche Nutzung der Flachdächer | 64 |
| Tabelle 19: Statistische Analyse der Unterschiede in der Häufigkeit der Nutzung der Strukturelemente | 65 |

| | |
|---|----|
| Tabelle 20: Vergleich der Häufigkeit von Gefiederpflege (%) zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 66 |
| Tabelle 21: Statistische Analyse der Häufigkeit von Gefiederpflege innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 67 |
| Tabelle 22: Vergleich der Häufigkeit von Sandbaden (%) zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 68 |
| Tabelle 23: Statistische Analyse der Häufigkeit von Sandbaden innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 68 |
| Tabelle 24: Vergleich der Häufigkeit von Körerpicken unter weiblichen Tieren zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 69 |
| Tabelle 25: Statistische Analyse der Häufigkeit von Körerpicken unter weiblichen Tieren innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 70 |
| Tabelle 26: Vergleich der Häufigkeit von Körerpicken zwischen Henne und Hahn zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 71 |
| Tabelle 27: Statistische Analyse der Häufigkeit von Körerpicken zwischen Henne und Hahn innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 71 |
| Tabelle 28: Vergleich der Häufigkeit von Aggression unter weiblichen Tieren zwischen den Gruppen in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 72 |
| Tabelle 29: Statistische Analyse der Häufigkeit von Aggression unter weiblichen Tieren innerhalb einer Haltungsgruppe in den einzelnen Beobachtungsbereichen. | 72 |
| Tabelle 30: Vergleichende Darstellung der Ergebnisse beider Gruppen | 73 |

Danksagung

Herrn Prof. Dr. M. Erhard gilt mein ganz besonderer Dank für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung und Beratung bei der Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit, sowie für die Endkorrektur.

Beim Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz möchte ich mich für die Ermöglichung dieser Studie bedanken, sowie bei allen am Verbundprojekt „Naturnahe Betriebs- und Haltungssysteme für Hühner“ beteiligten Instituten und Einrichtungen. Mein besonderer Dank gilt hier dem Leiter des Gesamtprojektes Herrn Prof. Dr. A. Heißenhuber, sowie Herrn L. Dinzinger, für die freundliche Unterstützung und die Überlassung von Daten.

Bei meinem Betreuer Herrn Dr. S. Platz möchte ich mich für die stets offene Tür für Fragen und Probleme und für die gute Betreuung meiner Arbeit herzlich danken. Ebenso gilt mein Dank Frau Dr. M. Le Bris für ihren Rat und ihre Hilfe bei der Durchführung dieser Arbeit.

Ein spezieller Dank gilt Herrn Dr. B. Fitz, Frau I. Barop, Frau Dr. E. Lickteig, Frau Dr. S. Bergmann, Frau K. Wirth und allen Doktoranden und Praktikanten für Ihre Hilfsbereitschaft.

Ich danke allen Mitarbeitern des Institutes für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München, ganz besonders Frau K. Schuster und Frau N. Zobel, die mir im Labor stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ein besonderer Dank gilt Herrn S. Kimmelmann und den Mitarbeitern der Versuchsstation Viehhausen für die stets gewährte Hilfe und tatkräftige Unterstützung, sowie für die Überlassung sämtlicher Daten.

Herrn Prof. Dr. R. Korbel und den Mitarbeitern des Instituts für Geflügelkrankheiten der LMU München danke ich herzlich für die durchgeführten Sektionen und Untersuchungen verschiedenster Proben.

Nicht zuletzt gilt mein herzlichster Dank meinen Eltern, die mir durch ihre Unterstützung das Studium und die Promotion überhaupt erst ermöglicht haben. Meinen Freunden danke ich für die verständnisvolle Begleitung während der Anfertigung dieser Arbeit.

Lebenslauf

Name: Alexandra Birgit Schümann

Geburtsort/ -datum: Pinneberg; 04.08.1977

Familienstand: ledig

Eltern: Dipl. Ing. (FH) Hartwig Schümann,
Ilse Schümann, geb. Jahr

Staatsangehörigkeit: deutsch

1984- 88 Besuch der Volksschule Westendorf

1988- 95 Mariengymnasium Kaufbeuren

1995-97 Nepomucenum Coesfeld (Gymnasium)

Abschluss: Abitur

11/ 1997: Beginn des Studiums der Tiermedizin an der Ludwigs- Maximilians- Universität in München

02/ 2004: Abschluss des 3. Staatsexamens und Beantragung der Approbation

09/ 2004: Beginn der vorliegenden Dissertation am Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene

11/ 2005- 08/ 2007: Assistenz in verschiedenen Tierarztpraxen

09/ 2007: Niederlassung in eigener Praxis