

Meta-Analyse von Gesundheits-, Eiqualitäts-, Leistungs- und Verhaltensmerkmalen zur Beurteilung von Kleingruppenhaltungssystemen für Legehennen

BRITTA SCHOLZ, SWAANTJE RÖNCHEN, H. HAMANN und O. DISTL¹

1 Einleitung

Mit Umsetzung der EU-Richtlinie 1999/74/EG zur „Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen“ in nationales Recht wird in Deutschland die konventionelle Käfighaltung von Legehennen ab 2008 gänzlich verboten sein. In den übrigen EU-Ländern dürfen konventionelle Käfige bis 2012 genutzt werden und müssen dann durch ausgestaltete Käfige oder alternative Haltungssysteme ersetzt werden. Während die deutsche Gesetzgebung darüber hinaus die Nutzung ausgestalteter Käfige bis 2020 befristet hat, wird derzeit vermehrt die Entwicklung und praktische Erprobung sogenannter Kleingruppenhaltungen gefördert und deren Eignung für die Legehennenhaltung untersucht. Die Kleingruppenhaltung stellt zum jetzigen Zeitpunkt neben der Freiland- und Bodenhaltung ein Haltungssystem dar, welches den Hennen innerhalb eines geschlossenen Systems einen größtmöglichen Bewegungsspielraum bietet und somit einen positiven Einfluss auf Gesundheits- und Leistungsmerkmale erwarten lässt. Kleingruppenhaltungen sowie Bodenhaltungen sind in Deutschland unbefristet zur Nutzung zugelassen.

Die vorliegende Meta-Analyse sollte insbesondere eine Bewertung der in Deutschland entwickelten Kleingruppenhaltung der Legehennen ermöglichen. Die Datenbasis bildeten bereits von uns veröffentlichte Studien sowie eigene Daten. Insgesamt gingen zehn untersuchte Legedurchgänge (Gesamtzahl untersuchter Hennen: 4.553) mit mehreren Legelinien, wie Lohmann Selected Leghorn (LSL), Lohmann Brown (LB) und Lohmann Silver (LS), in die Auswertungen ein. Dabei wurden verschiedene Haltungssysteme, angefangen von der konventionellen Käfighaltung bis zu der aktuell diskutierten Kleingruppenhaltung sowie eine Volierenhaltung, hinsichtlich ausgewählter gesundheits- und leistungsbezogener Merkmale der Hennen verglichen. Ziel dieser Studie war es, in einer umfassenden Auswertung darzustellen, inwieweit Einflüsse durch die technische Weiterentwicklung von ausgestalteten Käfigen zu Kleingruppenhaltungssystemen auf die ausgewählten Merkmale feststellbar waren und welche positiven Effekte auf Gesundheit und Leistung der Hennen erzielt werden konnten. Als Referenzsystem diente eine Volierenhaltung mit Kaltscharrraum bzw. mit zusätzlichem Auslauf (intensive Auslaufhaltung).

2 Material und Methoden

2.1 Legedurchgänge und Datenherkunft

Die in die Meta-Analyse einbezogenen Untersuchungsdaten wurden im Zeitraum 1999 bis 2006 im Legehennenstall des Lehr- und Forschungsgutes (LuFG) Ruthe der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover sowie im Versuchsstall (VS) Wesselkamp der Deut-

¹ Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Bünteweg 17p, D-30559 Hannover; ¹ Korrespondierender Autor: ottmar.distl@tiho-hannover.de

schen Frühstücksei GmbH in Ankum, Kreis Osnabrück, erhoben. Die Meta-Analyse beinhaltet insgesamt zehn Legedurchgänge (LD) und eine Gesamtzahl von 4.553 untersuchten Hennen unter Einbezug der Studien von LEYENDECKER et al. (2001a; 2001b; 2005; unveröffentlichte Daten, (2002/2003)), VITS et al. (2005), WEITZENBÜRGER et al. (2005; 2006a; 2006b), SCHOLZ et al. (2006) (sowie zur Veröffentlichung eingereichte Daten (LD 2005/2006)) und RÖNCHEN et al. (2006) (sowie zur Veröffentlichung eingereichte Daten der LD 2004/2005 und 2005/2006) (Tab. 1). Auf dem LuFG Ruthe erfolgten für alle untersuchten Legeperioden pro Legedurchgang stichprobenweise Entnahmen von im Mittel 518 Legehennen im 3., 6., 9. und 12. Legemonat. Im VS Wesselkamp wurden pro Legedurchgang im Mittel 360 Hennen zu den oben genannten Untersuchungszeitpunkten bzw. nur im 6. und 12. Legemonat (LD 2004/2005 und 2005/2006) zur Untersuchung entnommen. Haltungssysteme, Legelinien und Untersuchungszeitpunkte wurden jeweils anteilmäßig mit gleichen Anzahlen untersuchter Legehennen berücksichtigt. Detaillierte Beschreibungen der untersuchten Haltungssysteme der in

Tab. 1. In die Meta-Analyse einbezogene Studien, deren Untersuchungszeiträume (LD), Versuchsfarmen, Haltungssysteme, verwendete Legelinien (LIN), Anzahl untersuchter Hennen (n) und Anfangsbestand (AB) der jeweils in dem Versuchsstall eingestellten Hennen
Studies included in the meta-analysis, their investigation periods (LD), trial farms, housing systems, layer lines (LIN), number of hens (n) examined and total number of hens housed

LD	LuFG Ruthe		VS Wesselkamp			
	Studien, Systeme	LIN	n AB	Studien, Systeme	LIN	n AB
1999–2000	LEYENDECKER et al. (2001a, 2001b) KK, Voliere, AH	LSL LT	300 4.500	–	–	–
2000–2001	LEYENDECKER et al. (2005) KK, AP, Voliere	LS	600 5.211		–	–
2001–2002	LEYENDECKER et al. (2005) KK, AP, Voliere	LS	675 4.882		–	–
2002–2003	LEYENDECKER, unveröffentlicht	LS	628 5.410	VITS et al. (2005), WEITZENBÜRGER et al. (2005, 2006a, 2006b) AP, EV 625A-EU, EV 625a-EU	LB LSL	432 8.640
2003–2004	–	–	–	VITS et al. (2005), WEITZENBÜRGER et al. (2005, 2006a, 2006b) AP, EV 625A-EU, EV 625a-EU	LSL	432 8.640
2004–2005	SCHOLZ et al. (2006) RÖNCHEN et al. (2006)* AP, EV 625aEU, Voliere	LS LT	478 5.490	SCHOLZ/RÖNCHEN* AP, EV 625A-EU, EV 625a-EU	LB LSL	288 ca. 9.000
2005–2006	SCHOLZ/RÖNCHEN* AP, EV 625a-EU, Voliere	LS	432 5.560	SCHOLZ/RÖNCHEN* AP, EV 625A-EU, EV 625a-EU		288 ca. 9.000

KK: konventioneller Käfig; AP: AP; AH: intensive Auslaufhaltung; EV: Eurovent; LD: Legedurchgang; LIN: Legelinie; LSL: Lohmann Selected Leghorn, LT: Lohmann Tradition; LS: Lohmann Silver; LB: Lohmann Brown; *: zur Veröffentlichung eingereicht

Tab. 1 angeführten Autoren sind den jeweiligen Studien zu entnehmen. Eigene Studien wurden über zwei LD (2004 bis 2006) jeweils zeitgleich auf dem LuFG Ruthe und im VS Wesselkamp durchgeführt.

2.2 Haltungssysteme und Legelinien der LD 2004 bis 2006

In beiden Versuchsställen waren jeweils drei verschiedene Haltungssysteme für Legehennen (Hersteller Fa. Big Dutchman, Vechta, Deutschland) installiert. Die Systeme Aviplus (AP) und Eurovent (EV) 625A-EU stellten zwei Varianten eines ausgestalteten Käfigs dar. Im AP wurden Gruppengrößen von 10, 20 und 30 Tieren (LuFG Ruthe) bzw. 10 und 20 Tieren (VS Wesselkamp) gehalten. Der ausgestaltete Käfig Eurovent (EV) 625A-EU war für 20 und 30 Hennen pro Abteil ausgelegt. Das Haltungssystem EV 625A-EU stellte eine Kleingruppenhaltung für Gruppen von 40 und 60 Hennen dar. Alle untersuchten Haltungssysteme boten den Hennen eine Grundfläche von mindestens 750 cm² pro Tier und erfüllten durch die Ausstattung mit Sitzstangen, Legenestern, Sandbädern und Krallenabriebsflächen in allen Punkten die erforderlichen Kriterien der EU-Richtlinie 1999/74 für die Haltung von Legehennen. In beiden LD (VS Wesselkamp) sowie im zweiten LD (LuFG Ruthe) wurden die Sitzstangen innerhalb der Abteile des EV 625A-EU und EV 625A-EU auf zwei verschiedenen Höhen installiert, um den Hennen zusätzlichen Bewegungsanreiz und die Möglichkeit zum Aufbaumen zu bieten.

Auf dem LuFG Ruthe waren die dreietagig montierten Systeme AP (doppelreihig), Eurovent 625a-EU sowie eine dreietagige Volierenanlage „Natura“ installiert. Die Volierenhaltung bestand aus zwei Abteilen mit jeweils 1.215 Legehennen (3,65 m x 15,98 m Grundfläche pro Abteil) und separaten angegliederten Außenscharrräumen (20,98 m x 3,40 m Grundfläche). Die im ersten LD eingestellten 5.430 Legehennen setzten sich zu gleichen Teilen aus den Legelinien Lohmann Silver (LS) und Lohmann Tradition (LT) zusammen. Im zweiten LD wurden nur LS eingestellt. Im VS Wesselkamp standen die über vier Etagen installierten Systeme AP, EV 625A-EU (beide doppelreihig) sowie EV 625a-EU zur Verfügung. Im ersten LD wurden etwa 4.500 Lohmann Selected Leghorn (LSL) und 4.500 Lohmann Brown (LB) eingestellt. Im zweiten LD wurden bei gleicher Tierzahl nur LSL verwendet.

2.3 Gesundheitsmerkmale der LD 1999 bis 2006

Zur Bestimmung des Gesundheitsstatus der Legehennen wurden die Merkmale Humerus- und Tibiaknochenfestigkeit, Brustbein-, Fußballen- und Gefiederstatus berücksichtigt. Während der gesamten Versuchsdauer wurden alle Merkmale von den jeweiligen Autoren mit identischen Geräten (Knochenbruchfestigkeit) sowie anhand identischer Untersuchungsprotokolle (Brustbein, Fußballen, Gefieder) erhoben. Die Bestimmung der Humerus- und Tibiaknochenfestigkeit erfolgte bei allen Autoren mit der Materialprüfmaschine vom Typ „Zwick/Z2.5/TNIS“ (Zwick-Roell, Ulm, Deutschland); die Ergebnisse werden in Newton (N) angegeben. Die Materialprüfmaschine wurde jährlich geeicht und auf ihre Präzision bei der Messung hin überprüft. Der Brustbeinstatus der Legehennen wurde von den Autoren anhand einer vierstufigen Punkteskala ermittelt (Note 4 = unverändertes Brustbein, Note 3 = geringgradige, Note 2 = mittelgradige und Note 1 = hochgradige Deformation). Zur Beurteilung des Fußballenstatus (Sohle) wurden von jeder Legehenne beide Füße makroskopisch untersucht. Dabei wurden Hyperkeratosen und Epithelläsionen getrennt voneinander erfasst. Der Schweregrad der Schädigung am Fußpaar richtete sich nach der Veränderung mit der stärksten Ausprägung. Zur Befunderhebung wurde ein einheitliches Beurteilungsschema mit den Schweregraden 1 (keine Hyperkeratose, Epithel intakt, keine Verdickung des Ballens) bis 4 (großflächige, tiefgreifende Läsionen, Ballen hochgradig verdickt) bzw. 5 (höchstgradige Hyperkeratose) verwendet. Der Befiederungsstatus wurde von allen Autoren für die Körperregionen Kopf, Hals, Brust, Bauch, Rücken, Flügel und Schwanz separat anhand

einer Bewertungsskala von 1 (gravierende Gefiederschäden, federlose Stellen) bis 4 (sehr gutes, vollständiges Gefieder mit nur wenig deformierten oder beschädigten Federn) bewertet. Zur Ermittlung des Gesamtgefiederstatus wurden die für die jeweiligen Körperregionen vergebenen Punkte im Anschluss zu einer Gesamtsumme addiert (max. 28, min. 7 Punkte).

2.4 Leistungsmerkmale, Eischalenbruchfestigkeit und Mortalität der LD 1999-2006

Neben dem Leistungsmerkmal Legeleistung pro Bestandshenne wurden die Merkmale Eischalenbruchfestigkeit und Mortalität der Hennen in die Untersuchung einbezogen. Die Legeleistung der Hennen sowie die Anzahl der verendeten Tiere wurden in beiden Versuchsställen täglich durch die Tierbetreuer erfasst. Bei allen Autoren erfolgten die Untersuchungen zur Messung der Eischalenbruchfestigkeit über den gesamten Versuchszeitraum mit der Materialprüfmaschine vom Typ „Zwick/Z2.5/TNIS“. Die Untersuchungen wurden einmal pro Legemonat (LM) durchgeführt. In den LD 2004-2006 (Ruthe) wurde jeweils eine Stichprobe von im Mittel 4.389 Eiern untersucht, gleichmäßig auf die jeweils zu untersuchenden Haltungssysteme aufgeteilt. Die Anzahl der untersuchten Eier von den Autoren VITS et al. (2005) und LEYENDECKER et al. (2005) sind den angegebenen Publikationen zu entnehmen.

2.5 Verhaltensmerkmale der LD 2002 – 2006

Die Verhaltensmerkmale Stehen auf dem Drahtboden, Gehen auf dem Drahtboden, Aufenthalt auf den Sitzstangen (Stehen und Sitzen), Ruhen auf den Sitzstangen, Sandbaden auf dem Drahtboden, Pickaktivität im Sandbad, auf Objekte gerichtete Pickaktivität (z.B. Einrichtungselemente, Drahtboden) und Federpicken wurden während der Lichtphase mittels Direktbeobachtung und Momentaufnahme erfasst – zur Methodik der Datenerfassung siehe WEITZENBÜRGER et al. (2006b). Eigene Verhaltensbeobachtungen erfolgten im 3., 6., 9. und 12. LM (2. LD, LuFG Ruthe), im 6. und 12. LM (1. LD) sowie im 3., 6. und 12. LM (2. LD) (VS Wesselkamp).

2.6 Statistische Auswertung

Für die Meta-Analyse wurden die Least Square-Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler aus jedem Legedurchgang pro Ort der Untersuchung, Haltungssystem und Legelinie (soweit mehrere Legelinien eingesetzt wurden), für Humerus- und Tibiabruchofestigkeit, Brustbein-, Fußballen- und Gefiederstatus, Legeleistung pro Bestandshenne, Mortalität, Eischalenbruchfestigkeit sowie für die Verhaltensmerkmale verwendet. Die dazugehörigen Studien sind in Tab. 1 angeführt.

Die Meta-Analyse erfolgte anhand eines linearen Weighted Least Square-Modells (Prozedur GLM von SAS mit der Option „weight“). Als Gewichtung wurden die Reziprokwerte der quadrierten Standardfehler (SE) der zugehörigen LSM verwendet. Die Anzahl der LSM, die den gewichteten LSM der einzelnen Merkmale jeweils zugrunde liegen, sind unten aufgeführt. Aufgrund einer unterschiedlichen genetischen Herkunft der Legelinie Lohmann Silver wurden dem fixen Effekt LIN in dem statistischen Modell die drei Ausprägungen Braunleger (Lohmann Brown, Lohmann Tradition), Weißleger (Lohmann Selected Leghorn) und Lohmann Silver zugewiesen. Das Haltungssystem (SYS), der Ort der Untersuchungen (LuFG Ruthe, VS Wesselkamp) innerhalb des Haltungssystems (ORT(SYS)) sowie die Legelinie innerhalb des Haltungssystems (LIN(SYS)) wurden als fixe Effekte in das Modell einbezogen. Insgesamt wurden sechs verschiedene Haltungssysteme unterschieden. Aufgrund der Datenstruktur konnte für die Auswertung der Mortalität und der Verhaltensmerkmale die Legelinie LIN(SYS) nicht mit in das Modell einbezogen werden, da für diese Merkmale Legelinie und Ort der Untersuchung miteinander vermenget waren.

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{SYS}_i + \text{ORT}_j + \text{LIN}_k + \text{ORT}(\text{SYS})_{ij} + \text{LIN}(\text{SYS})_{ik} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} : LSM für die Merkmale Humerus- und Tibiabruchfestigkeit (jeweils $n=36$), Brustbeinstatus ($n=24$), Fußballenstatus ($n=21$), Gefiederstatus ($n=21$), Legeleistung pro Bestandshenne ($n=36$), Mortalität ($n=36$), Eischalenbruchfestigkeit ($n=24$) sowie für die Verhaltensmerkmale ($n=14$)

μ : Modellkonstante

e_{ijkl} : zufälliger Restfehler

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigten, dass der fixe Effekt des Haltungssystems einen signifikanten Einfluss auf die Merkmale Humerus- und Tibiabruchfestigkeit, Sohlenhyperkeratose, Legeleistung, Mortalität und Sandbaden auf dem Drahtboden hatte (Tab. 2), während er sich für die Merkmale Brustbeinstatus, Epithelläsion der Sohle, Gefiederstatus, Eischalenfestigkeit sowie für die übrigen ausgewählten Verhaltensmerkmale als nicht signifikant erwies. Ein signifikanter Einfluss des Untersuchungsortes wurde für die Merkmale Tibiabruchfestigkeit, Gefiederstatus, Mortalität, Picken im Sandbad, Federpicken, Aufenthalt auf den Sitzstangen (Stehen/Sitzen) und Sandbaden auf dem Boden festgestellt. Der fixe Effekt der Legelinie erwies sich ausschließlich für die Legeleistung als signifikant.

Tab. 2. Signifikante Unterschiede der Meta-Analyse zwischen den verschiedenen Haltungssystemen, bezogen auf die Merkmale Humerus- und Tibiabruchfestigkeit, Hyperkeratose der Sohle (HypS), Legeleistung pro Bestandshenne (LL), Mortalitätsrate (Mort) und Sandbadeaktivität auf dem Drahtboden (Sb Draht)

Significant differences of meta-analysis among the different housing systems tested related to the traits humerus- and tibia bone strength, sole pad hyperkeratosis (HypS), production rate per hen present (LL), mortality rate (Mort) and dustbathing on wire floor (Sb Draht)

SYS	Humerus (N)		Tibia (N)		HypS (1-5)		LL (%)		Mort (%)			Sb Draht (%)	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	Cl _u	Cl _o	LSM	SE
KK	107,98 ^a	15,74	107,34 ^a	4,45	-	-	81,20 ^{abcd}	22,69	11,1 ^{ab}	0,07	0,16	-	-
AP	169,83 ^b	8,09	129,98 ^b	1,98	1,83 ^a	0,04	87,57 ^a	0,22	5,86 ^c	0,04	0,08	0,96	0,07
EVA	195,23 ^{bc}	12,81	143,44 ^c	3,53	1,88 ^{ab}	0,08	88,75 ^b	0,15	3,74 ^c	0,02	0,06	0,61	0,09
EVa	184,42 ^{bc}	9,72	133,67 ^b	2,23	2,04 ^b	0,04	87,88 ^a	0,22	5,51 ^{ac}	0,03	0,09	0,52	0,06
VOL	237,14 ^d	14,85	153,26 ^c	3,95	2,02 ^{ab}	0,12	79,50 ^c	0,60	12,23 ^b	0,09	0,16	-	-
AH	231,90 ^{cd}	23,10	153,25 ^c	6,52	-	-	74,21 ^d	0,85	9,68 ^{abc}	0,04	0,21	-	-

Sys: Haltungssystem; KK: konventioneller Käfig; AP: AP; EVA: EV 625A-EU; EVa: EV 625a-EU; VOL: Voliere; AH: intensive Auslaufhaltung; verschiedene Buchstaben (a, b, c, d) innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Differenzen ($p < 0,05$) zwischen den Haltungssystemen für das jeweilige Merkmal

Hennen in konventioneller Käfighaltung wiesen im Vergleich zu allen übrigen Haltungssystemen eine geringere Humerus- und Tibiabruchfestigkeit auf. Weiterhin zeigten Hennen aus beiden Varianten des ausgestalteten Käfigs und der Kleingruppenhaltung eine geringere Humerus- und Tibiafestigkeit im Vergleich zur Volierenhaltung, mit Ausnahme der in EV 625A-EU gehaltenen Hennen, welche eine mit der Volierenhaltung vergleichbare Tibiafestigkeit und somit auch eine signifikant günstigere Tibiafestigkeit als Hennen im ausgestalteten Käfig Aviplus und in der Kleingruppenhaltung aufwiesen. Die

Humerusfestigkeit von Hennen aus Kleingruppenhaltung und ausgestalteten Käfigen unterschied sich nicht signifikant voneinander.

Hennen aus dem Aviplus (AP) zeigten eine geringere Humerus- und Tibiafestigkeit verglichen mit Tieren aus der intensiven Auslaufhaltung. Zwischen den beiden untersuchten EV-Systemen und der intensiven Auslaufhaltung konnten keine Unterschiede in der Humerusfestigkeit beobachtet werden. Für Hennen aus Kleingruppenhaltung zeigte sich im Vergleich zur intensiven Auslaufhaltung eine niedrigere Tibiafestigkeit.

Hennen im EV 625a-EU zeigten vermehrt hyperkeratotische Veränderungen an den Sohlen im Vergleich zu Hennen aus AP, während sich die übrigen Haltungssysteme in diesem Merkmal nicht voneinander unterschieden.

Die Legeleistung der Hennen aus konventioneller Haltung unterschied sich nicht von der von Tieren aus den übrigen Haltungssystemen. Hennen aus AP, EV 625a-EU und EV 625a-EU erzielten eine höhere Legeleistung im Vergleich zur Volieren- und intensiven Auslaufhaltung. Darüber hinaus zeigten Hennen aus EV 625a-EU eine höhere Legeleistung als Tiere aus AP und EV 625a-EU. Hennen aus der Volierenhaltung zeigten die höchste Mortalitätsrate; die Unterschiede zu den Systemen AP, EV 625a und EV 625a-EU erwiesen sich als signifikant. In der Mortalitätsrate ergaben sich keine Unterschiede zwischen Hennen aus Volierenhaltung, intensiver Auslaufhaltung und konventioneller Käfighaltung.

Hennen aus AP zeigten signifikant häufigeres Sandbadeverhalten auf dem Drahtboden im Vergleich zu Hennen aus EV 625a-EU und EV 625a-EU, während Hennen aus den beiden letztgenannten Systemen sich in diesem Merkmal nicht voneinander unterschieden.

Obwohl der fixe Effekt des Haltungssystems für den Brustbein- und Gefiederstatus sowie für das Merkmal Aufenthalt auf den Sitzstangen (Stehen/Sitzen) nicht signifikant war, unterschieden sich einzelne Systeme signifikant. So war bei Hennen aus Volierenhaltung der Brustbeinstatus im Vergleich zu EV 625a-EU ungünstiger, jedoch nicht bei den Hennen aus EV 625a-EU und AP. Weiterhin wurde bei Hennen aus der Volierenhaltung ein signifikant günstigerer Gefiederstatus verglichen mit Tieren aus ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltung beobachtet. Hinsichtlich der Verhaltensmerkmale hielten sich im AP signifikant mehr Hennen auf den Sitzstangen auf (Stehen, Sitzen) als Hennen aus EV 625a-EU, während Hennen aus EV 625a-EU die Sitzstangen signifikant häufiger zum Stehen und Sitzen nutzten als Hennen aus EV 625a-EU.

4 Diskussion

Die Meta-Analyse erbrachte in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte Ergebnisse. Nur wenige Merkmale zeigten signifikante Unterschiede zwischen den sechs untersuchten Haltungssystemen. Im Haltungssystem EV 625a-EU war die Mortalität am geringsten sowie die Legeleistung pro Bestandshenne und damit auch pro Anfangshenne am höchsten und die Gesundheitsmerkmale am ausgewogensten. Die Hyperkeratosen der Sohle waren niedrig, und der Brustbeinstatus zeigte keinen Unterschied im Vergleich zu den anderen untersuchten Handlungsformen. Die Tibiaknochenfestigkeit war mit den in der Voliere gemessenen Werten vergleichbar, und sowohl Humerus- als auch Tibiafestigkeit unterschieden sich nicht von Werten aus der intensiven Auslaufhaltung. Im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung wurde in allen untersuchten Haltungssystemen eine bessere Humerus- und Tibiaknochenfestigkeit erzielt. Die in dieser Untersuchung festgestellte Verbesserung der Humerus- und Tibiafestigkeiten von Hennen aus ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltungen im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung kann außer durch die Sitzstangennutzung auch durch den sogenannten „Omnibuseffekt“ hervorgerufen worden sein, der den Hennen das Zurücklegen größerer Distanzen (insbesondere in der Kleingruppenhaltung) innerhalb eines Abteils er-

möglichte und sich in erster Linie positiv auf die Tibiafestigkeit ausgewirkt haben könnte. Ebenfalls kann eine Aufteilung der Haltungseinheiten in Sandbad-, Sitzstangen- und Nestbereich und eine hohe Akzeptanz der verschiedenen Bereiche dazu beigetragen haben, dass die Hennen angeregt wurden, sich zwischen den genannten Arealen zu bewegen. Die in der Volierenhaltung erzielten hohen Knochenfestigkeiten konnten jedoch nicht für Legehennen im Aviplus-System und in der Kleingruppenhaltung ermittelt werden und wurden auch nicht durch die intensive Auslaufhaltung übertroffen. Das Nutzen des Etageelementes und des angegliederten Kaltscharrraumes bot den Hennen in der Voliere eine Vielzahl an Bewegungsmöglichkeiten, welche sich positiv auf eine Erhöhung der Knochenfestigkeit auswirkten. Die im EV 625A-EU ermittelte und mit der in der Volierenhaltung zu beobachtenden vergleichbare Tibiafestigkeit lässt sich in diesem Zusammenhang schwer erklären. Da im Gegensatz zum Aviplus-System die Sitzstangen im EV 625A-EU teilweise auf verschiedenen Ebenen installiert waren, könnte sich dies positiv auf die Tibiafestigkeit in letzterem System ausgewirkt haben. In einer Untersuchung von BISHOP et al. (2000) wurde eine positive Korrelation zwischen Humerus- und Tibiafestigkeit sowie dem Brustbeinstatus beschrieben. Trotz hoher Humerus- und Tibiaknochenfestigkeit in der Volierenhaltung wurde in dieser jedoch ein ungünstiger Brustbeinstatus im Vergleich zur Kleingruppenhaltung beobachtet. In einer umfassenden Studie von ELSON und CROXALL (2006) wurde ebenfalls ein verminderter Brustbeinstatus bei Hennen in Volieren festgestellt. GREGORY et al. (1990) beschrieben als einen prädisponierenden Faktor für Brustbeinveränderungen ein hohes Kollisionsrisiko durch fehlerhaftes Anfliegen von Sitzstangen bei Hennen in Volierenhaltung. Ursache für ein vermehrtes Unfallrisiko könnte eine ungünstige Sitzstangenpositionierung sein. Laut einer Studie von MOINARD et al. (2004) sollten Sitzstangen einen Abstand von 600 mm nicht überschreiten, um den Hennen eine problemlose Nutzung zu gewährleisten. Die in der Voliere installierten Sitzstangen hatten einen Abstand von 830 mm zum Boden und 480 bzw. 740 mm Abstand zu der obersten Etage des Volierelementes. Dies könnte möglicherweise mit einem höheren Kollisionsrisiko assoziiert gewesen sein. BESSE (1997) wies ebenfalls darauf hin, dass Anflugsitzstangen optimal positioniert sein müssen, um das Risiko von Frakturen zu minimieren. Der Brustbeinstatus unterschied sich in den ausgestalteten Käfigen nicht von den Werten der Volierenhaltung, aber zwischen letzterem System und der Kleingruppenhaltung war ein signifikanter Unterschied zu verzeichnen. KEELING et al. (2003) stellten bei Hennen in Abteilen mit Gruppengrößen um die 30 Hennen eine vermehrte Unruhe aufgrund einer instabilen sozialen Hierarchie fest. In diesem Zusammenhang könnten die teilweise auf verschiedenen Ebenen positionierten Sitzstangen in den 30-er Abteilen des EV 625A-EU vermehrt zu ungewollten Kollisionen mit dem Brustbein geführt haben, während in den größeren Gruppen der Kleingruppenhaltung ein tolerantes Sozialverhalten auftrat, das mit weniger Unruhe verbunden war. In einer Studie von WAHLSTRÖM et al. (2001) wurden die in ausgestalteten Käfigen beschriebenen Brustbeinveränderungen auf starke mechanische Belastung bei der Sitzstangennutzung zurückgeführt. In der vorliegenden Studie führte nur die Nutzung der Sitzstangen in der Kleingruppenhaltung weniger stark zu Deformationen des Brustbeins als die Haltungsbedingungen im untersuchten Voliersystem diese bewirkten. GENTLE (2001) konnte in einer Studie eindeutige Hinweise auf komplexe Vorgänge der Schmerz Wahrnehmung bei Geflügel beobachten, so dass die in der Voliere auftretenden Brustbeindeformationen durchaus kritisch zu bewerten sind.

Legehennen in den untersuchten Kleingruppenhaltungssystemen waren stärker von hyperkeratotischen Veränderungen der Sohlenballen betroffen. Hierzu könnte eine unterschiedlich frequente Nutzung der Sitzstangen beigetragen haben. Darüber hinaus wird der Fußballenstatus durch das Design der angebotenen Sitzstangen maßgeblich beeinflusst (SIEGWART, 1991; OESTER, 1994; TAUSON und ABRAHAMSSON, 1994). Form und Oberflächenbeschaffenheit der in der Kleingruppenhaltung installierten Sitzgelegenheiten unterschieden sich teilweise von denen der ausgestalteten Käfige. In allen un-

tersuchten LD war den Hennen im Kleingruppenhaltungssystem das Nutzen des Zuleitungsrohres der Sandbadbefüllung als Sitzgelegenheit möglich. Durch seine runde Form und die vergleichsweise raue Oberfläche könnte eine vermehrte Proliferation der Sohlenballenhaut hervorgerufen worden sein (WEITZENBÜRGER et al., 2005). In Studien von SIEGWART (1991) und WEITZENBÜRGER et al. (2005) wird als Ursache des Entstehens von Sohlenballenhyperkeratose vor allem die Nutzung von Sitzstangen angesehen. Läsionen und Entzündungen werden am häufigsten in alternativen Haltungssystemen beobachtet (KEUTGEN et al., 1999). So begünstigt eine feuchte und durch Exkremente verunreinigte Einstreu (WANG et al., 1998) sowie mangelnde Sauberkeit von Sitzstangen (ELSON und CROXALL, 2006) entzündliche Veränderungen der Fußballen. Entgegen BLOKHUIS et al. (2007) konnte in der vorliegenden Studie jedoch kein vermehrtes Auftreten von Sohlenballenläsionen in der Volierenhaltung im Vergleich zu den ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltungen beobachtet werden. Dies könnte auf einen guten hygienischen Zustand des verwendeten Einstreumaterials zurückgeführt werden.

Ein intaktes Gefieder trägt maßgeblich zum Wohlbefinden der Hennen bei. Gefiederschäden können sowohl durch Einrichtungselemente in Käfighaltungssystemen (FREIRE et al., 1999) als auch durch einen gegenseitigen Abrieb zwischen Hennen bei hoher Besatzdichte verursacht werden (APPLEBY et al., 2002). Diese Faktoren könnten den in den ausgestalteten Käfigen und Kleingruppenhaltungen beobachteten ungünstigeren Gesamtgefiederstatus der Hennen im Vergleich zur Volierenhaltung hervorgerufen haben. Federpicken stellt ebenfalls eine wichtige Ursache für das Auftreten von Gefiederschäden dar (BILČÍK und KEELING, 1999). Die durchgeführten Untersuchungen zum Verhalten zeigten jedoch keine Unterschiede hinsichtlich des Auftretens von Federpicken in Kleingruppenhaltung und den ausgestalteten Käfigen. Verhaltensbeobachtungen in der vorliegenden Studie umfassten die Untersuchung von Merkmalen, die Rückschlüsse auf die Raumnutzung sowie Akzeptanz der Einrichtungselemente der Haltungseinheiten zuließen. Obwohl die Kleingruppenhaltung aufgrund der größeren Grundfläche der Abteile Möglichkeit zu mehr Fortbewegung bot, konnte kein Unterschied in der Häufigkeit der Fortbewegung (Gehen auf Drahtboden) zu der im ausgestalteten Käfig ermittelt werden. Ebenso konnten keine Abweichungen zwischen den Haltungssystemen für die Merkmale Ruhen auf den Sitzstangen und Aufenthalt (Stehen) auf dem Drahtgitterboden ermittelt werden. Hennen aus EV 625a-EU nutzten Sitzstangen im Vergleich zum EV 625A-EU zum Sitzen/Stehen vermutlich häufiger, da ihnen durch das Zuleitungsrohr zur Sandbadbefüllung eine zusätzliche Möglichkeit der Sitzstangennutzung zur Verfügung stand. Sandbaden stellt ein wichtiges Element des Komfortverhaltens dar. In neuartigen Haltungssystemen, in denen durch Ausgestaltung der Abteile mit Sandbadevorrichtungen den Legehennen das Sandbadens ermöglicht wird, ist dieser Bereich jedoch noch immer als eine Schwachstelle anzusehen (BUCHENAUER, 2005). So kritisierten WEITZENBÜRGER et al. (2006b) unter anderem die Größe der angebotenen Staubbäder, die das von Hennen bevorzugte Sandbaden in der Gruppe nur eingeschränkt zuließ. In der vorliegenden Studie wurde Sandbadeaktivität auf dem Drahtboden signifikant häufiger im AP beobachtet im Vergleich zur Kleingruppenhaltung und EV 625A-EU. Dies könnte möglicherweise auf ungünstigere Lichtverhältnisse in den Sandbadevorrichtungen des AP zurückgeführt werden. Aufgrund der zentralen, lichtdurchlässigen Trennwand war die Lichtintensität in diesen Bereichen im Vergleich zur Kleingruppenhaltung (ohne Trennwand) und dem EV 625A-EU (Trennwand zur Hälfte aus Gitterdraht) geringer. BUCHENAUER (2005) konnte das Sandbadeverhalten oftmals auf dem Drahtboden in Nähe einer Lichtquelle beobachten, da die Sandbadevorrichtungen nicht genügend ausgeleuchtet waren und somit der wichtige Schlüsselreiz des Lichtes fehlte. Auch die im Vergleich zu EV 625a und EV 625A zeitlich limitierte Verfügbarkeit des Sandbads im AP wird als Grund einer erhöhten Sandbadeaktivität auf dem Drahtboden angesehen, da die Hennen nur unzureichend Möglichkeiten hatten, ihr Sandbadeverhalten während des begrenzten Zugangs zu der Sandbadevorrichtung aus-

zuüben. Pickaktivitäten werden zum Funktionskreis des Erkundungs- und Nahrungsaufnahmeverhaltens gezählt. WEITZENBÜRGER et al. (2006b) erwähnten einen möglichen Zusammenhang zwischen einem gehäuftem Auftreten von Federpicken und gleichzeitig verminderter Pickaktivität im Sandbad in ausgestalteten Käfigen und führten dies auf einen Mangel an adäquatem Erkundungs- und Beschäftigungsmaterial zurück, welches die Hennen veranlasste, Pickaktivitäten auf das Gefieder ihrer Artgenossen zu projizieren. In der vorliegenden Studie konnten für die Verhaltensmerkmale Federpicken, Pickaktivität im Sandbad sowie gegen Objekte gerichtetes Picken keine Unterschiede zwischen ausgestalteten Käfigen und der Kleingruppenhaltung beobachtet werden. Da alle aufgeführten Pickaktivitäten in den untersuchten Systemen beobachtet wurden, konnte aus den vorliegenden Ergebnissen nicht gefolgert werden, ob Menge und Struktur des angebotenen Scharmaterials geeignet waren, den Erkundungstrieb der Tiere voll zu befriedigen. Die in der Volieren- und Auslaufhaltung niedrigere Legeleistung im Vergleich zu ausgestaltetem Käfig und Kleingruppenhaltung entspricht den Ergebnissen von BLOKHUIS et al. (2007). Nicht vollständig geschlossene Haltungssysteme bergen aufgrund externer Umwelteinflüsse ein größeres Gesundheitsrisiko für Hennen, welches zusammen mit oftmals höherem Futteraufwand zu einer größeren wirtschaftlichen Unsicherheit des Haltungssystems führen kann. Die in der Volierenhaltung im Vergleich zu ausgestaltetem Käfig und Kleingruppenhaltung aufgetretene höhere Mortalitätsrate spiegelt diesen Aspekt ebenfalls wider.

Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass sich die technische Weiterentwicklung der Legehennenhaltungssysteme hin zu ausgestalteten Käfigen und Kleingruppen positiv auf die erfassten gesundheits- und leistungsbezogenen Merkmale im Vergleich zur konventionellen Käfighaltung ausgewirkt hat. Die Volierenhaltung konnte in den Merkmalen Humerus- und Tibiaknochenfestigkeit nicht übertroffen werden, wobei Hennen aus EV 625A-EU eine vergleichbare Tibiafestigkeit aufwiesen. Hennen aus der Voliere zeichneten sich durch einen ungünstigeren Brustbeinstatus im Vergleich zur Kleingruppenhaltung aus und wiesen eine höhere Mortalität und geringere Legeleistung auf. Die Weiterentwicklung der ausgestalteten Käfige zur Kleingruppenhaltung brachte weitere Verbesserungen in den untersuchten Gesundheits-, Leistungs- und Verhaltensmerkmalen. Hinsichtlich wirtschaftlicher Aspekte (Legeleistung, Mortalität) boten ausgestaltete Käfige und Kleingruppenhaltungssysteme deutliche Vorteile gegenüber der Volierenhaltung. In den untersuchten ausgestalteten Käfigen sind gegenüber den anderen alternativen Haltungsformen bestimmte Verhaltensweisen stark eingeschränkt beziehungsweise fehlgeleitet (Sandbadeverhalten auf dem Drahtboden im AP), so dass auch unter Verhaltensaspekten eine Weiterentwicklung der ausgestalteten Käfige zur Kleingruppenhaltung notwendig war.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden mittels Meta-Analyse gesundheits- und leistungsbezogene Parameter sowie ausgewählte Verhaltensmerkmale von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen untersucht. Einbezogen wurden eigene Untersuchungsergebnisse sowie bereits veröffentlichte Daten verschiedener Autoren zu insgesamt zehn Legedurchgängen und einer Gesamtzahl von 4.553 Hennen. Die getesteten Haltungssysteme waren konventionelle Käfige, zwei Varianten eines ausgestalteten Käfigs, Kleingruppenhaltungen, ein Volierensystem sowie eine intensive Auslaufhaltung. Die Analyse umfasste die LS-Mittelwerte (LSM) von Humerus- und Tibiaknochenfestigkeit, Brustbein-, Fußballen- und Gefiederstatus, Legeleistung, Mortalität, Eischalenfestigkeit sowie Verhaltensmerkmale der Hennen. Die LSM der einbezogenen Studien wurden anhand der Reziprokwerte ihrer quadrierten Standardfehler gewichtet, und die Meta-Analyse erfolgte anhand eines linearen Weighted Least Square-Modells. Das Haltungssystem

tem erwies sich für Humerus- und Tibiabruchfestigkeit, Sohlenballenhyperkeratose, Legeleistung, Mortalität und Sandbaden auf dem Drahtboden als signifikant. Im Vergleich zu den ausgestalteten Käfigen und der Kleingruppenhaltung erzielten die in der Voliere gehaltenen Hennen die höchsten Knochenfestigkeiten, zeigten jedoch einen ungünstigeren Brustbeinstatus – verglichen mit den ausgestalteten Käfigen – sowie eine geringere Legeleistung und höhere Mortalität. Hyperkeratotische Veränderungen der Sohlenballen traten am häufigsten in der Kleingruppenhaltung auf. Für die Merkmale Humerusbruchfestigkeit, Brustbein- und Gefiederstatus, Eischalenfestigkeit, Mortalität sowie für die ausgewählten Verhaltensmerkmale – mit Ausnahme der Sandbadeaktivität auf dem Drahtboden und des Aufenthaltes auf den Sitzstangen (Stehen und Sitzen) – konnten keine Unterschiede zwischen ausgestaltetem Käfig und Kleingruppenhaltung festgestellt werden.

Schlüsselwörter: Meta-Analyse, Legehennen, Gesundheitszustand, Verhalten, Haltungssysteme

Literatur

- APPLEBY, M. C., A. W. WALKER, C. J. NICOL, A. C. LINDBERG, R. FREIRE, B. O. HUGHES and H. A. ELSON (2002): Development of furnished cages for laying hens. *Br. Poult. Sci.* **43**, 489-500.
- BESSEI, W. (1997): Das Verhalten von Legehennen in Volieren (eine Literaturübersicht). *Arch. Geflügelk.* **61**, 176-180.
- BILČÍK, B. and L. G. KEELING (1999): Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *Br. Poult. Sci.* **40**, 444-451.
- BISHOP, S. C., R. H. FLEMING, H. A. MCCORMACK, D. K. FLOCK and C. C. WHITEHEAD (2000): Inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. *Br. Poult. Sci.* **41**, 33-40.
- BLOKHUIS, H. J., T. FIKS VAN NIEKERK, W. BESSEI, A. ELSON, D. GUÉMÉNE, J. B. KJAER, G. A. MARIA LEVRINO, C. J. NICOL, R. TAUSON, C. A. WEEKS and H. A. VAN DE WEERD (2007): The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *World's Poult. Sci. J.* **63**, 101-114.
- BUCHENAUER, D. (2005): Bewertung ausgestalteter Käfige für Legehennen – Entwicklung zur Kleinvoliere. *Dt. tierärztl. Wschr.* **112**, 80-84.
- ELSON, H. A. and R. CROXALL (2006): European study on the comparative welfare of laying hens in cage and non-cage systems. *Arch. Geflügelk.* **70**, 194-198.
- FREIRE, R., A. WALKER and C. J. NICOL (1999): The relationship between trough height, feather cover and behaviour of laying hens in modified cages. *Appl. Anim. Beh. Sci.* **63**, 55-64.
- GENTLE, M. J. (2001): Attentional shifts alter pain perception in the chicken. *Anim. Welfare* **10**, 187-194.
- GREGORY, N. G., L. J. WILKINS, S. D. ELEPERUMA, A. J. BALLANTYNE and N. D. OVERFIELD (1990): Broken bones in domestic fowls: effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay-hens. *Br. Poult. Sci.* **31**, 59-69.
- KEELING, L. J., I. ESTEVEZ, R. C. NEWBERRY and M. G. CORREIA (2003): Production-related traits of layers reared in different sized flocks: the concept of problematic intermediate group sizes. *Poult. Sci.* **82**, 1393-1396.
- KEUTGEN, H., S. WURM und S. UEBERSCHÄR (1999): Pathologisch-anatomische Untersuchungen bei Legehennen aus verschiedenen Haltungssystemen. *Dt. tierärztl. Wschr.* **106**, 127-133.
- LEYENDECKER, M., H. HAMANN, J. HARTUNG, J. KAMPHUES, C. RING, G. GLÜNDER, C. AHLERS, I. SANDER, U. NEUMANN und O. DISTL (2001a): Analyse von Genotyp-Umwelt-

- Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 1. Mitt.: Legeleistungsmerkmale. *Züchtungskunde* **73**, 290-307.
- LEYENDECKER, M., H. HAMANN, J. HARTUNG, J. KAMPHUES, C. RING, G. GLÜNDER, C. AHLERS, I. SANDER, U. NEUMANN und O. DISTL (2001b): Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit. 3. Mitt.: Knochenfestigkeit. *Züchtungskunde* **73**, 387-323.
- LEYENDECKER, M., H. HAMANN, J. HARTUNG, J. KAMPHUES, U. NEUMANN, C. SÜRIE und O. DISTL (2005): Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. *Br. Poult. Sci.* **46**, 536-544.
- MOINARD, C., P. STATHAM and P.R. GREEN (2004): Control of landing flight by laying hens: implications for the design of extensive housing systems. *Br. Poult. Sci.* **45**, 578-584.
- OESTER, H. (1994): Sitzstangenformen und ihr Einfluss auf die Entstehung von Fußballengeschwüren bei Legehennen. *Arch. Geflügelk.* **58**, 231-238.
- RICHTLINIE 1999/74/EG (1999): RL des Rates zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen vom 19. Juli 1999.
- RÖNCHEN, S., H. HAMANN and O. DISTL (2006): Evaluation of plumage condition and foot pad health of laying hens housed in small group housing systems, furnished cages and an aviary system. *Proc. 12th. Eur. Poult. Conf., Suppl.*, **66**, 602.
- SCHOLZ, B., H. HAMANN and O. DISTL (2006): Evaluation of bone strength, keel bone deformity and egg quality of laying hens housed in small group housing systems and furnished cages in comparison to an aviary housing system. *Proc. 12th Eur. Poult. Conf., Suppl.*, **66**, 591-592.
- SIEGWART, N. (1991): Ursache und Pathogenese von Fußballengeschwüren bei Legehennen. Doctoral Thesis, University of Bern, Switzerland.
- TAUSON, R. and P. ABRAHAMSSON (1994): Foot and skeletal disorders in laying hens. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.* **44**, 110-119.
- VITS, A., D. WEITZENBÜRGER, H. HAMANN and O. DISTL (2005): Production, egg quality, bone strength, claw length and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poult. Sci.* **84**, 1511-1519.
- WAHLSTRÖM, A., R. TAUSON and K. ELWINGER (2001): Plumage condition and health of aviary-kept hens fed mash or crumbled pellets. *Poult. Sci.* **80**, 266-271.
- WANG, G., C. EKSTRAND and J. SVEDBERG (1998): Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *Br. Poult. Sci.* **39**, 191-197.
- WEITZENBÜRGER, D., A. VITS, H. HAMANN, M. HEWICKER-TRAUTWEIN und O. DISTL (2005): Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen im Hinblick auf den Fußballenstatus bei Legehennen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **118**, 270-279.
- WEITZENBÜRGER, D., A. VITS, H. HAMANN und O. DISTL (2006a): Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich Brustbeindeformationen, Gefiederstatus, Krallenlänge und Körpermasse bei den Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown. *Arch. Tierz.* **46**, 89-102.
- WEITZENBÜRGER, D., A. VITS, H. HAMANN und O. DISTL (2006b): Evaluierung von Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich bestimmter Verhaltensweisen bei der Legelinie Lohmann Selected Leghorn. *Arch. Geflügelk.* **70**, 250-260.

Danksagung

Die Autoren danken der Big Dutchman GmbH, der Lohmann Tierzucht GmbH und der Deutschen Frühstücksei GmbH für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojektes.

Meta-analysis of welfare, egg quality, production and selected behavioural traits to evaluate small group housing systems for laying hens

by BRITTA SCHOLZ, SWAANTJE RÖNCHEN, H. HAMANN and O. DISTL

The objective of the current investigation was to employ the tool of meta-analysis in order to assess selected welfare, behavioural and production traits of four different layer strains kept in different types of housing systems. The study was carried out from 1999 to 2006 at two experimental farms and included data of ten laying periods, comprising 4,553 hens in total. Data were collected by the different authors employing fully identical methods. Housing systems tested were conventional cages, two types of furnished cages, small group systems, an aviary housing system and an intensive free range system. Least square means (LSM) of bone strength, keel bone status, foot pad health, plumage condition, egg shell strength, production, mortality and selected behavioural patterns were chosen for meta-analysis. LSM were weighted with their squared reciprocal standard errors and meta-analysis was carried out using a linear weighted least square model. Housing system had a significant effect on humerus and tibia bone strength, hyperkeratosis of sole pad, production, mortality rate and dustbathing on wire floor. At the expense of inferior keel bone status compared to furnished cages and unfavourable production and mortality rate, bone strength of hens kept in the aviary system could not be exceeded by any other type of housing system tested. Foot pad health of hens kept in the aviary was not found to be unfavourable although litter had been provided and hyperkeratosis of sole pad was found to be mostly prevalent in the small group systems. Highest production and lowest mortality rates were detected in furnished cages and small group systems. Humerus bone strength, keel bone status, plumage condition, eggshell strength, mortality rate and the selected behavioural patterns, except the traits dust bathing on wire floor and standing/sitting on perch, did not differ between hens kept in furnished cages and small group systems.

Keywords: Meta-analysis, laying hen, welfare, behaviour, housing system