

# Masthühner in kommerziellen Systemen

---

## Artgerechte Tierhaltung

Die fünf Freiheiten (unten) definieren den idealen Zustand für akzeptablen Tierschutz und umfassen das körperliche Wohlbefinden des Tieres, seine Fähigkeit, angeborene oder artenspezifische Verhaltensweisen auszuüben sowie seinen psychologischen (affektiven) Zustand. Alle drei Komponenten sind wesentliche Elemente der artgerechten Tierhaltung und gehören zum Kernprogramm der Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE, 2011).

1. Freiheit von Hunger und Durst (durch Zugang zu Frischwasser und frischer Nahrung, um volle Gesundheit und Vitalität zu erhalten)
2. Freiheit von Unbehagen (durch geeignete Umgebung, darunter Unterstand und bequeme Ruhebereiche)
3. Freiheit von Schmerzen, Verletzungen oder Krankheiten (durch Vorbeugung oder zügige Diagnose und Behandlung)
4. Freiheit, normale Verhaltensweisen auszuleben (durch Bereitstellung von ausreichend Freiraum, angemessene Einrichtungen und Umgang mit Artgenossen)
5. Freiheit von Angst & Stress (durch Gewährleistung von Bedingungen und Betreuung, die mentale Leiden verhindern)

Die artgerechte Haltung von Masthühnern ist zu einem gewissen Maße in der EU-Gesetzgebung (Ratsrichtlinie, 2007) festgelegt und durch die Annahme dieses Gesetzes in den durchführenden Ländern (Beispiel, Artgerechte Haltung von Nutztieren, 2010) und verschiedene Sicherungssysteme gesichert. Die wichtigsten Faktoren, die voraussichtlich artgerechte Tierhaltung in Betrieben fördern, sind Besatzdichte (einschließlich Umgebungskontrolle), Wachstumsrate (einschließlich Zuchteignung) und angereicherte Umgebung.

## Besatzdichte

Die negativen Auswirkungen der Besatzdichte auf die artgerechte Haltung von Masthühnern zeigen sich in Bezug auf schlechte Einstreuqualität, schlechte Gehfähigkeit, Fußballendermatitis und Verhaltenseinschränkungen, wie von der Europäischen Kommission überprüft (SCAHAW, 2000). Hier erklärt sie: "Aus den Verhaltens- und Beinstörungsstudien geht eindeutig hervor, dass die Besatzdichte 25 kg/m<sup>2</sup> oder weniger betragen muss, damit schwere Probleme in der artgerechten Haltung zum größten Teil vermieden werden können, und dass bei über 30 kg/m<sup>2</sup> selbst bei Systemen mit sehr guter Umgebungskontrolle ein steiler Anstieg in der Häufigkeit schwerwiegender Probleme zu verzeichnen ist". Ein 2007 eingeführtes (2010 durchgesetztes) EU-Gesetz beschränkt die maximale Besatzdichte in Stallsystemen auf 33 kg/m<sup>2</sup>, gestattet aber zwei Abweichungen: die erste auf 39 kg/m<sup>2</sup>, wenn Ammoniak, Kohlendioxid und extreme Temperaturen sowie relative Luftfeuchtigkeit kontrolliert werden, die zweite auf 42 kg/m<sup>2</sup>, wenn die kumulative Mortalität niedrig ist (~3,38 % bei 38 Tagen) und über sieben aufeinanderfolgende Bestände dargestellt wird. Die Richtlinien zu artgerechter Tierhaltung von Nutztieren (England) (geändert) (2010) beschränken die maximale Besatzdichte auf 39 kg/m<sup>2</sup> (auch von Wales und Schottland erlassen). Red Tractor, der Industriestandard, beschränkt die Besatzdichte auf 38 kg/m<sup>2</sup>, während RSPCA Freedom Food die Besatzdichte auf 30 kg/m<sup>2</sup> für einen Vogel mit mittlerer Wachstumsrate beschränkt. In Europa werden Masthühner in Standardsystemen für gewöhnlich mit zwischen 18 und 22 Vögeln/m<sup>2</sup> gehalten, je nach Körpergewicht bei Ausdünnung oder Abbau.

Die zweite gesetzliche Abweichung auf 42 kg/m<sup>2</sup> war eindeutig schädlich für die Wachstumsrate und artgerechte Haltung (Dawkins et al., 2004), und die Erhöhung der Besatzdichte von 30 kg/m<sup>2</sup> führte außerdem

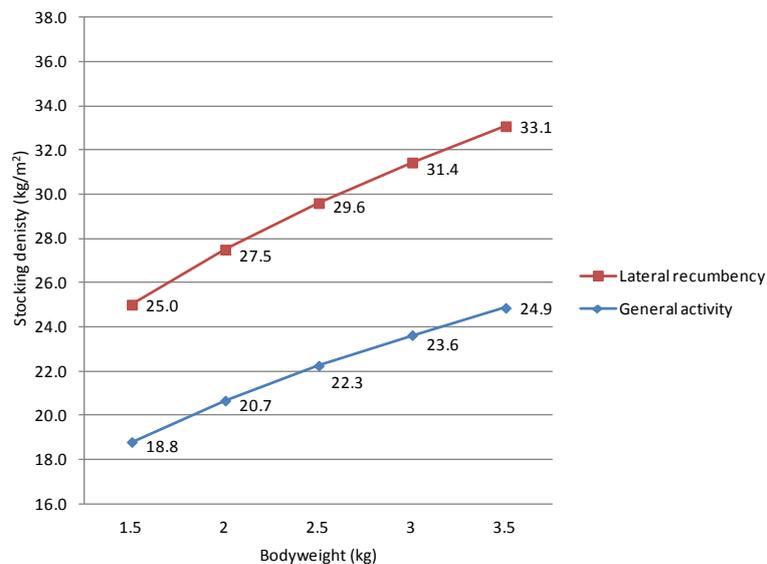
zu einer Verschlechterung der Gehfähigkeit und der relativen Luftfeuchtigkeit in der letzten Produktionswoche. Darüber hinaus führten die negativen Auswirkungen der Besatzdichte auf den Gang (Gehfähigkeit) zu einer Verschlechterung der durchschnittlichen Gangbewertung um 0.013 (siehe Information auf Blatt 4) mit jeder Erhöhung der Besatzdichte um  $1 \text{ kg/m}^2$  in der Spanne von  $15,9\text{-}44,8 \text{ kg/m}^2$  (Knowles et al., 2008). Umgebungskontrolle, insbesondere von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Ammoniakgehalt und Einstreuqualität, war von grundlegender Bedeutung für die artgerechte Haltung von Masthühnern (Dawkins et al., 2004; Jones et al., 2005) und größtenteils zurückzuführen auf gute Belüftung.

Nach Auswertung der Literatur zu den Auswirkungen auf Besatzdichte kam Estevez (2007) zu dem Schluss, dass die schwersten Auswirkungen einer hohen Besatzdichte dann auftraten, wenn die Raumverfügbarkeit auf unter  $0,07$  oder  $0,065 \text{ m}^2/\text{Vogel}$  (bei  $2,5 \text{ kg}$  Lebendgewicht) fiel, was ungefähr  $14\text{-}16 \text{ Vögel/m}^2$  entspricht. Dies wurde von Bokkers et al (2011) in einer vor kurzem erschienenen Studie bestätigt. Die Studie untersuchte die Voraussetzungen für festen Raum mit eingeschränktem Verhalten. Die Autoren folgerten außerdem, dass mehr Raum nötig wäre, damit mehr Verhaltensweisen ausgelebt werden könnten, was die Anzahl der Vögel weiter verringern würde.

Die statische Fläche, die ein Tier benötigt, um seitlich zu liegen oder zwischen Stehen und Liegen zu wechseln, wird mit der allometrischen Gleichung  $A=0.0457W^{0.67}$  berechnet (Petherick, 2007), wobei  $A=\text{m}^2/\text{Vogel}$  und  $W$  das Lebendgewicht sind. Die empirische Konstante ( $k$ ) variiert je nach Haltung und ist nicht bekannt für allgemeine Aktivität. Mithilfe der Empfehlungen von FAWC (1995) für die Besatzdichte von Truthähnen in Bodenhaltung ( $25 \text{ kg/m}^2$  für einen Truthahn von  $5 \text{ kg}$ ), wo die Aktivität größer ist als in konventionellen Systemen, können wir aber schätzen, dass der Wert  $k$  für allgemeine Aktivität  $0.06083$  ist. Abbildung 1 zeigt die berechnete Besatzdichte bei bestimmten finalen Körpergewichten und gemäß den Anforderungen für seitliches Liegen oder allgemeine Aktivität.

Statische Anforderungen variieren von  $25$  bis  $33 \text{ kg/m}^2$  bei  $1,5$  bzw.  $3,5 \text{ kg}$ , was  $17 \text{ Vögel/m}^2$  bei  $1,5 \text{ kg}$  und  $9,5 \text{ Vögel/m}^2$  bei  $3,5 \text{ kg}$  entspricht. Anforderungen für aktiven Raum variieren von  $19$  bis  $25 \text{ kg/m}^2$  in der gleichen Gewichtspanne, was  $12,5 \text{ Vögel/m}^2$  bei  $1,5 \text{ kg}$  und  $7 \text{ Vögel/m}^2$  bei  $3,5 \text{ kg}$  entspricht. Das Festlegen einer maximalen Besatzdichte als Pauschale für die verschiedenen Körpergewichte von Masthühnern führt zu Überbeständen von leichten und Unterbeständen von schweren Vögeln. Statische Fläche bedeutet für einen Vogel von  $2,5 \text{ kg}$   $30 \text{ kg/m}^2$  und ist die für unsere Auszeichnung Das Werte Huhn erforderliche Dichte. Idealerweise würden wir Freiräume (daraus errechnete Besatzdichte) allometrisch betrachtet wissen, da so die Anzahl der Vögel und deren Körpergewicht berücksichtigt werden.

**Abbildung 1. Maximale Besatzdichte wird hergeleitet von Freiraumberechnungen nach Körpergewicht und einem festen oder aktiven Zustand.**



Stocking density (kg/m <sup>2</sup> )	Besatzdichte (kg/m <sup>2</sup> )
Lateral recumbency	Seitliches Liegen
General activity	Allgemeine Aktivität
Bodyweight (kg)	Körpergewicht (kg)

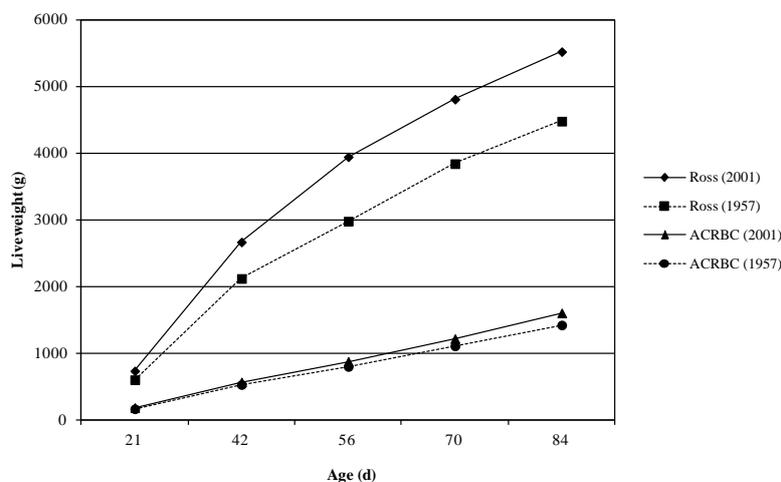
## Wachstumsrate

Lebendgewicht und Wachstumsrate waren allein für Unterschiede in der Gefähigkeit von 13 Masthuhn-Genotypen mit verschiedenen Wachstumspotenzialen verantwortlich (Kestin et al., 2001). Trotz genetischer Fortschritte in der Beingesundheit von Hühnern tritt schlechte Gefähigkeit noch immer auf, auch wenn sie je nach Herde stark variieren; die Risiken sind multifaktoriell (Bradshaw et al., 2002). Die größten Risikofaktoren bei gesunden Beständen sind die einer hohen Wachstumsrate (Knowles et al., 2008) und einer schlechte Umgebungskontrolle (Jones et al., 2005). Eine Verlangsamung des frühen Wachstums und vermehrte Aktivität durch Einführung längerer Dunkelperioden (siehe unten), eine Verabreichung von weniger nährstoffdichter Nahrung (Letterier et al., 1998; Welfare Quality, 2010) und eine Verabreichung von Mischfutter anstelle von Pellets (Brickett et al., 2007a) können Beingesundheit und Gefähigkeit verbessern.

Neben der verbesserten Gefähigkeit hatten Masthühner mit langsamerem Wachstumspotenzial bedeutend weniger Fußballendermatitis (Nielsen et al., 2003) und sind aktiver und gehen, scharren und picken mehr als Rassen mit schnellem Wachstumspotenzial (Castellini et al., 2002c; Bokkers und Koene 2003).

Die Wachstumsrate des modernen Masthuhns ist phänomenal, wie Abbildung 2 zeigt, und kommt auf 90 g/Tag bei 42 Tagen (Aviagen, 2009). Der Ross-Vogel braucht ein Drittel der Aufzuchtzeit (32 Tage im Vergleich zu 105 Tagen) und dreimal weniger Nahrung für einen 1815 g Vogel mit einer Futtermittelverwertung von 1,47 im Vergleich zu einem nicht ausgewählten, zufällig gezüchteten Vogel von 1957 mit einer Futtermittelverwertung von 4,42 (Havenstein et al., 2003). Genetische Selektion ist für 85 bis 90 % der Fortschritte verantwortlich, die restlichen 10 bis 15 % stammen aus Verbesserungen in der Fütterung.

**Abbildung 2. Das Wachstum moderner Masthühner im Vergleich zu einer zufällig gezüchteten Rasse von 1957 (von Havenstein et al., 2003a), die für 1957 und 2001 typisches kommerzielles Futter bekamen**



Liveweight (g)	Lebendgewicht (g)
Age (d)	Alter (T)

Intensive genetische Selektion nach hoher Wachstumsrate und Brustfleischertrag zusammen mit ständiger Verbesserung der Futtermittelverwertung haben zu einem Masthuhn mit geringer Aktivität und Bein-, Metabolismus- und körperlichen Beschwerden, wie Aszites und plötzlicher Tod, geführt (SCAHAW, 2000). Hohe Wachstumsraten verschärfen außerdem die Notwendigkeit eingeschränkter Fütterung und chronischen Hungerproblemen bei Züchtern von Masthuhn-Zuchttieren. Die Begrenzung des Wachstumspotenzials einer Rasse (und dadurch der eingeschränkten Fütterung von Elterntieren) könnte zum jetzigen Zeitpunkt die beste praktische Lösung für Probleme der artgerechten Tierhaltung sein. Kommerzielle Versuche von Rassen mit mittlerer (durchschnittlich 45 g/Tag) und schneller (durchschnittlich 63 g/Tag) Wachstumsrate, die 56 bzw. 42 Tage unter demselben Lichtprogramm (18 Licht:6 Dunkelheit) aufgezogen wurden, zeigten weniger Sterblichkeit (1,5 gegenüber 5,6 %), Fußballverletzungen (12,5 gegenüber 83,0 %) und Verbrennungen am Sprunggelenk (11,5 gegenüber 44,9 %) bei den Vögeln mit mittlerer Wachstumsrate im Vergleich zu denen mit schneller Wachstumsrate auf (Cooper et al., 2008).

Die Wahl einer geeigneten Rasse ist daher von vorrangiger Bedeutung. Es gibt zwei große globale Zuchtunternehmen, die hoch selektierte Linien von Masthühnern mit schneller Wachstumsrate liefern, und ein europäisches Unternehmen, das eine große Auswahl an alternativen Wachstumspotenzialen liefert. Tabelle 1 zeigt das Spektrum an verfügbaren genetischen Linien, deren Wahl zum größten Teil von Marktgewicht, Alter und Produkthanforderungen (portioniert, ganzer Schlachtkörper usw.) abhängt. In Großbritannien gelten JA 757 und Cobb-Sasso 150 als geeignet für extensive Stallhaltung und Hubbard JA 757 (mittlere Wachstumsrate) kommt gewöhnlich bei der Bioproduktion zum Einsatz. Schnell wachsende Rassen, vor allem die Weibchen, werden auch für käfigfreie Produktion eingesetzt. Langsam wachsende Rassen werden in Großbritannien kaum genutzt, vor allem aufgrund der geringen Brustfleischigkeit und der längeren Dauer bis zum Erreichen des Schlachtgewichts. In Frankreich hingegen stammen fast 50 % der Hühner aus langsamer wachsenden Rassen und ein Drittel aus der Label-Rouge-Produktion (Quentin et al., 2005).

Tabelle 1. Das genetische Potenzial von aktuellen Masthuhn Rassen aus drei wichtigen Zuchtunternehmen.

	System	Rasse	35 Tage			42 Tage					
			BW (g)	GR (g/T)	FCR	BW (g)	GR (g/T)	FCR			
<b>Ross</b>	<b>Standard</b>	308/508/PM3	1918-	54,8-57,7	1,58-1,62	2530-	60,2-63,1	1,73-1,77			
		Arbor Acres	2021			2652					
		Lohman LIR									
<b>Cobb</b>		500/700	1933-	57,0-57,6	1,61-1,65	2548-	56,6-62,5	1,76-1,77			
		Cobb-Avian-48	2017			2626					
<b>Hubbard</b>		Classic,	1830-	52,3-57,2	1,57-1,6	2379-	56,6-61,7	1,69-1,74			
		Hubbard JV,	2003			2592					
		Flex, F15,									
		Yield									
			49 Tage			56 Tage			70 Tage		
			BW	GR	FCR	BW	GR	FCR	BW	GR	FCR
<b>Ross</b>	Extensive Stallhaltung	Rowan	Keine Daten verfügbar								
<b>Cobb</b>		Cobb-Sasso 150	2110	43,1	1,92	2475	44,2	2,0	3135	44,8	2,23
			BW	GR	FCR	BW	GR	FCR	BW	GR	FCR
			56 Tage			63 Tage			70/77 Tage		
<b>Hubbard</b>	Unterschied	Verschiedene (siehe 1)	1657-2389	29,6-42,7	2,06-2,16	2296-2697	36,4-42,8	2,21-2,31	2215-2651	31,6-37,8	2,37-2,63
	Langsam	I657/S757N/ S757/S666 S86							2273	29,5	2,48-2,65

BW: Körpergewicht; GR: Wachstumsrate; FCR: Futtermittelverwertung

1. Nachkommen aus verschiedenen Kreuzungen von Männchen mit JA57 und Redbro (männliche und weibliche Linie) Weibchen (Beispiele: Gris Barre (JA) Cou Nu (+/- Nackthals), JA957, JA757, New Hampshire, Master Gris, Redpac)

Für Ross-Rassen siehe: [www.aviagen.com/ss/broiler-breeders](http://www.aviagen.com/ss/broiler-breeders). Für Cobb-Rassen siehe: [www.cobb-vantress.com/Products/Default.aspx](http://www.cobb-vantress.com/Products/Default.aspx). Für Hubbard-Rassen siehe: [www.hubbardbreeders.com](http://www.hubbardbreeders.com)

## Angereicherte Umgebung

Die EU-Gesetzgebung sieht für die Aufzucht von Masthühnern einen Helligkeitswert von 20 Lux und mindestens 6 Stunden Dunkelheit (davon 4 aufeinanderfolgende Stunden) vor. Früher wurden Masthühner unter Bedingungen von 5 Lux oder weniger und nur 1 Stunde Dunkelheit pro 24-Stundenzyklus aufgezogen.

Eine Dunkelperiode ist für einwandfreie Schlafmuster und einen tageszeitabhängigen Verhaltensrhythmus notwendig (Appleby, 1994). Schlaf ist für die physiologische Erholung im Sinne von Energieerhaltung, Geweberegeneration und Wachstum von Bedeutung (Malleau et al., 2007). Kürzere Tage waren der artgerechten Tierhaltung förderlich und führten zu weniger Problemen des Knochenapparates (Classen et al., 1991), geringerer Mortalität (Rozenboim et al., 1999; Bricket et al., 2007b; Schwan Lardner und Classen, 2010), verbessertem Gehen (Santora et al., 2002; Bricket et al., 2007a; Knowles et al., 2008) und zu verbessertem Verhalten und einer geringeren Ängstlichkeit (Sanotra et al., 2002). Bei maximiertem Verhaltensausdruck (erhöhte Aktivität, Fressen, Trinken, Behagen, Pflege und Erkundungsverhalten) wurde eine optimale artgerechte Haltung bei einem 16-17 Stunden langen Lichtprogramm erreicht (Schwan-Lardner et al., 2012).

Die Netzhaut des Vogelauges verfügt über umfangreiche einzelne und doppelte Kegel, die für Sicht unter hellen Lichtbedingungen verantwortlich sind, und reagiert sensibel auf den UV-Anteil im Lichtspektrum. Daher kann angenommen werden, dass helles und natürliches Licht positiv für die Sehschärfe von Vögeln ist. Natürliches Licht erhöhte die Anzahl der Vögel, die am Boden pickten (Lewis und O'Connell 2011). Masthühner waren aktiver (essen, trinken, scharren, Futtersuche, gehen) (Davis et al., 1999; Blatchford et al., 2009), und putzten sich mehr (Deep et al., 2012) in Umgebungen mit höheren Lichtintensitäten. Sie waren aktiver, wenn das Licht verstärkt wurde (Kristensen et al., 2006) und zogen zum Ausruhen und Picken eine geringe Lichtstärke vor (Davis et al., 1999). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Art der räumlichen oder zeitlichen Verteilung der Lichtstärke der Tierhaltung durch Aktiv- und Ruheperioden zugutekommen könnte. Bei geringer Lichtstärke (< 5 Lux) aufgezogene Masthühner hatten schwerere und größere Augen als die, die unter hellen Lichtbedingungen aufgezogen wurden (Blatchford et al., 2009; Deep et al., 2010, zitiert in Deep et al., 2012).

Zugang ins Freie bietet die Möglichkeit zur Futtersuche und Erkundung und erhöht die Umgebungsvielfalt, Futterquellen und Aktivitäten und schafft das Potenzial für eine artgerechtere Haltung. Zugang ins Freie erhöhte die Aktivität von schnell wachsenden Masthühnern um einen Faktor von 1,8 und verringerte die Ruhezeit um 0,8 (Castellini et al., 2002a) und der Prozentsatz stehend, gehend oder pickend verbrachter Zeit war ebenfalls im Freien bedeutend höher als im Innenbereich (Jones et al., 2007). Im Schnitt gingen Vögel im Freien 98 Schritte pro Runde, verglichen mit 7,2 Schritten pro Runde im Innenbereich (Jones et al., 2007).

Dass Umherstreifen ist bei Rassen mit schneller Wachstumsrate aber allgemein niedrig. Studien mit großen und kleinen kommerziellen Beständen kamen im Schnitt auf 14 % (Dawkins et al., 2003) und 11 % (Spanne 0,2 - 51,4 %, Jones et al., 2007) der Vögel, die zum Ende des Wachstumszyklus im Freien waren. Langsam wachsende Rassen bewegten sich besser als schnell wachsende und beide Arten streiften mehr, wenn sie eine mäßig energiereiche statt einer energiearmen Ernährung bekamen (Nielsen et al., 2003); langsam wachsende Rassen verbringen außerdem mehr Zeit im Freien (60 % für Kabir im Vergleich zu 35 % für Ross 208) (Castellini et al., 2002b). Hühner folgen beim Umherstreifen einem tageszeitabhängigen Rhythmus; morgens und vor der Dämmerung gehen mehr Vögel ins Freie (Dawkins et al., 2003; Nielsen et al., 2003; Jones et al., 2007). Sie bleiben für gewöhnlich in der Nähe des Hauses (Weeks et al., 1994; Christensen et al., 2003) und das Streifverhalten steigt, in Bezug auf Prozentsatz der im Freien verbrachten Zeit und zurückgelegte Strecke, mit dem Alter (Mirabito und Lubac 2001; Mirabito et al., 2001; Jones et al., 2007).

Das Wetter und die Eignung der Außenumgebung haben einen großen Einfluss auf das Streifverhalten. Hühner streifen im Sommer mehr (Jones et al., 2007) und werden von niedrigen Temperaturen, Wind und Regen negativ beeinflusst (Gordon und Forbes, 2002). Sie bevorzugen bewölkte Tage und ziehen Busch- und Baumlanschaften kurzem Gras vor (Dawkins et al., 2003). Überdachungen aus Nadelgehölz waren ebenfalls beliebt (Gordon und Forbes, 2002). Künstliche Unterstände, Freilufttränken und Staubbadbereiche wurden von Qualitäts-Sicherungssystemen gefordert, um die Außenumgebung für die Vögel attraktiver zu gestalten. Bäume mit guter Überschildung bereichern die Außenumgebung zusätzlich und erhöhten das Umherstreifen von Label Rouge (Mirabito et al., 2001) und schnell wachsenden Masthühnern (Jones et al., 2007).

## Literaturhinweise

- Appleby, M.C., Hughes, B.O. and Savory, C. J. (1994) Current state of poultry welfare: Progress, problems and strategies. *British Poultry Science* 35 (3), 467-475.
- Aviagen, (2009) Ross 308 Broiler Performance Objectives. Newbridge, Midlothian, EH28 8SZ. Scotland.  
[http://67.20.64.230/ss/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross\\_308\\_Broiler\\_Performance\\_Objectives.pdf](http://67.20.64.230/ss/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross_308_Broiler_Performance_Objectives.pdf) .  
 Letzter Zugriff September 2010.
- Blatchford, R.A., Klasing, K.C., Shivaprasad, H.L., Wakenell, P.S., Archer, G.S. and Mench, J.A. (2009) The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science* 88, 20–28.
- Bokkers, E.A.M. and Koene, P. (2003) Behaviour of fast and slow growing broilers to 12 weeks of age and the physical consequences. *Applied Animal Behaviour Science* 81, 59-72.
- Bokkers, E.A.M., Boer, I.J.M., and Koene, P. (2011) Space needs of broilers. *Animal Welfare* 20:623-632
- Bradshaw, R.H., Kirkden, R.D. and Broom, D.M. (2002) A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. *Avian and Poultry Biology Reviews* 13(2), 45-103.
- Brickett, K.E., Dahiya, J.P., Classen, H.L., Annett, C.B. and Gomis, G. (2007a) The Impact of Nutrient Density, Feed Form, and Photoperiod on the Walking Ability and Skeletal Quality of Broiler Chickens. *Poultry Science* 86, 2117-2125.
- Brickett, K.E., Dahiya, J.P., Classen, H.L. and Gomis, G. (2007b) Influence of Dietary Nutrient Density, Feed Form, and Lighting on Growth and Meat Yield of Broiler Chickens. *Poultry Science* 86, 2172-2181.
- Castellini, C., Mugnai, C. and Dal Bosco, A. (2002a) Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality *Meat Science* 60, 219–225.
- Castellini, C., Dal Bosco, A., Mugnai, C. and Bernardini, M. (2002b) Performance and behaviour of chickens with different growing rate reared according to the organic system. *Italian Journal of Animal Science* 1, 291-300.
- Christensen, J.W., Nielsen, B.L., Young, J.F., and Noddergaard, F. (2003) Effects of calcium deficiency in broilers on the use of outdoor areas, foraging activity and production parameters. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 229-240.
- Classen, H.L., Riddell, C. and Robinson, F.E. (1991) Effects of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens. *British Poultry Science* 32(1), 21-29.
- Cooper, M.D., Allanson-Bailey, S., Gauthier, R. and Wrathall, J. (2008) Higher welfare standards and broiler welfare. *World Poultry* 18(8), 20-21.
- Council Directive 2007/43/EC. (2007) Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:182:0019:0028:EN:PDF>. Letzter Zugriff August 2010.
- Davis, N.J., Prescott, N.B., Savory, C.J. and Wathes, C.M. (1999) Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behaviour. *Animal Welfare* 8, 193-203.
- Dawkins, M.S., Cook, P., Whittingham, M., Mansell, K., and Harper, A. (2003) What makes free-range broilers range? In-situ measurement of habitat preference. *Animal Behaviour* 66, 342-344.
- Dawkins, M.S., Donnelly, C.A. and Jones, T.A. (2004) Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature* 427, 342-344.
- Deep, A., Schwan-Lardner, K., Crowe, T.G., and Fancher, B.I. (2012) Effect of light intensity on broiler behaviour and diurnal rhythms. *Applied Animal Behaviour Science* 136: 50-56.
- Defra (2010) Welfare of farmed animals (England) (Amendment) 2010 archiviert bei:  
<http://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2010/9780111503546/contents>
- Estevez, I. (2007) Density Allowances for Broilers: Where to Set the Limits? *Poultry Science* 86, 1265-1272.
- Gordon, S.H and Forbes, M.J. (2002) Management factors affecting the use of pasture by table chickens in extensive production systems. In: Powell. (ed), *UK Organic Research 2002: Proceedings of the COR Conference*, 26-28th March 2002, Aberystwyth, pp. 269-272. Archiviert bei <http://orgprints.org/8257>. Letzter Zugriff Juli 2010.

- Havenstein, G.B., Ferket, P.R. and Qureshi, M.A. (2003) Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 Versus 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. *Poultry Science* 82, 1500-1508.
- Jones, T.A., Donnelly, C.A. and Dawkins, M.S. (2005) Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the UK and Denmark stocked at five densities. *Poultry Science* 84(8), 1155-1165.
- Jones, T.A., Feber, R., Hemery, G., Cook, P., James, K., Lamberth, C., and Dawkins, M.S. (2007) Welfare and environmental benefits of integrating commercially viable free-range broiler chickens into newly planted woodland: a UK case study. *Agricultural Systems* 94, 177-188.
- Kestin, S.C., Gordon, S., Su, G. and Sorensen, P. (2001) Relationships in chickens between lameness, liveweight, growth rate and age. *Veterinary Record* 148, 195-197.
- Knowles, TG., Kestin, S.C., Haslam, S.M., Brown, L.E., Butterworth, A., Pope, S.J., Pfeiffer, D. and Nicol, C.J. (2008) Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS ONE* 3(2): e1545. doi:10.1371/journal.pone.0001545.
- Kristensen, H.H., Perry, G.C., Prescott, N.B., Ladewig, J., Ersbøll, A.K. and Wathes, C.M. (2006) Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. *British Poultry Science* 47 (3), 257-263.
- Leterrier, C., Rose, N., Constantin, P. and Nys, Y. (1998) Reducing growth rate of broiler chickens with a low energy diet does not improve cortical bone quality. *British Poultry Science*, 39 (1), 24-30.
- Lewis, C.L., and O'Connell, N.E. (2011) The influence of natural light and straw bales on the behavior and leg health of broiler chickens. Poster presentation: UFAW International Symposium, Portsmouth 28-29 June 2011: Making animal welfare improvements: economic and other incentives and constraints
- Malleau, A.E., Duncan, I.J.H., Widowski, T.M. and Atkinson, J.L. (2007) The importance of rest in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 106, 52-69.
- Mirabito, L., and Lubac, L. (2001) Descriptive study of outdoor run occupation by 'Red Label' type chickens. *British Poultry Science* 42, S16-S17.
- Mirabito, L., Joly, T., and Lubac, L. (2001) Impact of the presence of peach orchards in the outdoor hens run on the occupation of the space by Red Label type chickens. *British Poultry Science* 42, S18-S19
- Nielsen, B.L., Thomsen, M.G., Sørensen, P. and Young, J. F. (2003) Feed and strain effects on the use of outdoor areas by broilers. *British Poultry Science* 44(2), 161-169.
- OIE (2011) Terrestrial Animal Health Code: Chapter 7.1 Introduction to the recommendations for animal welfare (Article 7.1.1) Archiviert bei: [http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre\\_1.7.1.htm](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_1.7.1.htm)
- Rozenboim, I., Robinzon, B. and Rosenstrauch, A. (1999) Effect of light source and regimen on growing broilers. *British Poultry Science* 40(4), 452-457.
- Petherick, J.C. (2007) Spatial requirements of animals: Allometry and beyond. *Journal of veterinary Behaviour* 2:197-204
- Quentin, M., Bouvarel, I. and Picard, M. (2005) Effects of crude protein and lysine contents of the diet on growth and body composition of slow-growing commercial broilers from 42 to 77 days of age. *Animal Research* 54, 113-122.
- Sanotra, G.S., Lund, J.D. and Vestergaard, K.S. (2002) Influence of light-dark schedules and stocking density on behaviour, risk of leg problems and occurrence of chronic fear in broilers. *British Poultry Science* 43(3), 344-354.
- Schwean-Lardner, K. and Classen, H. (2010) Lighting for Broilers. Aviagen technical report. 0210-AVN-024. <http://en.aviagen.com/assets/Uploads/RossTechLightingforBroilers.pdf>. Letzter Zugriff August 2010.
- Schwean-Lardner, K., Fancher, B.I., and Classen, H.L. (2012) Impact of daylength on behavioural output in commercial broilers. *Applied Animal behaviour science* 137: 43-52
- Scientific Committee on Animal Health and Welfare (SCAHAW) (2000) The Welfare of Chickens Kept for Meat Production (Broilers). European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General, Brussels, Belgium. SANCO.B.3/AH/R15/2000.
- Weeks, C.A., Nicol, C.J., Sherwin, C.M. and Hunt, S.C. (1994) Comparison of the behavior of broiler chickens in indoor and free-range environments. *Animal Welfare* 3, 179-192.
- Welfare Quality. (2010). Preventing lameness in broiler chickens (Popular Fact Sheet WQ Broilers 0303). <http://www.welfarequality.net/everyone/41858/5/0/22>. Letzter Zugriff August 2011.