

DANIELA WEITZENBÜRGER, ANNE VITS, HENNING HAMANN und OTTMAR DISTL

## **Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich Brustbeindeformationen, Gefiederstatus, Krallenlänge und Körpermasse bei den Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown**

### **Abstract**

Title of the paper: **Evaluation of small group housing systems and furnished cages concerning keel bone deformities, plumage condition, claw length and body weight in layer strains Lohmann Selected Leghorn and Lohmann Brown**

Small group housing systems (Eurovent 625+a-EU) and furnished cages (Aviplus und Eurovent 625A-EU) were evaluated for the occurrence of keel bone deformities, plumage condition, claw length and body weight. The examinations were performed in two layer strains, Lohmann Selected Leghorn (LSL) and Lohmann Brown (LB), over two laying periods. In addition, the effects of layer strain, month of laying period, rearing method, group-size and body weight on these traits were tested. The assessments based on a scoring system comprising the scores 1 (very severely defective part of the body) to 4 (intact part of the body) were performed every three months during the laying period. Examinations of keel bone condition and measurements of body weight were performed in a total of 864 hens, claw length and plumage condition were examined in a total of 720 hens. Housing system showed a significant effect on the incidence of keel bone deformities and claw length. Plumage condition was significantly affected by group size, whereas plumage condition was worst in groups of 20 hens in Aviplus and in groups of 10 hens in Eurovent 625A-EU. Concerning claw length there were significant differences between diverse claw abrasives. The strongest abrasion was found in groups with two abrasive blocks, whereas perforated metal plates led to the least abrasion. Month of laying period showed a significant effect on each examined trait with a decrease in keel bone and plumage condition and an increase in claw length and body weight during the laying period.

**Key Words:** small group housing systems, furnished cages, keel bone deformities, plumage, claw length

### **Zusammenfassung**

Im Verlauf von zwei Legedurchgängen wurde bei Hennen der Legelinien Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown (LB) der Einfluss von Kleingruppenhaltungssystemen (Eurovent 625+a-EU) und ausgestalteten Käfigen (Aviplus und Eurovent 625A-EU) auf die Merkmale Brustbeinstatus, Krallenlänge, Gefiederstatus sowie Körpermasseentwicklung untersucht. Des Weiteren wurde der Effekt von Legemonat, Aufzuchtform und Gruppengröße auf die genannten Körpermerkmale geprüft. Die Beurteilungen erfolgten in dreimonatigen Intervallen der Legeperiode, wobei jeweils ein Beurteilungsschema mit einer Skala von 1 (hochgradige Veränderungen) bis 4 (keine Veränderungen) Punkten angewandt wurde. Beurteilungen des Brustbeinstatus und die Ermittlung der Körpermasse erfolgten bei insgesamt 864 Hennen. Die Erfassung der Krallenlänge sowie die Bonitierung des Gefieders wurde bei einer Gesamtzahl von 720 Hennen vorgenommen. Das Haltungssystem erwies sich in Bezug auf das Auftreten von Brustbeindeformationen und die Krallenlänge als signifikanter Einflussfaktor. Der Gefiederstatus wurde signifikant durch die Gruppengröße beeinflusst, wobei die größten Gefiederschäden jeweils in den 20-er Gruppen des Systems Aviplus und in den 10-er Gruppen des Systems Eurovent 625A-EU festzustellen waren. In Bezug auf die Krallenlänge zeigten sich zudem signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Krallenabriebvorrichtungen. Der signifikant größte Abriebeffekt war in den Gruppen mit zwei Schleifsteinen festzustellen, während bei Verwendung eines Lochbleches der signifikant geringste Abriebeffekt ermittelt wurde. Der Effekt des Legemonats erwies sich für alle untersuchten Merkmale als signifikant, wobei im Verlauf der Legeperiode eine Verschlechterung des Brustbein- und Gefiederstatus sowie ein Anstieg in der Krallenlänge und der Körpermasse festzustellen war.

**Schlüsselwörter:** Kleingruppenhaltungssysteme, ausgestaltete Käfige, Brustbeindeformationen, Gefiederstatus, Krallenlänge

## 1. Einleitung

Der Brustbein- und Gefiederstatus sowie die Krallenlänge und die Körpermasseentwicklung stellen wesentliche Indikatoren für die Evaluierung von Legehennenhaltungssystemen hinsichtlich Gesundheit und Wohlergehen der Legehennen dar. Grundsätzlich sind Brustbeindeformationen in allen Legehennenhaltungssystemen festzustellen, jedoch in Abhängigkeit vom Haltungssystem bestehen deutliche Unterschiede hinsichtlich Häufigkeit, Art und Schweregrad der Veränderungen. In Bezug auf die konventionelle Käfighaltung ist das Auftreten von Brustbeindeformationen im Zusammenhang mit Osteoporose und dem daraus resultierenden erhöhten Risiko für Spontanfrakturen zu sehen (KEUTGEN et al., 1999; FLEMING et al., 2004). In der Volieren-, Freiland- und Bodenhaltung wiederum liegt die Hauptursache in der größeren Gefahr traumatischer Frakturen als Folge von Stürzen beim Anfliegen der Sitzstangen (KEUTGEN et al., 1999; FLEMING et al., 2004). In Bezug auf die ausgestalteten Käfige ist die intensive Sitzstangennutzung als wesentlicher Einflussfaktor für das Auftreten von Brustbeindeformationen zu sehen (APPLEBY et al., 1993; WAHLSTRÖM et al., 2001). Vor dem Hintergrund der mechanischen Überbelastung ist der in den ausgestalteten Käfigen von den Sitzstangen ausgehende Effekt auf den Brustbeinstatus nicht nur von den Materialeigenschaften und Querschnittsformen, sondern auch von dem Faktor Besatzdichte abhängig, wobei mit zunehmender Besatzdichte signifikant mehr Brustbeinveränderungen festgestellt werden konnten (APPLEBY et al., 1993; TAUSON und ABRAHAMSSON, 1994; ABRAHAMSSON et al., 1996). FLEMING et al. (2004) stellten in ihren Studien zu konventionellen Käfigen sowie Boden- und Freilandhaltung zudem fest, dass Hennen, bei denen keine Brustbeindeformationen zu beobachten waren, höhere Bruchfestigkeiten von Humerus und Tibiotarsus aufwiesen. Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Brustmuskulatur und dem Auftreten von Brustbeindeformationen festgestellt werden (GREGORY and DEVINE, 1999).

In Bezug auf Gefiederschäden unterscheidet man beim Geflügel angeborene Fehl- oder Missbildungen, habituellen Federausfall sowie erworbene Defekte der Befiederung (LÖLIGER, 1992). Die Hauptursachen der erworbenen Gefiederschäden bestehen zum einen im Abrieb an den Abtrennungen des Haltungssystems und dessen Einrichtungselementen sowie in dem gegenseitigen Abrieb der Legehennen. Vor diesem Hintergrund steht das Ausmaß von erworbenen Gefiederschäden in direktem Bezug zum Haltungssystem und zur Besatzdichte (APPLEBY et al., 2002). Zum anderen stellt die Verhaltensstörung Federpicken als Ursache von Gefiederschäden in allen Legehennenhaltungssystemen nach wie vor ein ungelöstes Problem dar. Des Weiteren treten Gefiederschäden als Folge von alimentären Mangelzuständen, Infektionskrankheiten sowie Ektoparasitenbefall auf.

Da das Scharren ein wesentliches Element im Verhaltensrepertoire des Huhnes darstellt, ist das Krallenhorn durch ein permanentes Wachstum gekennzeichnet. In der Auslauf-, Boden- und Volierenhaltung ist die Ausführung dieses Verhaltenselementes möglich, so dass es in den genannten Haltungssystemen aufgrund ausreichenden Abriebs nicht zum extremen Krallenüberwuchs kommt (BARNETT et al., 1997; KEUTGEN et al., 1999). Hingegen kommt es in den konventionellen Käfigen als Folge fehlender bzw. eingeschränkter Scharrmöglichkeiten häufig zu einem übermäßigen Krallenwachstum. In den ausgestalteten Käfigen hingegen ist eine Krallenabnutzung zum einen über die Krallenabriebvorrichtungen und zum anderen durch das Scharren in den

Staubbädern möglich (APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON und TAUSON, 1997). Folgen des Krallenlängenüberwuchses sind die Entwicklung von Fehlstellungen sowie die Gefahr des Verhakens mit den Krallen und daraus resultierende Krallenverletzungen (LÖLIGER, 1992). Zudem führen überlange und daher oft scharfkantige Krallen häufiger zu Verletzungen der Haut.

Vor dem Hintergrund, dass in den letzten Jahren Kleingruppenhaltungssysteme entwickelt wurden, sollte die hier vorliegende Studie zeigen, ob Unterschiede im Auftreten und Schweregrad von Brustbeindeformationen, im Gefiederstatus, in der Krallenlänge sowie der Körpermassenentwicklung zwischen den verschiedenen Kleingruppenhaltungssystemen und zwei Varianten des ausgestalteten Käfigs bestehen. Die hierzu notwendigen Untersuchungen wurden in zwei Legedurchgängen mit den Legelinien LB und LSL durchgeführt.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Haltungssysteme

Die Haltung der Legehennen erfolgte in zwei verschiedenen Varianten ausgestalteter Käfige sowie einem Kleingruppenhaltungssystem. Als Kleingruppenhaltungssystem wurde das System Eurovent 625+a-EU (40-er und 60-er Gruppengrößen) und als ausgestaltete Käfige wurden die Systeme Aviplus (10-er und 20-er Gruppengrößen) und Eurovent 625A-EU (10-er und 20-er Gruppengrößen im 1. Legedurchgang, 20-er Gruppengrößen im 2. Legedurchgang) der Firma Big Dutchman untersucht. Alle Systeme waren gemeinsam in einem Stallgebäude installiert. Jedes System war in Doppelreihen von vier Etagen angeordnet. Entsprechend der Tierzahl pro Käfig wiesen die Systeme Aviplus und Eurovent 625A-EU eine Breite von 120,6 bzw. 241,2 cm auf. Bei dem Eurovent 625+a-EU-Käfig betrug das Breitenmaß 241,2 cm bezüglich der 40-er Gruppen und 361,8 cm bei den 60-er Gruppen. Die Tiefe der Käfige belief sich auf 62,5 sowie 125 cm. Entsprechend der gesetzlichen Vorgaben waren die Systeme mit Staubbädern (Einstreubad hinten, Einstreubad über dem Nest oder Einstreumatte), Legenestern (Astroturf, Aviplus und Netlon), Sitzstangen sowie Krallenabriebvorrichtungen (Klebestreifen, Lochblech oder Schleifstein) ausgestattet. Als Staubbadesubstrat wurde Sägemehlgranulat (Ø 2-3 mm) verwendet. Die Sitzstangen unterschieden sich lediglich in ihrer Art der Anordnung, die entweder nur parallel oder sowohl parallel als auch senkrecht war. Als Sitzstangenmodell wurde in allen Systemen eine reinweiße (RAL9010), auf der Oberfläche polierte Kunststoffsitzstange (PVC hart) untersucht, deren Ober- und Unterseite flach und die Vorder- und Hinterfläche nach außen gewölbt waren. Bei einer Sitzstangenhöhe von 30 mm betrug die Auflagefläche der Ober- und Unterseite jeweils 20,1 mm. Die Kanten waren jeweils abgerundet. Die Sitzstangenlängen waren in jedem System so bemessen, dass jedem Tier 15 cm zur Verfügung standen. Im System Eurovent 625+a-EU wurde das Zuleitungsstahlrohr für das Staubbadesubstrat als Sitzstangenfläche mit einbezogen.

### 2.2 Legelinien, Fütterung und Management

Der erste Legedurchgang wurde mit 4405 Hennen der Legelinie Lohmann Selected Leghorn (LSL) und 4410 Hennen der Legelinie Lohmann Brown (LB) durchgeführt. Die Aufzucht dieser Hennen erfolgte in Käfighaltung. Im zweiten Legedurchgang wurden 8640 LSL-Hennen eingesetzt, die zur einen Hälfte im Käfig und zur anderen Hälfte in Bodenhaltung aufgezogen worden waren. Die gleichzeitige Einstellung der

LB- und LSL-Junghennen des ersten Legedurchgangs erfolgte im Alter von 17 (LB) und 19 (LSL) Lebenswochen, die Ausstallung in der 69. (LB) und 71. (LSL) Lebenswoche. Im zweiten Legedurchgang wurden die LSL-Junghennen in der 18. Lebenswoche eingestallt und in der 57. Lebenswoche ausgestallt. Im Rahmen des in der Legehennenhaltung üblichen Immunprophylaxeschemas wurden die Tiere gegen die Mareksche Krankheit, Salmonellose, atypische Geflügelpest und Infektiöse Bronchitis geimpft. Die ad-libitum-Fütterung mit einem Alleinfuttermittel für Legehennen (Legehennenmehl) erfolgte automatisiert über eine Futterkette, welche drei bis vier Mal täglich mit frischem Futter aufgefüllt wurde und eine Laufzeit von jeweils 500 sec. hatte. Die Anzahl der Neubefüllungen des Futterbandes richtete sich dabei nach der bis zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgenommenen Futtermenge, die auf 110 g eines handelsüblichen Legehennenmehls festgesetzt war. Trinkwasser stand den Tieren über Nippeltränken ebenfalls ad libitum zur Verfügung. Die Lichtphase erstreckte sich in beiden Legedurchgängen während der gesamten Dauer der Legeperiode auf den Zeitraum von 4.00 bis 18.00 h. Im ersten Legedurchgang waren zur besseren Ausleuchtung der Staubbäder in einzelnen Käfigen zusätzliche Lichtquellen installiert, deren Betriebszeit mit den Öffnungszeiten der Staubbäder synchronisiert war. Die Stalltemperatur wurde über ein Computersystem auf 19°C reguliert. Bezüglich der Luftfeuchtigkeit war ein Minimum von 30% festgesetzt. Da alle Systeme in demselben Stallgebäude lokalisiert waren, und das Stallpersonal durch eine einzelne Person vertreten war, unterlagen die Legehennen während der gesamten Versuchsdauer einheitlichen Managementbedingungen.

### 2.3 Beurteilung von Brustbein und Gefieder sowie die Ermittlung von Krallenlänge und Körpermasse

Die Erhebung der Körpermerkmale Brustbein- und Gefiederstatus sowie Krallenlänge und Körpermasse erfolgte in dreimonatigen Intervallen der Legeperiode an einer zufälligen Stichprobe von jeweils 144 Hennen. Die Stichprobenzahl von 144 Tieren ergab sich daraus, dass in beiden Legedurchgängen zwölf Untersuchungseinheiten unterschieden wurden, und pro Untersuchungseinheit wiederum die Beurteilung von zwölf Tieren herangezogen wurde.

Im ersten Legedurchgang setzte sich eine Untersuchungseinheit aus der Kombination der drei untersuchten Haltungssysteme, der zwei Legelinien LB und LSL sowie der zwei Gruppengrößen pro Haltungssystem zusammen. Im zweiten Legedurchgang hingegen bestand eine Untersuchungseinheit aus der Kombination der drei Haltungssysteme, der zwei Gruppengrößen und der zwei Aufzuchtformen (Boden und Käfig). Da im zweiten Legedurchgang das System Eurovent 625A-EU nur mit 20-er Gruppen besetzt wurde, wurde für diese Untersuchungseinheit die doppelte Anzahl Tiere erfasst, um eine zufällige Stichprobe von 144 Tieren pro Untersuchungsmonat zu erhalten. Alle genannten Körpermerkmale wurden im neunten und zwölften Legemonat des ersten Legedurchgangs sowie im dritten, sechsten und neunten Legemonat des zweiten Legedurchganges erhoben. Die Beurteilung des Brustbeins sowie die Ermittlung der Körpermasse erfolgten zusätzlich im sechsten Legemonat des ersten Legedurchganges. Die Beurteilung des Brustbeins ( $n = 864$ ) erfolgte adspektorisch und palpatorisch. Beurteilungskriterien waren Deformationen des Brustbeins in Form dorsoventraler Stauungen oder S-förmiger Verbiegungen sowie osteale Umfangsvermehrungen. Bei Vorliegen von Brustbeindeformationen wurden diese in die Schweregrade gering-, mittel- und hochgradig eingestuft und entsprechend dieser Einteilung mit den Punkten

drei bis eins bewertet. Ein Brustbein ohne makroskopisch feststellbare Deformation erhielt vier Punkte.

Zur Erhebung des Gefiederstatus ( $n = 720$ ) wurden die Körperlokalisationen Kopf, Hals, Brust, Bauch, Rücken, Flügel und Schwanz herangezogen. Die einzelnen Körperlokalisationen wurden mit ein (federlose Region und/oder hochgradige Gefiederschäden) bis vier (sehr gutes, vollständiges Gefieder) Punkten bewertet. Durch Aufsummierung der Einzelbewertungen wurde zudem eine Gesamtpunktzahl für den Gefiederstatus ermittelt. Die verschiedenen Körperlokalisationen gingen dabei zu gleichen Anteilen in die Bewertung ein, so dass schließlich eine Gesamtpunktzahl von sieben bis 28 Punkten erreicht werden konnte.

Die Bestimmung der Krallenlänge ( $n = 720$ ) erfolgte durch Längenmessung der Dorsalfläche der Mittelzehenkralle. Gemessen wurde der Abstand vom Krallenansatz bis zur Krallenspitze.

Die Wägung der Legehennen erfolgte im Legehennenstall in direktem Anschluss an die Entnahme der Tiere aus den Systemen mittels einer elektronischen Waage (Modell RHEWA 942, Fa. RHEWA, Deutschland). Die gemessenen Werte wurden bis auf zehn Gramm genau angegeben.

## 2.4 Ermittlung der Knochenfestigkeit

Zur Ermittlung der Knochenfestigkeit wurden im 6., 9. und 12. Legemonat des ersten Legedurchgangs sowie im 3., 6. und 9. Legemonat des zweiten Legemonats die Humerus- und Tibiaknochen von jeweils 144 Tieren, entsprechend einer Stichprobenzahl von zwölf Hennen pro Untersuchungseinheit, in direkten Anschluss an die Schlachtung herauspräpariert, und mittels der Materialprüfmaschine Typ „Zwicki-Z2,5/TNIS“ (Fa. Zwick-Roell, Ulm) wurde die Kraft in Newton (N) ermittelt, die für das Brechen des Knochens notwendig ist. Nach Ausschluss von bereits frakturierten Knochen wurden im ersten Legedurchgang 422 Humerus- und 428 Tibiaknochen und im zweiten Legedurchgang 430 Humerus- und 427 Tibiaknochen untersucht. Die detaillierte Darstellung der Methodik ist bei VITS et al. (2005) beschrieben.

## 2.5 Statistische Datenauswertung

Die statistische Datenauswertung erfolgte durch Anwendung des Statistikprogrammes SAS (Statistical Analysis System) in der Version 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2004). Die Verteilungen der einzelnen Schweregrade bei der Brustbeinbeurteilung sowie der einzelnen Kategorien in der Krallenlängenmessung wurden zunächst mittels deskriptiver Statistiken als relative Häufigkeiten dargestellt. Die Least Square Means (LSM) der Beurteilung von Brustbeindeformationen, Krallenlänge, Gefiederzustand und Körpermasse wurden mit der SAS-Prozedur GLM (allgemeines lineares Modell) geschätzt. In das Modell gingen das Haltungssystem, die Gruppengröße innerhalb Haltungssystem und der jeweilige Legemonat (3., 6., 9. und 12. Legemonat), in dem die Beurteilungen stattfanden, als fixe Effekte ein, während die Körpermasse innerhalb Legedurchgang, Legelinie und Aufzuchtform als Kovariable einbezogen wurde. Der Einfluss von Legedurchgang, Legelinie und Aufzuchtform wurde in Form einer Dreifachinteraktion berücksichtigt. Das Modell für die Auswertung des Brustbeinstatus wurde zudem durch die Kovariablen Humerusbruchfestigkeit und Tibiabruchfestigkeit, jeweils innerhalb Legedurchgang, Legelinie und Aufzuchtform, erweitert. In das Modell für die Auswertung der Ergebnisse aus der Krallenlängenmessung gingen zusätzlich die Krallenabriebvorrichtung sowie die Interaktion von Hal-

tungssystem, Gruppengröße und Krallenabriebvorrichtung als fixe Effekte ein. Bei der Auswertung der Körpermasse wurde die Kovariable Körpermasse innerhalb Legedurchgang, Legelinie und Aufzuchtform nicht berücksichtigt.

Das verwendete lineare Modell ist nachfolgend aufgeführt:

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{SYS}_i + \text{GR}(\text{SYS})_{ij} + \text{MON}_k + \text{LD-LL-A}_l + b \times \text{KM}(\text{LD-LL-A})_{lm} + e_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$ :	Ergebnis der Beurteilung von Brustbeinstatus, Krallenlänge, Gefiederzustand und Körpermasse der ijklmn-ten Legehenne
$\mu$ :	Modellkonstante
$\text{SYS}_i$ :	fixer Effekt des Haltungssystems ( $i = 1-3$ )
$\text{GR}(\text{SYS})_{ij}$ :	fixer Effekt der Gruppengröße innerhalb Haltungssystem ( $j = 1-4$ )
$\text{MON}_k$ :	fixer Effekt des Legemonats ( $k = 1-4$ )
$\text{LD-LL-A}_l$ :	fixer Effekt von Legedurchgang (LD) und Legelinie (LL) innerhalb der Aufzuchtform ( $l = 1-4$ )
$b$ :	linearer Regressionskoeffizient
$\text{KM}(\text{LD-LL-A})_{lm}$ :	Körpermasse innerhalb Legedurchgang (LD), Legelinie (LL) und Aufzucht (A)
$e_{ijklmn}$ :	zufälliger Restfehler

### 3. Ergebnisse

Das Auftreten von Brustbeindeformationen wurde signifikant vom Haltungssystem beeinflusst (Tab. 1).

Tabelle 1

Varianzanalyse für die Merkmale Brustbeindeformation, Krallenlänge, Gefiederstatus und Körpermasse (Analysis of variance for traits keel bone deformity, claw length, plumage condition and body weight)

Variation	Brustbein		Krallenlänge		Gefieder		Körpermasse	
	MSR	p	MSR	p	MSR	p	MSR	p
Haltungssystem	3,80	<0,001	0,97	0,022	32,80	0,064	7912	0,8280
Gruppengröße	0,10	0,870	0,48	0,125	68,64	<0,001	74874	0,1480
Legemonat	2,87	<0,001	0,83	0,020	1136,60	<0,001	2014117	<0,001
LD*LL*A	2,98	<0,001	0,24	0,420	158,30	<0,001	7307725	<0,001
Körpermasse	1,11	0,029	0,25	0,417	129,88	<0,001	-	-
Krallenabnutzer	-	-	2,09	<0,001	-	-	-	-
Tibia-BF	5,85	<0,001	-	-	-	-	-	-
Humerus-BF	1,16	0,023	-	-	-	-	-	-

MSR = Mittlere Abweichungsquadrate; p = Irrtumswahrscheinlichkeit; LD = Legedurchgang; LL = Legelinie; A = Aufzucht; BF = Bruchfestigkeit.

Am häufigsten wurden Brustbeindeformationen im System Aviplus (39,58%) und am seltensten im System Eurovent 626+a-EU (25,69%) festgestellt (Tab. 2).

Das System Eurovent 626A-EU (33,68%) nahm diesbezüglich eine Mittelstellung ein. Auch in Bezug auf den LS-Mittelwert für das Auftreten und den Schweregrad von Brustbeindeformationen wurde in dem System Eurovent 626+a-EU der signifikant höchste Beurteilungswert ermittelt (Tab. 3). Insgesamt konnten im Verlauf der beiden Legedurchgänge bei 285 der 864 untersuchten Tiere (32,99%) Brustbeindeformationen festgestellt werden. Diese traten überwiegend in Form S-förmiger Verbiegungen und seltener als dorsoventrale Einziehungen auf. In Einzelfällen wurden auch osteale Verdickungen nachgewiesen. Die beobachteten Deformationen waren hauptsächlich als

Tabelle 2

Auftreten und Schweregrad (in %) von Brustbeindeformationen insgesamt sowie in Abhängigkeit von Haltungssystem, Legelinie, Aufzuchtform und Legemonat (Incidence and degree (in %) of keel bone deformities in total as well as in dependence on housing system, layer strain, rearing method and month of laying period)

Einflussfaktor	n	Brustbeindeformationen				
		o.b.B.	geringgradig	mittelgradig	hochgradig	insgesamt
insgesamt	864	67,01	23,50	7,52	1,97	32,99
Aviplus	288	60,42	26,04	10,76	2,78	39,58
Eurovent 625A-EU	288	66,32	25,00	6,25	2,43	33,68
Eurovent 625+a-EU	288	74,31	19,44	5,56	0,69	25,69
LB 1. LD	216	63,43	28,70	6,48	1,39	36,57
LSL 1. LD	216	66,66	24,54	8,80	-	33,34
LSL 2. LD	432	68,98	20,37	7,41	3,24	31,02
Käfigaufzucht 1. LD LB	216	63,43	28,70	6,48	1,39	36,57
Käfigaufzucht 1. LD LSL	216	66,67	24,54	8,90	0,0	33,33
Käfigaufzucht 2. LD LSL	216	60,45	25,91	9,09	4,55	39,55
Bodenaufzucht 2. LD LSL	216	77,83	14,62	5,66	1,89	22,17
3. Legemonat	144	76,16	15,28	2,78	2,78	20,84
6. Legemonat	288	76,05	18,40	3,47	2,08	23,95
9. Legemonat	288	58,33	27,43	12,85	1,39	41,67
12. Legemonat	144	54,17	34,03	9,72	2,08	45,83

LB = Lohmann Brown; LSL = Lohmann Selected Leghorn; LD = Legedurchgang

Tabelle 3

LS-Mittelwerte für die Merkmale Brustbeinstatus (n = 864), Krallenlänge (n = 720), Gefiederstatus (n = 720) und Körpermasse (n = 864) sowie deren Standardfehler und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p) zwischen den Haltungssystemen (LS-Means with their standard errors and error probabilities for traits keel bone condition (n = 864), claw length (n = 720), plumage condition (n = 720) and body weight (n = 864))

Merkmal	Aviplus (I)	Ev.A-EU (II)	Ev.+a-EU (III)
Brustbeinstatus	3,46 ± 0,05 <sup>a</sup>	3,53 ± 0,05 <sup>a</sup>	3,69 ± 0,05 <sup>b</sup>
Krallenlänge	2,60 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,67 ± 0,05 <sup>ab</sup>	2,75 ± 0,04 <sup>b</sup>
Gefieder gesamt	20,95 ± 0,28 <sup>a</sup>	21,65 ± 0,32 <sup>a</sup>	21,61 ± 0,27 <sup>b</sup>
Kopf	3,73 ± 0,05	3,75 ± 0,06	3,62 ± 0,05
Hals	3,16 ± 0,07 <sup>a</sup>	3,51 ± 0,08 <sup>b</sup>	3,49 ± 0,07 <sup>b</sup>
Brust	3,19 ± 0,06 <sup>a</sup>	3,26 ± 0,07 <sup>ab</sup>	3,38 ± 0,06 <sup>b</sup>
Bauch	2,64 ± 0,07 <sup>a</sup>	2,85 ± 0,07 <sup>b</sup>	2,77 ± 0,06 <sup>b</sup>
Rücken	3,27 ± 0,08	3,21 ± 0,09	3,22 ± 0,08
Flügel	2,63 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,86 ± 0,06 <sup>b</sup>	2,82 ± 0,05 <sup>b</sup>
Schwanz	2,36 ± 0,07	2,22 ± 0,08	2,31 ± 0,07
Körpermasse (kg)	1,83 ± 0,01	1,84 ± 0,01	1,84 ± 0,01

Ev. = Eurovent 625; a, b: verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Differenzen (p<0,05) zwischen den Systemen Aviplus, Eurovent A-EU und Eurovent+a-EU an.

geringgradig (23,50%) einzustufen. Mittel- und hochgradige Brustbeindeformationen traten mit einer Häufigkeit von 7,52 % und 1,97 % auf. Im Verlauf der Legeperiode stieg der Anteil der Hennen mit Brustbeindeformationen, wobei der Anstieg vom sechsten ( $3,62 \pm 0,05$ ) zum neunten ( $3,45 \pm 0,05$ ) Legemonat signifikant war. Zudem konnte eine signifikante Beziehung zur Bruchfestigkeit sowohl des Humerus als auch der Tibia festgestellt werden, wobei Hennen mit höheren Knochenbruchfestigkeiten weniger Brustbeindeformationen aufwiesen. In diesem Zusammenhang fiel auf, dass eine geringere Inzidenz von Brustbeindeformationen bei den LSL-Hennen mit höheren Tibiabruchofestigkeiten, bei den LB-Hennen hingegen mit höheren Humerusbruchfestigkeiten assoziiert war. Signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Legelinien bezüglich dem Auftreten und Schweregrad von Brustbeindeformationen konnten nicht festgestellt werden. Insgesamt war der Anteil der Tiere mit Brustbeindeformationen bei der Legelinie LB höher, jedoch wiesen die LSL-Hennen im Vergleich

häufiger mittel- und hochgradige Veränderungen auf. In Bezug auf die Aufzuchtform war festzustellen, dass die Tiere aus Bodenaufzucht tendenziell weniger Brustbeindeformationen aufwiesen als Tiere, die im Käfig aufgezogen worden waren. Zusätzlich war ein signifikanter Effekt der Körpermasse für die LSL-Hennen aus Käfigaufzucht des ersten Legedurchgangs, wobei diese mit zunehmender Körpermasse mehr Brustbeindeformationen aufwiesen.

Die Krallenlängen unterschieden sich signifikant zwischen den Haltungssystemen und innerhalb den Haltungssystemen hatten die verschiedenen Abriebvorrichtungen einen deutlichen Einfluss auf die Krallenlänge (Tab. 3 und 4).

Tabelle 4

LS-Mittelwerte für die Krallenlänge (n = 720) sowie deren Standardfehler und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p) unter Berücksichtigung der Krallenabriebvorrichtung innerhalb des Haltungssystems (LS-Means for claw length (n = 720) with their standard errors and error probabilities (p) with respect to claw abrasives)

Vorrichtung zum Krallenabrieb	System	Krallenlänge	p-Wert für Differenzen zu				
			I	II	III	IV	V
LS (I)	Aviplus	2,39 ± 0,13					
Lochblech (II)	Aviplus	3,10 ± 0,09	<0,001				
Schleifstein (III)	Aviplus	2,58 ± 0,05	0,159	<0,001			
2 Schleifsteine (IV)	Aviplus	2,30 ± 0,09	0,511	<0,001	0,002		
Schleifstein (V)	Ev.+a-EU	2,75 ± 0,04	0,007	<0,001	0,001	<0,001	
Klebestreifen (VI)	Ev.A-EU	2,67 ± 0,05	0,038	<0,001	0,132	<0,001	0,121

LS = Lochblech/Schleifstein; Ev. = Eurovent 625

Tabelle 5

LS-Mittelwerte für die Krallenlänge (n = 720) sowie deren Standardfehler und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p) unter Berücksichtigung der Krallenabriebvorrichtung innerhalb Haltungssystem und Gruppengröße (LS-Means for claw length (n = 720) with their standard errors and error probabilities (p) with respect to housing system, group sizes and claw abrasives)

Vorrichtung zum Krallenabrieb, System und Gruppengröße		Krallenlänge
LS	Aviplus 10	2,38 ± 0,18 <sup>a</sup>
LS	Aviplus 20	2,39 ± 0,18 <sup>a</sup>
Lochblech	Aviplus 10	3,04 ± 0,15 <sup>b</sup>
Lochblech	Aviplus 20	3,15 ± 0,11 <sup>b</sup>
Schleifstein	Aviplus 10	2,54 ± 0,06 <sup>ac</sup>
Schleifstein	Aviplus 20	2,63 ± 0,07 <sup>ad</sup>
2 Schleifsteine	Aviplus 10	2,33 ± 0,15 <sup>ac</sup>
2 Schleifsteine	Aviplus 20	2,31 ± 0,11 <sup>ae</sup>
Klebestreifen	Eurovent A 10	2,70 ± 0,08
Klebestreifen	Eurovent A 20	2,64 ± 0,04
Schleifstein	Eurovent+a 40	2,68 ± 0,05
Schleifstein	Eurovent+a 60	2,82 ± 0,05

a, b, c, d, e: verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Differenzen (p<0,05) innerhalb der Systeme Aviplus, Eurovent A-EU und Eurovent+a-EU an

Der signifikant größte Abriebeffekt zeigte sich bei den Legehennen, in deren Haltungssystemen zwei Schleifsteine angebracht waren (Tab. 4 und 5). Der einfache Schleifstein und der Klebestreifen hingegen unterschieden sich nur geringfügig in ihrer Effizienz. Den signifikant geringsten Abriebeffekt wies das Lochblech auf. Mit zunehmendem Alter der Tiere war ein Anstieg in der Krallenlänge zu beobachten, wobei der Krallenzuwachs vom dritten zum sechsten Legemonat signifikant war. Zudem konnte ein Durchgangseffekt ermittelt werden, wonach die LSL-Hennen aus Käfigaufzucht im zweiten Legedurchgang signifikant kürzere Krallen hatten als im ersten Legedurchgang. Beim Vergleich der Legelinien innerhalb eines Legedurchgangs zeigte sich, dass die schwerere Legelinie LB signifikant kürzere Krallen aufwies als die Legelinie LSL. Ein signifikanter Einfluss der Körpermasse konnte jedoch nur für die Le-



gelinie LSL im zweiten Legedurchgang nachgewiesen werden, wobei die Tiere mit einer zunehmenden Körpermasse längere Krallen aufwiesen.

Hinsichtlich des Effektes des Haltungssystems auf das Auftreten und den Schweregrad von Gefiederschäden konnte festgestellt werden, dass die Hennen im System Aviplus insgesamt signifikant höhere Gefiederschäden aufwiesen als die Hennen im System Eurovent 625+a-EU (Tab. 3).

Tabelle 6

LS-Mittelwerte für den Gefiederstatus (n = 720) einschließlich deren Standardfehler und Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Gruppengrößen innerhalb Haltungssystemen (LS-Means with their standard errors and error probabilities for group sizes within housing systems of plumage condition (n=720))

Gefiederstatus	Aviplus		EuroventA-EU		Eurovent+a-EU	
	10	20	10	20	40	60
Gesamt	21,23 ± 0,33 <sup>a</sup>	19,89 ± 0,33 <sup>b</sup>	21,23 ± 0,58	21,70 ± 0,28	21,72 ± 0,33 <sup>a</sup>	20,85 ± 0,33 <sup>b</sup>
Kopf	3,88 ± 0,06 <sup>a</sup>	3,62 ± 0,06 <sup>b</sup>	3,75 ± 0,10	3,78 ± 0,05	3,68 ± 0,06	3,65 ± 0,06
Hals	3,22 ± 0,08 <sup>a</sup>	2,99 ± 0,08 <sup>b</sup>	3,50 ± 0,14	3,50 ± 0,07	3,46 ± 0,08	3,33 ± 0,08
Brust	3,21 ± 0,07 <sup>a</sup>	2,98 ± 0,07 <sup>b</sup>	3,19 ± 0,13	3,25 ± 0,06	3,32 ± 0,07	3,27 ± 0,07
Bauch	2,67 ± 0,08	2,55 ± 0,08	2,82 ± 0,13	2,86 ± 0,06	2,79 ± 0,08	2,64 ± 0,08
Rücken	3,44 ± 0,09 <sup>a</sup>	2,98 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,06 ± 0,16 <sup>a</sup>	3,29 ± 0,08 <sup>b</sup>	3,36 ± 0,09	2,98 ± 0,09
Flügel	2,54 ± 0,06	2,54 ± 0,06	2,92 ± 0,11	2,74 ± 0,05	2,83 ± 0,06	2,72 ± 0,06
Schwanz	2,31 ± 0,08	2,23 ± 0,08	2,14 ± 0,14	2,29 ± 0,07	2,28 ± 0,08	2,79 ± 0,08

a, b: bezeichnen signifikante Differenzen (p<0,05) zwischen den Gruppengrößen innerhalb der drei verschiedenen Haltungssysteme

Zwischen den Systemen Eurovent 625+a-EU und Eurovent 625A-EU bestanden hinsichtlich des Gesamtgefiederstatus keine signifikanten Unterschiede. In Bezug auf die einzelnen Körperlokalisationen zeigte sich, dass die Gefiederschäden von Hals und Flügeln im System Aviplus jeweils signifikant am höchsten waren. Auch für die Körperlokalisationen Brust und Bauch wurden im System Aviplus die höchsten Gefiederschäden ermittelt, wobei sich der Unterschied des Brustgefieders im Vergleich zum System Eurovent 625+a-EU und der des Bauchgefieders im Vergleich zum Eurovent 625A-EU als signifikant herausstellte. In Bezug auf die Körperlokalisationen Kopf, Rücken und Schwanz konnten zwischen den untersuchten Haltungssystemen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Des Weiteren erwies sich der Effekt der Gruppengröße als signifikanter Einflussfaktor sowohl auf den Gesamtgefiederstatus als auch auf die einzelnen beurteilten Körperlokalisationen (Tab. 6). Die größten Gefiederschäden waren jeweils in den 20-er Gruppen des Systems Aviplus und in den 10-er Gruppen des Systems Eurovent 625A-EU festzustellen. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppengrößen innerhalb eines Haltungssystems konnte für die Systeme Aviplus und Eurovent 625+a-EU ermittelt werden, wobei die Gefiederschäden jeweils in den größeren Gruppen höher waren. Hinsichtlich des Effektes der Legelinie ergab diese Studie, dass innerhalb eines Legedurchgangs die LSL-Hennen signifikant weniger Gefiederschäden zeigten als die LB-Hennen. Lediglich die Lokalisationen Bauch und Schwanz wiesen bei den LSL-Tieren höhere Gefiederschäden auf. Der Gefiederstatus der Rückenpartie wiederum wurde nicht durch die Legelinie beeinflusst. In Bezug auf den Gefiederstatus war im Verlauf der Legeperiode eine Zunahme der Gefiederschäden aller beurteilten Körperlokalisationen zu verzeichnen. Besonders ausgeprägte Gefiederschäden wiesen die Regionen Bauch, Flügel und Schwanz auf. Zudem konnte hinsichtlich Auftreten und Schweregrad von Gefiederschäden ein Effekt des Legedurchgangs festgestellt werden, wobei die LSL-Hennen im zweiten Legedurchgang signifikant höhere Gefiederschäden aufwiesen als im ersten Legedurchgang. Unterschiede zwischen den Aufzuchtformen bestanden im Hinblick auf den Ge-

samtgefiederstatus nicht. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass die Hennen aus Bodenaufzucht signifikant weniger Gefiederschäden der Regionen Flügel und Schwanz zeigten, wohingegen die Hennen aus Käfigaufzucht signifikant weniger Gefiederschäden an Hals und Brust aufwiesen. Die Körpermasse innerhalb Legedurchgang, Legelinie und Aufzuchtform erwies sich als signifikanter Einflussfaktor aller beurteilten Körperlokalisationen und somit auch des Gesamtgefieders, wobei die leichteren Tiere signifikant höhere Gefiederschäden aufwiesen.

Zwischen den Haltungssystemen und den Gruppengrößen innerhalb Haltungssystemen bestanden keine bedeutsamen Unterschiede für die Körpermasse (Tabelle 1). Während der Legeperiode nahm bei den Legehennen die Körpermasse zu. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Legelinien und der Aufzuchtform. Die LSL-Hennen aus Bodenaufzucht wiesen höhere Körpermassen als die LSL-Hennen aus Käfigaufzucht auf.

#### 4. Diskussion

Im Verlauf von zwei Legedurchgängen wurden bei 32,99% der Tiere Brustbeindeformationen nachgewiesen, die überwiegend als geringgradig einzustufen waren. Insgesamt stieg der Anteil der Hennen mit Brustbeindeformationen während der Legeperiode an, wobei der Anstieg vom sechsten zum neunten Legemonat signifikant war. Auch in anderen Studien konnte eine Zunahme von Brustbeindeformationen im Verlauf der Legeperiode festgestellt werden (APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996; ABRAHAMSSON et al., 1998; WAHLSTRÖM et al., 1998, 2001; FLEMING et al., 2004). Als Hauptursache für diese Beobachtung ist die Abnahme der Knochenmasse und Knochenbruchfestigkeit mit Fortschreiten der Legeperiode zu sehen. Dies ließ sich in der vorliegenden wie auch in früheren Studien anhand der Bruchfestigkeit der Tibia- und Humerusknochen belegen, die im Verlauf der Legeperiode signifikant abnahm (LEYENDECKER et al., 2001, 2002, 2005; VITS et al., 2005). In Übereinstimmung mit FLEMING et al. (2004) konnten in der vorliegenden Studie mit einem Anstieg der Humerus- und Tibiabruchofestigkeit signifikant weniger Brustbeindeformationen nachgewiesen werden. Aus diesen Resultaten ließ sich somit ableiten, dass in den Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen die durch mechanische Beanspruchung des Brustbeins hervorgerufenen Brustbeindeformationen durch die Sitzstangennutzung bei einer höheren Knochenfestigkeit zurückgingen. Eine eindeutige Einordnung der verschiedenen Legehennenhaltungssysteme im Hinblick auf das Auftreten von Brustbeindeformationen aufgrund der bisher vorliegenden Untersuchungen ist schwierig, da die Ursachen für das Auftreten von Brustbeindeformationen in den einzelnen Legehennenhaltungssystemen aus einer Wechselwirkung von dem Design sowie der Anordnung der Sitzstangen und den Bewegungsmöglichkeiten resultieren. Während in der konventionellen Käfighaltung das Auftreten von Brustbeindeformationen auf ein erhöhtes Risiko für Spontanfrakturen, bedingt durch die aus der Inaktivität resultierende Osteoporose, zurückzuführen ist, besteht in Bezug auf die Volieren-, Freiland- und Bodenhaltung die Hauptursache in der größeren Gefahr traumatischer Frakturen als Folge von Stürzen beim Anfliegen der Sitzstangen. In den ausgestalteten Käfigen wiederum treten trotz im Vergleich zu den konventionellen Käfigen deutlich erhöhter Knochenbruchfestigkeit (VITS et al., 2005) Brustbeindeformationen als Folge der hohen mechanischen Druckbelastung durch das Sitzen auf den Sitzstangen auf. Insgesamt ließ sich aus verschiedenen Studien ableiten,

dass Brustbeindeformationen in Haltungssystemen mit Sitzstangen deutlich häufiger auftraten als in konventionellen Käfigen (ABRAHAMSSON et al., 1996; ABRAHAMSSON und TAUSON, 1997; KEUTGEN et al., 1999). APPLEBY et al. (1993) stellten in ihren Untersuchungen Brustbeindeformationen bei 43% der in ausgestalteten Käfigen gehaltenen Hennen im Vergleich zu 4% der Hennen aus konventioneller Käfighaltung fest. Zwischen den Freiland-, Boden- und Volierenhaltungssystemen sowie den ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltungssystemen konnten bezüglich des Auftretens von Brustbeindeformationen insgesamt keine deutlichen Unterschiede festgestellt werden, jedoch traten in den Volierenhaltungssystemen Brustbeindeformationen tendenziell häufiger auf. In Studien von KEUTGEN et al. (1999) konnten bei 73,3% der Hennen aus Auslaufhaltung und bei 60,7% der Hennen aus Bodenhaltung Brustbeindeformationen nachgewiesen werden. In den konventionellen Käfigen traten Brustbeindeformationen mit einer Frequenz von 35,6% auf.

Im Hinblick auf die Krallenlänge konnte in der vorliegenden Studie ein signifikanter Effekt der Legelinie festgestellt werden, wobei die schwerere Legelinie LB signifikant kürzere Krallen aufwies als die Legelinie LSL. Auch in anderen Studien zeigten die braunen Legelinien im Vergleich zu den weißen Legelinien deutlich kürzere Krallen (ABRAHAMSSON und TAUSON, 1995). Der Effekt der Legelinie ist darauf zurückzuführen, dass bei den weißen Legelinien das Krallenhorn zum einen schneller und länger wächst und zum anderen eine härtere Konsistenz aufweist und demzufolge resistenter gegen mechanische Beanspruchung ist (VAN EMOUS, 2003). Neben der Legelinie nahm auch die Art der Krallenabriebvorrichtung einen signifikanten Einfluss auf die Krallenlänge. Der signifikant größte Abriebeffekt war in den Gruppen mit zwei Schleifsteinen zu beobachten, wohingegen für das Lochblech der signifikant geringste Abriebeffekt ermittelt wurde. Der einfache Schleifstein und der Klebestreifen nahmen diesbezüglich die Mittelstellung ein und unterschieden sich in ihrer Effizienz nur geringfügig voneinander. In Bezug auf die unterschiedlichen Krallenabriebvorrichtungen zeigten die Ergebnisse dieser Studie außerdem, dass deren Effektivität im Verlauf der Legeperiode abnahm. Diese Beobachtung könnte zum einen darauf zurückzuführen sein, dass die Krallen mit steigendem Alter stärker wuchsen und das Krallenhorn insgesamt an Konsistenz zunahm. Dies würde auch den signifikanten Anstieg in der Krallenlänge vom dritten zum sechsten Legemonat erklären. Zum anderen ist es denkbar, dass sich die Krallenabriebvorrichtungen mit der Zeit selbst abnutzten und nicht mehr die ursprüngliche Effektivität aufwiesen. Vermutlich spielten in diesem Zusammenhang jedoch beide Faktoren eine Rolle.

Im Rahmen der Evaluierung des Gefiederstatus war im Verlauf der Legeperiode eine zunehmende Verschlechterung aller beurteilten Körperlokalisationen zu beobachten. Auch in anderen Studien nahmen die Gefiederschäden mit dem Alter der Hennen zu (ABRAHAMSSON et al., 1996; BARNETT et al., 1997; TAUSON und HOLM, 2001). Hinsichtlich der Art der Gefiederschäden konnten sowohl asymmetrische, lokale Gefiederschäden als auch der durch symmetrische Federlosigkeit gekennzeichnete habituelle Federausfall festgestellt werden. Als Ursache des habituellen Federausfalls wird eine Dyskeratose des Federschaftes vermutet, in deren Folge es zum Abbrechen des Federschaftes in Höhe der Hautoberfläche kommt (LÖLIGER, 1992). Der habituelle Federausfall ist insbesondere unter geschlechtsreifen Legehennen im Alter zwischen 26 und 72 Wochen verbreitet und tritt in allen Haltungssystemen auf. Einen prädisponierenden Faktor stellt ein hoher Energiegehalt des Futters dar. Zudem bestehen

sowohl hinsichtlich des Auftretens als auch des Ausmaßes des habituellen Federausfalls Unterschiede zwischen den einzelnen Legelinien. In der vorliegenden Studie wiesen innerhalb eines Legedurchgangs die LB-Hennen signifikant stärkere Gefiederschäden auf. Der symmetrische Federausfall zeigt sich zunächst an Rücken und Bauch, kann sich dann aber über den gesamten Rumpf und Hals ausdehnen. Die Schwanz- und Flügefedern weisen unterschiedlich stark ausgeprägte Defekte auf. In der vorliegenden Studie konnten besonders ausgeprägte Gefiederschäden für die Lokalisationen Bauch, Flügel und Schwanz festgestellt werden. Damit wiesen insbesondere diejenigen Körperlokalisationen gravierende Gefiederschäden auf, die auch beim Auftreten des habituellen Federausfalles betroffen sind, so dass der habituelle Federausfall als mögliche Ursache für die genannten Gefiederschäden in Betracht zu ziehen war. Darüber hinaus ließen sich die Gefiederschäden an Bauch und Flügeln aber auch auf die Ausführung des Staubbadeverhaltens auf dem Drahtgitterboden zurückführen, für das in Abhängigkeit von der Akzeptanz und der Zugänglichkeit der einzelnen Staubbadvarianten in zahlreichen Studien jeweils unterschiedliche Frequenzen festgestellt wurden (ABRHAMSSON et al., 1996; LINDBERG und NICOL, 1997; OLSSON, 2001; SEWERIN, 2002). In den eigenen Verhaltensuntersuchungen zeigten die Hennen eine signifikant höhere Staubbadeaktivität auf dem Boden als in den Staubbädern. Gefiederschäden an Schwanz und Flügeln traten in dieser Studie zudem als Folge von Drängeln und Scheuern an den Systemabtrennungen sowie den Einrichtungselementen auf.

## 5. Schlussfolgerungen

Insgesamt zeigten die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass unter Berücksichtigung von Legelinie, Legemonat, Aufzuchtform, Legedurchgang und Körpermasse sowie der Tibia- und Humerusbruchfestigkeiten das Auftreten von Brustbeindeformationen in den ausgestalteten Käfigen (Aviplus mit 32,99 % und Eurovent 625A-EU mit 33,68%) ein signifikant größeres Gesundheitsproblem darstellte als in dem Kleingruppenhaltungssystem Eurovent 625+a-EU (25,69%). Die Gruppengröße hingegen stand nicht in Bezug zu den zwischen den Systemen festgestellten Unterschieden im Auftreten von Brustbeindeformationen. Als Ursache für die Brustbeindeformationen war die Nutzung der Sitzstangen anzusehen. Daraus sollte aber nicht die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Ausgestaltung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen mit Sitzstangen im Hinblick auf die Gesundheit der Legehennen generell nachteilig ist. Vielmehr ist zu berücksichtigen, dass der Brustbeinstatus nur einen Aspekt von mehreren darstellt. Wie eigene Untersuchungen belegten, hatte die Nutzung der Sitzstangen insbesondere auf die Fußballengesundheit einen positiven Einfluss (WEITZENBÜRGER et al., 2005). Zudem stellt die Nutzungsmöglichkeit von Sitzstangen eine Bereicherung bezüglich des Verhaltensrepertoires von Legehennen dar. Vor dem Hintergrund, dass die Nutzung von Sitzstangen einen negativen Effekt auf den Brustbeinstatus hat, gleichzeitig aber mit verschiedenen positiven Effekten assoziiert ist, sollten zukünftig dahingehend Bestrebungen unternommen werden, das Sitzstangendesign bezüglich der mechanischen Druckbelastung auf das Brustbein zu optimieren und Legelinien mit hoher Knochenmasse bzw. Knochenbruchfestigkeit einzusetzen bzw. den Tieren mehr Bewegungsraum zu gewähren, um mehr Knochenmasse aufbauen zu können.

Die Untersuchung der Krallenlänge zeigte, dass in Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen, unter der Voraussetzung der Installation geeigneter, auf das Krallenlängenwachstum unterschiedlicher Legelinien angepasster Krallenabriebvorrichtungen, mit den alternativen Haltungssystemen vergleichbare Krallenlängen erreicht werden können. In Bezug auf den Gefiederstatus ergab diese Studie, dass innerhalb eines Haltungssystems jeweils in den größeren Gruppen die Tiere mehr Gefiederschäden aufwiesen. Dies war darauf zurückzuführen, dass als Folge der erhöhten Tierzahl der gegenseitige Abrieb des Gefieders in den größeren Gruppen stärker war. Daraus lässt sich ableiten, dass die Besatzdichte im Hinblick auf den Gefiederstatus bei zunehmender Tierzahl herabgesetzt werden sollte.

### Danksagung

Wir danken der Deutschen Frühstücksei GmbH, der Lohmann Tierzucht GmbH und der Big Dutchman GmbH für die Unterstützung des Forschungsprojekts.

### Literatur

- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R.:  
Aviary systems and conventional cages for laying hens. Effects on production, egg quality, health and birds' location in three hybrids. *Acta Agric. Scand.* **45** (1995), 191-203
- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R.; APPLEBY, M.C.:  
Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Br. Poult. Sci.* **37** (1996), 521-540
- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R.:  
Effects of group size on performance, health and bird's use of facilities in furnished cages for laying hens. *Acta Agric. Scand.* **47** (1997), 254-260
- ABRAHAMSSON, P.; FOSSUM, O.; TAUSON, R.:  
Health of laying hens in an aviary system over five batches of birds. *Acta vet. Scand.* **39** (1998), 367-379
- APPLEBY, M.; SMITH, S.F.; B.O. HUGHES, B.O.:  
Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. *Br. Poult. Sci.* **34** (1993), 835-847
- APPLEBY, M.C.; WALKER, A.W.; NICOL, C.J.; LINDBERG, A.C.; FREIRE, R.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A.:  
Development of furnished cages for laying hens. *Br. Poult. Sci.* **43** (2002), 489-500
- BARNETT, J.L.; GLATZ, P.C.; NEWMAN, E.A.; CRONIN, G.M.:  
Effects of modifying layer cages with perches on stress physiology, plumage, pecking and bone strength of hens. *Aust. J. Exp. Agric.* **37** (1997), 523-529
- FLEMING, R.H.; McCORMACK, H.A.; McTEIR, L.; WHITEHEAD, C.C.:  
Incidence, pathology and prevention of keel bone deformities in the laying hen. *Br. Poult. Sci.* **45** (2004), 320-330
- FREIRE, R.; WILKINS, L.J.; SHORT, F.; NICOL, C.J.:  
Behaviour and welfare of individual laying hens in a non-cage system. *Br. Poult. Sci.* **44** (2003), 22-29
- GREGORY, N.G.; WILKENS, L.J.; ELEPERUMA, S.D.; BALLANTYNE, A.J.; OVERFIELD, N.D.:  
Broken bones in domestic fowl: effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *Br. Poult. Sci.* **31** (1990), 59-69
- GREGORY, N.G.; DEVINE, C.D.:  
Body condition in end-of-lay hens: some implications. *Vet. Rec.* **145** (1999), 49
- GUNNARSSON, S.; YNGVESSON, J.; KEELING, L.J.; FORKMAN, B.:  
Rearing without early access to perches impairs skills of laying hens. *Appl. Anim. Beh. Sci.* **67** (2000), 217-228
- HILBRICH, P.:  
Avitaminosen. In: P. HILBRICH (Hrsg.): *Krankheiten des Geflügels unter besonderer Berücksichtigung der Haltung und Fütterung*. Kuhn, Villingen-Schwenningen (1978), 86-98
- KEUTGEN, H.; WURM, S.; UEBERSCHÄR, S.:  
Pathologisch-anatomische Untersuchungen bei Legehennen aus verschiedenen Haltungssystemen. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* **106** (1999), 125-188

- LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; RING, C.; GLÜNDER, G.; AHLERS, C.; SANDER, I.; NEUMANN, U.; DISTL, O.:  
Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 3. Mitt.: Knochenfestigkeit. *Züchtungskunde* **73** (2001), 387-398
- LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; GLÜNDER, G.; NOGOSSEK, N.; NEUMANN, U.; SÜRIE, C.; KAMPHUES, J.; DISTL, O.:  
Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen. *Züchtungskunde* **74** (2002), 144-155
- LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; NEUMANN, U.; SÜRIE, C.; DISTL, O.:  
Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. *Brit. Poult. Sci.* **46** (2005), 536-544
- LINDBERG, A.C.; NICOL, C.J.:  
Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute? *Appl. Anim. Beh. Sci.* **55** (1997), 113-128
- LÖLIGER, H.-Ch.:  
Gefiederschäden. In: G. HEIDER und G. MONREAL (Hrsg.): *Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels*. Fischer, Jena, Stuttgart, Bd II (1992), 729-742
- OLSSON, I.A.S.:  
Motivation in laying hens. Studies of perching and dustbathing behaviour. Doctoral thesis (2001), Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- SAS INSTITUTE:  
Statistical Analysis System, Version 9.1.3, SAS Institute Inc. (2004), Cary, North Carolina, USA.
- SCOTT, G.B.; LAMBE, N.R.; HITCHCOCK, D.:  
Ability of laying hens to negotiate horizontal perches at different heights, separated by different angles. *Br. Poult. Sci.* **38** (1997), 48-54
- SEWERIN, K.:  
Beurteilung der Tiergerechtigkeit des angereicherten Käfigtyps "Aviplus" unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte bei Lohmann Silver Legehennen. Dissertation med. vet. (2002), Tierärztliche Hochschule Hannover
- TAUSON, R.; ABRAHAMSON, P.:  
Foot and skeletal disorders in laying hens. *Acta Agric. Scand.* **44** (1994), 110-119
- TAUSON, R.; HOLM, K.-E.:  
First furnished small group cages for laying hens in evaluation program on commercial farms in Sweden. in: OESTER, H.; WYSS, C. (Hrsg.), *Proc. of the 6<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Welfare 2001*, 26-32 (Bern, World's Poultry Science Association)
- VAN EMOUS, R.:  
Claw lengths of layers in alternative systems-To measure or not to measure. *World Poult.* **19** (2003), 34-35
- VITS, A.; WEITZENBÜRGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O.:  
Einfluss verschiedener Varianten von Kleingruppenhaltungssystemen auf die Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit von Legehennen. 2. Mitt.: Knochenfestigkeit. *Züchtungskunde* **77** (2005), 355-366
- WAHLSTRÖM, A.; TAUSON, R.; ELWINGER, K.:  
Effects on plumage condition, health and mortality of dietary oats/wheat ratios to three hybrids of laying hens in different housing systems. *Acta Agric. Scand.* **48** (1998), 250-259
- WAHLSTRÖM, A.; TAUSON, R.; ELWINGER, K.:  
Plumage condition and health of aviary-kept hens fed mash or crumbled pellets. *Poult. Sci.* **80** (2001), 266-271
- WEITZENBÜRGER, D.; VITS, A.; HAMANN, H.; HEWICKER-TRAUTWEIN, M.; DISTL, O.:  
Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen im Hinblick auf den Fußballenstatus bei Legehennen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **118** (2005), 270-279

Eingegangen: 21.01.2005

Akzeptiert: 15.12.2005

Anschrift der Verfasser

DANIELA WEITZENBÜRGER, ANNE VITS, Dr. HENNING HAMANN,

Prof. Dr. OTTMAR DISTL\*

E-mail: ottmar.distl@tiho-hannover.de

Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Bünteweg 17p, D-30559 Hannover

\*Autor für Korrespondenz