

Tierärztliche Hochschule Hannover

**Folgen des Einsatzes zusätzlicher Wasserangebote in der
Haltung von Pekingmastenten unter besonderer
Beachtung der Paddelgesundheit**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades einer
Doktorin der Veterinärmedizin
- Doctor medicinae veterinariae -
(Dr. med. vet.)

vorgelegt von
Lea Klambeck
Minden

Hannover 2019

Wissenschaftliche Betreuung: Prof. Dr. med. vet. Nicole Kemper
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Prof. Dr. agr. Robby Andersson
Fachgebiet Tierhaltung und Produkte
Hochschule Osnabrück

1. Gutachterin Prof. Dr. med. vet. Nicole Kemper
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

2. Gutachterin Prof. Dr. med. vet. Silke Rautenschlein
Klinik für Geflügel
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Tag der mündlichen Prüfung: 13.05.2019

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Eingebundene Manuskripte	3
Effect of two different additional water sources on health and welfare parameters in farmed Pekin ducks (<i>Anas platyrhynchos</i> f.d.).....	4
First approach to validate a scoring system to assess footpad dermatitis in Pekin ducks	21
Übergreifende Diskussion	41
Schlussfolgerung	56
Zusammenfassung	57
Summary	60
Vorträge, Poster und sonstige Publikationen	62
Literaturverzeichnis.....	64
Danksagung	72

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
°C	degree Celsius
ca.	circa
CFU	colony forming units
cm	centimetre
COER	Council of Europe Recommendations concerning domestic ducks
e.g.	for example
g	gramm
GEE	Generalised Estimating Equations
Gruppe 1-N _{PF}	Gruppe 1: Nippeltränken über teilperforierter Bodenfläche
Gruppe 2-NW _F _{PF}	Gruppe 2: Nippeltränken und Wassertrichter über teilperforierter Bodenfläche
Gruppe 3-NW _F _{CF}	Gruppe 3: Nippeltränken und Wassertrichter über eingestreuter Bodenfläche
Gruppe 4- NW _F _{CF} _T	Gruppe 4: Nippeltränken, Wassertrichter über eingestreuter Bodenfläche und Flachbecken über teilperforierter Bodenfläche
KBE	koloniebildende Einheiten
l	litre
m	square meter
mg	milligram
ml	millilitre
µm	micrometre
n	number
OPC	overall plumage condition
p	error probability
SD	standard deviation
SE	standard error

Einleitung

Im Jahr 2017 wurden in Deutschland insgesamt 6.650.300 Tonnen Fleisch im Rahmen gewerblicher Schlachtungen erzeugt (Statistisches Bundesamt, 2018). Der Anteil an Geflügelfleisch betrug 22,77% (1.514.200 Tonnen Geflügelfleisch; Statistisches Bundesamt, 2018). Die Erzeugung von Entenfleisch hatte bezogen auf die im Jahr 2017 in Deutschland produzierte Gesamtmenge an Fleisch einen Anteil von 0,54% (36.000 Tonnen Entenfleisch; Statistisches Bundesamt, 2018), dabei wird jedoch nicht zwischen Fleisch von Pekingenten, Moschusenten und Mularden differenziert. Folglich hat die Haltung von Pekingmastenten zur Fleischerzeugung in Deutschland verglichen mit Masthühnern und –puten wirtschaftlich eher eine untergeordnete Rolle.

Auf europäischer Ebene wird die Haltung von Pekingmastenten in Deutschland, dem Vereinigten Königreich und den Niederlanden größtenteils unter Verwendung von Stroh als Einstreumaterial durchgeführt (Rodenburg et al., 2005). Zur Wasserversorgung der Tiere wurden in der Vergangenheit hauptsächlich Nippeltränken eingesetzt (Raud und Faure, 1994), einerseits um den Eintrag von Tränkwasser in die Einstreu zu minimieren, andererseits aus Gründen der Tränkwasserhygiene (Rodenburg et al., 2005). Für die Haltung von Pekingmastenten gelten in Deutschland das Tierschutzgesetz (TierSchG), die allgemeinen Bestimmungen der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) jeweils in der aktuellen Fassung und die Europaratsempfehlungen in Bezug auf Pekingenten (Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, T-AP; 22. Juni 1999). Letztere fordern in Artikel 11 Nr. 2, dass den Tieren Badewasser oder alternativ Wasservorrichtungen zum Ausleben von Komfortverhalten angeboten werden müssen. An den in der Vergangenheit zur Wasserversorgung vorwiegend eingesetzten Nippeltränken (Raud und Faure, 1994) können wasserassoziierte Verhaltensweisen wie das in den Europaratsempfehlungen geforderte Eintauchen des Kopfes nicht durchgeführt werden (Knierim et al., 2004). Daher besteht ein großer Bedarf der Umsetzung dieses Aspektes der Europaratsempfehlungen in die Praxis (Rauch et al., 2016b). Durch die Schaffung entsprechender Funktionsbereiche in Haltungssystemen kann das Ausleben von Funktionskreisen, wie beispielsweise dem Komfortverhalten, ermöglicht werden (von Borell, 2009). Auf nationaler Ebene wurden zur Konkretisierung der Europaratsempfehlungen länderspezifische freiwillige Vereinbarungen in Bayern (2003), Brandenburg (2000), Niedersachsen (2003) und Sachsen-Anhalt (2001) ausgearbeitet. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Tierschutzplan Niedersachsen der Ansatz verfolgt, einen neu entwickelten Prototyp eines Wassertrichters zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen hinsichtlich der Eignung gemäß der Anforderungen der Europaratsempfehlungen zu prüfen und gegebenenfalls die Folgen des Einsatzes für die Pekingmastenten sowie deren Haltungsumwelt unter Feldbedingungen zu untersuchen.

Mit dem Ziel das Tierwohl in der Pekingentenhaltung zu verbessern, indem unter anderem Funktionsbereiche geschaffen werden, die die Ausübung von Komfortverhalten, hier wasserassoziierte Verhaltensweisen, fördern bzw. ermöglichen, entsteht gleichzeitig im Kontext des Tierschutzes weiterer Forschungsbedarf. Durch die Nutzung offener Wasserressourcen im Stall wird der Eintrag von Feuchtigkeit in die Einstreu steigen, was mit Risiken verbunden ist (Rauch et al., 2016a). Der Feuchtegehalt der Einstreu ist ein wichtiger

Einflussfaktor für die Entstehung von Pododermatitiden bei Mastgeflügel (Sherpherd und Fairchild, 2010; Bilgili et al., 2009; Mayne et al., 2007a; Mayne, 2005; Dawkins et al., 2004; Greene et al., 1985; Martland, 1985; Youssef et al., 2010). Daher ist insbesondere bei Verwendung offener Wasserangebote auch in der Haltung von Pekingmastenten die Verfügbarkeit von Bewertungssystemen, die hinsichtlich der Erfassung sowie Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden objektive und reliable Daten liefern, von besonderer Relevanz. Auf der Basis der Bewertung klinischer Anzeichen einer Entstehung bzw. bei Vorhandensein von Pododermatitiden in der jeweiligen Herde kann der Tierhalter im Bedarfsfall mittels entsprechender Managementmaßnahmen in der Haltungsperiode lenkend eingreifen, um den klinischen Zustand der Paddel zu erhalten bzw. zu verbessern. Dieser Ansatz der Verwendung tierbezogener Daten zur betrieblichen Eigenkontrolle in der Nutztierhaltung ist seit dem Jahr 2014 im Tierschutzgesetz verankert. Zur Erfüllung der Anforderungen des § 2 des Tierschutzgesetzes müssen Halter von Nutztieren in Deutschland im Rahmen der betrieblichen Eigenkontrolle Tierschutzindikatoren erheben und bewerten (§ 11 (8) TierSchG, 2014). Die Beschaffenheit der Fußballen von Masthühnern und -puten wird bereits als ein geeigneter Hinweisgeber für die Tiergerechtigkeit des Haltungssystems bzw. des Managements angesehen (Oliveira et al., 2017; Knierim et al., 2016; Haslam et al., 2007; Heitmann et al., 2018). In der Praxis erfolgt die Erhebung und Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden bei Mastgeflügel vielfach mittels visueller Boniturschemata, deren Ergebnisse allerdings durch die subjektive Wahrnehmung und Interpretation des Observers beeinflusst werden (Meagher, 2009). Da die Reliabilität der mittels visueller Bonitur erhobenen Daten niedrig ist (Mayne et al., 2007b), ist eine Validierung solcher Bewertungssysteme anzustreben, um sowohl die Objektivität als auch die Reliabilität der Ergebnisse überprüfen zu können. Besonders das zuverlässige Erkennen hochgradiger Veränderungen in Form von Ulzerationen ist aus Sicht des Tierschutzes relevant, da diese als potentiell schmerzhaft angesehen werden (Haslam et al., 2007; Berg, 1998; Ekstrand et al., 1997). In der Literatur sind verschiedene Boniturschemata zur Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden der Paddel von Pekingenten publiziert (Schenk et al., 2016; Da Costa et al., 2015; Fraley et al., 2013; Karcher et al., 2013; Pianka, 2013; Liste et al., 2012a; Hirsch, 2011; O'Driscoll und Broom, 2011; Jones und Dawkins, 2010a). Allerdings ist eine Validierung dieser Boniturschemata bisher nicht erfolgt, was jedoch erforderlich ist, um verlässliche Rückschlüsse in Bezug auf die Tiergerechtigkeit des Haltungssystems bzw. auf das Management der Herde ziehen zu können.

In Bezug auf die tierwohl- und tierschutzorientierte Haltung von Pekingmastenten ergeben sich zwei Aspekte, die in der vorliegenden Dissertation bearbeitet wurden. Die Ziele der vorliegenden Untersuchung waren:

- A) Die Erfassung und Bewertung der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote im Sinne der Europaratsempfehlungen auf Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls bei Pekingmastenten.
- B) Die Validierung eines visuellen Boniturschemas, welches hochgradige Veränderungen in Form von Ulzerationen der Paddel von Pekingmastenten anzeigt.

Die Bearbeitung dieser Themenbereiche erfolgte im Rahmen von zwei Untersuchungen.

Eingebundene Manuskripte

Darlegung des selbstständigen Anteils von Frau Lea Klambeck an den vorliegenden Untersuchungen:

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2017): Effect of two different additional water sources on health and welfare parameters in farmed Pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f.d.). *Berliner Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 130, 273-280, DOI: 10.2376/0005-9366-16028.

Mein Eigenanteil erstreckt sich auf die Beteiligung an der Versuchsplanung (gemeinsam mit der AG Enten/ Gänse des Tierschutzplan Niedersachsen und Herrn Prof. Robby Andersson), die Durchführung der Untersuchungen (100%), der Beteiligung an der Auswertung der Daten (unter Beteiligung von Herrn Dr. Gürbüz Daş) und der Erstellung des Manuskriptentwurfs.

Klambeck, L., Stracke, J., Spindler, B., Klotz, D., Wohlsein, P., Schön, H.-G., Kaufmann, F., Kemper, N., Andersson, R. (2019): First approach to validate a scoring system to assess footpad dermatitis in Pekin ducks. *European Poultry Science* 83, 1-16, DOI: 10.1399/eps.2019.262.

Mein Eigenanteil erstreckt sich auf die Beteiligung an der Versuchsplanung (gemeinsam mit Frau Dr. Birgit Spindler, Frau Dr. Jenny Stracke und Herrn Prof. Robby Andersson), der Beteiligung an der Durchführung der Untersuchungen (visuelle Bonitur der Paddel, Vermessung der Metatarsalballen mit der Software ImageJ 1.51j8; die Erstellung, die Auswertung und die Diskussion der histologischen Schnitte wurden von Frau Daniela Klotz und Herr Dr. Wohlsein durchgeführt), der Beteiligung an der Auswertung der Daten (unter Beteiligung von Herrn Dr. Hans-Georg Schön) und der Erstellung des Manuskriptentwurfs.

Effect of two different additional water sources on health and welfare parameters in farmed Pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f.d.)

Lea Klambeck¹, Falko Kaufmann¹, José Daniel Kämmerling¹, Nicole Kemper², Robby Andersson¹

¹ Department of Animal Husbandry and Poultry Sciences, University of Applied Sciences Osnabrueck, Germany

² Institute for Animal Hygiene, Animal Welfare and Farm Animal Behaviour, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Germany

2017

Berliner Münchener Tierärztliche Wochenschrift 130: 273-280,
Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover

Doi 10.2376/0005-9366-16028

Abstract

The aim of the study was to investigate the effects of two open water sources on health and welfare parameters in Pekin ducks. The experiments were conducted on two commercial farms. Fattening stables on both farms differed regarding type of water supply and flooring systems: group 1: nipple drinkers (partly slatted floor), groups 2 (partly slatted floor) and 3 (straw bedded floor): additionally certain modified cup drinkers, and group 4 (straw bedded floor): additionally troughs. During the fattening n=100 randomly selected birds per group were scored regarding condition of integument on three sampling dates. Water from the different sources was analysed for bacterial counts. The trial was repeated four times. The water source affected conditions of foot pads ($P \leq 0.0001$). Birds with access to nipple drinkers only showed the highest foot pad scores at the end of the fattenings, whereas ducks in group 4 showed the best foot pad conditions ($P \leq 0.0001$). The water source affected plumage condition ($P \leq 0.0001$). Ducks provided with nipple drinkers had a cleaner plumage at the end of the fattenings than all other groups ($P \leq 0.0001$). Higher bacterial counts were found in both water resources when compared to the nipple drinkers. Therefore, it may be expedient to provide nipple drinkers for drinking water supply in Pekin ducks and additional open water sources for welfare purposes. Production systems with an additional water supply may challenge the livestock owner as ducks face poorer biosecurity. Thus, production systems with additional open water sources require an intensive management. The results of the current study give an applied and practical insight on the effect of additional water supplies on different health and welfare parameters. However, further studies are needed when investigating detailed risk factors as farm effects could not be considered in the current study.

Keywords: floor husbandry, poultry, foot pad dermatitis, plumage

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war die Untersuchung der Auswirkungen von zwei unterschiedlichen offenen Wasserressourcen auf das klinische Erscheinungsbild von Pekingmastenten unter Praxisbedingungen an zwei verschiedenen Standorten. Die Ställe beider Betriebe waren mit unterschiedlichen Wasserangeboten und Bodengestaltungen ausgestattet: In Gruppe 1 befanden sich Nippeltränken über 25% Teilperforation der Bodenfläche, in Gruppe 2 (25% Teilperforation) und Gruppe 3 (Volleinstreu) zusätzlich Wassertrichter sowie in Gruppe 4 zusätzlich Wassertrichter und Flachbecken (Volleinstreu). Je n=100 Tiere pro Gruppe wurden an drei Terminen während der Mastphase hinsichtlich des Zustandes des Integuments bonitiert. Vier Wiederholungen wurden durchgeführt. Die Wasserressourcen beeinträchtigten den Zustand der Paddel. Tiere mit ausschließlichem Zugang zu Nippeltränken, über der Teilperforation, zeigten am Mastende die stärksten Paddelläsionen; die geringsten Veränderungen waren bei zusätzlichem Zugang zu Wassertrichtern und Flachbecken vorhanden ($P \leq 0,0001$). Tiere, die ausschließlich mit Nippeltränken, über der Teilperforation, gehalten wurden zeigten an Mitte und Ende der Mastphasen ein saubereres Gefieder im Vergleich zu allen anderen Gruppen ($P \leq 0,0001$). Proben aller Wasserressourcen wurden mikrobiologisch untersucht. Wassertrichter und Flachbecken enthielten deutlich höhere Keimzahlen im Vergleich zu den Nippeltränken. Aus tierhygienischer Sicht erscheint die Tränkwasserversorgung der Tiere mit Nippeltränken und der zusätzliche Einsatz von offenen Wasserangeboten zum Ausleben von wasserassoziierten Verhaltensweisen sinnvoll. Offene Wasserangebote erhöhen auf landwirtschaftlichen Betrieben die Anforderungen an das Management unter anderem im Hinblick auf Wasserqualität und Einstreumanagement. In der vorliegenden Studie zeigten sich keine negativen Effekte auf die Tiergesundheit durch den Einsatz von Wassertrichtern und Flachbecken. Weitere Untersuchungen der Auswirkungen von offenen Wasserressourcen auf den Gesundheitsstatus von Pekingmastenten unter Praxisbedingungen sind erforderlich.

Schlüsselwörter: Bodenhaltung, Geflügel, Pododermatitis, Gefieder

Introduction

Large-scale Pekin duck production (*Anas platyrhynchos* f. d.) in Germany, the United Kingdom and the Netherlands is mainly based on deep littered floor husbandry systems (Rodenburg et al., 2005) containing nipple drinkers as the only water supply (Raud and Faure, 1994). Despite being beneficial for animal health, hygiene and economic aspects (reduction in water loss), nipple drinkers do not fully address the behavioural needs of Pekin ducks as water fowl (Council of Europe Recommendations (COER), 1999; Knierim et al., 2004). Although ducks perform preening behaviour when reared with nipple drinkers (Rice et al., 2014) immersion of the head is not possible with nipple drinkers. According to COER (1999), Pekin ducks without access to bathing water must be provided with water resources that allow them to take in water with their beak, dip their head and splash water over their bodies. However, providing open water sources in in-house production systems may increase humidity of the litter leading to higher levels of ammonia (Miles et al., 2011) due to anaerobic conditions limiting the uric acid decomposition (Elliot and Collins, 1982; Miles et al., 2011). High or excessive levels of ammonia can lead to lower weight gain (Kristensen and Wathes, 2000; Miles et al., 2004; Wang

et al., 2010; Alloui et al., 2013) and greater incidence of mortality (Miles et al., 2004) due to an impaired immune system (Wang et al., 2010). Furthermore, humidity of bedding material highly increases the risk for food pad dermatitis in poultry (Greene et al., 1985; Martland, 1985; Dawkins et al., 2004; Haslam et al., 2006; Youssef et al., 2010; El-Wahab, 2011; Kyvsgaard et al., 2013) which is discussed for its potential to assess animal welfare and the production system per se. Open water sources can act as a reservoir for pathogens as indicated by Hirsch (2011) and Pianka (2013) where higher bacterial counts were found in water of bell drinkers when compared to nipple drinkers. However, Jones and Dawkins (2010), Liste et al. (2012) and Rauch et al. (2016a) found no negative effects on the health of ducks reared with open water, whereas other studies observed increased mortality rates, adverse litter quality and food pad conditions but beneficial effects on cleanliness of plumage and eyes and nostrils in ducks with access to open water (Koop, 2005; Harnisch, 2012). These somewhat controversial findings may have been caused by using different types of new open water sources, as a well-established technique is currently non-existent. For the present study, a preliminary trial was performed in order to evaluate a new prototype of a water funnel regarding its suitability to fulfil the Council of Europe Recommendations (COER). The results of this preliminary trial showed that the prototype enables ducks to perform their water associated behaviours and therefore meets the COER requirements (Klambeck et al., 2015). Thus, the aim of the present study was to evaluate the effects of the new open water source on health and welfare parameters in Pekin ducks housed under commercial field conditions.

Material and methods

Prototypes of a water funnel, a certain modified cup drinker system, were used in this study (figure 1). When a bird dips its head into the cup the filling level rises due to displacement. Consequently, eyes and nostrils are covered with water. Refilling of the cups is induced by the birds via a moveable pendulum. The outer circumference of the funnel was 63 cm at the base where the ducks gain access to the water, and 10 cm at the tip. At the start of the fattening periods, groups (stables) with additional water supply were equipped with 1 funnel per 100 ducks.



FIGURE 1: Prototypes of the water funnel.

Animals, management and experimental design

The study was conducted on two commercial farms in the North-West of Germany (2013–2014). One-day-old Cherry Valley Pekin ducklings were acquired. The flock size differed between farms as well as between cycles/batches within a farm depending on availability of day old ducklings and season (slightly increased stocking density in winter season). Average flock size per farm and cycle was $n = 4,545 \pm 232$ ducks. Ducklings were reared in barns with nipple drinkers. Housing conditions (e.g. stocking density and bird:nipple-ratio) during rearing and fattening period were in accordance with the ‘Minimum Requirements’ stated by the state of Lower Saxony, Germany (2015). Bird:nipple-ratio during rearing did not exceed 25 birds per nipple from day 1 to 5 and 15 from day 6 till end of rearing. Straw bedding was topped up daily. Maximum stocking density during the rearing period did not exceed 20 kg of body weight per m^2 ($0.17 m^2 / bird$). At an age of 16 days (± 2) ducks were rehoused in fattening stables and kept until an age of 41 days (± 1). Stocking density never exceeded 20 kg per m^2 ($0.17 m^2 / bird$). Fattening stables on both farms differed regarding the type of water supply and flooring systems, resulting in the experimental set-up described in table 1. Groups 1 and 2 were located on farm 1 and groups 3 and 4 on farm 2, respectively. Bird:nipple-ratio during fattening did not exceed 10 ducks per nipple in all groups. Management of the floor bedding differed between farms (partly slatted floor vs. concrete floor with straw bedding). A commercial diet and water were provided ad libitum during the whole trial. Nutrient supply followed the recommendations for commercial duck production. The whole experiment was repeated in four batches.

TABLE 1: Description of group characteristics regarding water supply

Group	Water supply
1 - N _{PF}	Nipple drinkers (N) located above perforated floor (PF). The house floor was straw-bedded (75%) and contained plastic slats (25%).
2 - NWF _{PF}	Nipple drinkers (N) and prototypes of the water funnel (WF), both located above perforated floor (PF). The house floor was straw-bedded (75%) and contained plastic slats (25%).
3 - NWF _{CF}	Nipple drinkers (N) and prototypes of the water funnel (WF), both above a concrete floor (CF) with straw bedding.
4 - NWF _{CF} T	Nipple drinkers (N), prototypes of the water funnel (WF) above a concrete floor with straw bedding; and troughs (T; length: 200 cm, height: 8 cm, width: 330 cm) located in two opposing corners of a fattening stable above plastic slats (cleaned and refilled once a day).

Mortality rate, animal-related parameters and performance

Mortality rate (%) was recorded consecutively. Within each group and batch, data collection was performed on three sampling dates representing the start (date 1, days 18–23 posthatch), middle (date 2, days 25–30 posthatch) and end of one fattening period (date 3). On each sampling date, condition of plumage, eyes, nostrils and foot pads of left and right feet of 100 randomly selected birds per group were analysed by one and the same person (table 2). Half of sampled ducks were taken from an area close to the water sources, half from an area distant from the water sources, respectively. The scoring of foot pads was performed using a modified

scheme of Hocking et al. (2008). Modification and adaptation of the scheme was carried out in cooperation with LAVES (Lower Saxony State Office for Consumer Protection and Food Safety), Oldenburg, Germany (S. Kudinov). The scoring of eyes and nostrils was adapted from Küster (2007). After the above mentioned scoring procedure birds were weighed on electronic scales with a precision of ± 1 g. In total, 6000 ducks were sampled.

TABLE 2: Description of the different scoring schemes. Scoring of foot pads was modified according to Hocking et al. (2008) in cooperation with LAVES, Oldenburg, Germany (S. Kudinov). The scoring of eyes and nostrils was adapted from Küster (2007)

Body region	Score	Attribute of scores
Foot pad condition	0	No alterations
	1	Slight hyperkeratosis on either < 50% of the foot pad <i>or</i> toe pads
	2	Severe hyperkeratosis/ parakeratosis on either > 50% of foot pad <i>or</i> > 50% of the toe pads
	3	Superficial pododermatitis on > 50% of the foot pad and the whole toe pads
	4	Severe ulcerative pododermatitis on the whole foot and toe pads
Plumage condition of head, breast, back, belly and tail	0	Clean plumage
	1	Moderate soiling of plumage
	2	Severe soiling of plumage
Eye condition	0	Both eyes clean
	1	Redness of conjunctiva of one eye
	2	Redness of conjunctiva of both eyes
	3	Redness, swelling and adhesions of one eye
	4	Redness of conjunctiva of one eye, swelling and adhesions on the other eye
	5	Redness, swelling and adhesions of both eyes
Nostril condition	0	Both nostrils clean
	1	One nostril: slightly clogged
	2	Both nostrils: slightly clogged
	3	One nostril: > 50% clogged
	4	One nostril: > 50% clogged Second nostril: slightly clogged
	5	Both nostrils: > 50% clogged

Microbiological examinations

On each sampling date, water from all different sources was collected for microbiological analysis. Sample collection included three samples (leading end, centre section and trailing end) from each nipple drinker line per group, three composite samples from each water funnel line (NWF_{PF}, NWF_{CF} and NWF_{CF}T; leading end, centre section and trailing end) and one sample per trough (NWF_{CF}T). The sampling was performed by sterile syringes and sterile sample vessels (containing 20 mg/l sodium thiosulfate). Microbiological examinations were performed by an external laboratory (AniCon Labor GmbH, Höltinghausen, Germany). The total aerobic count (at 22°C and 36°C in accordance with annex 1 Nr. 5 TrinkV a. F.) and count of *E. coli* (ISO 9308-1) were determined.

Statistical analysis

Statistical analysis was conducted using SAS (2010). All data were analysed for each sampling date separately. Due to the fact that all data except for body weight were not normally distributed, data were log-transformed using the following function:

$$[\log(x)=\text{Log}(x+1)]$$

Data regarding conditions of foot pads, overall plumage condition and body weight were analysed using the MIXED procedure, considering the group as fixed effect and fattening periods as random effect. In order to separate group differences, Tukey-as a post-hoc-test was performed. Statistical analysis was performed based on transformed data. However, LS Means are presented based on raw data for reasons of comprehensibility.

For analysing the incidence of an undesirable event (moderate to severe alterations) on foot pads or all sampled regions, scoring data were classified as binary variables (0, 1; whereas 0 = e. g. 'clean' and 1 = 'dirty'). Data for traits expressed as binary variables were analysed using the FREQ procedure to obtain the effect of group on incidences and with a Generalised Estimating Equations (GEE) logistic regression model that is implemented in GENMOD procedure with a logit link function. Based on the output of the GENMOD procedure, the odds ratios (Ψ) as the probability that an undesirable event occurs (compared to reference group N_{PF}) were estimated (Kaps and Lamberson, 2004). The model included effects of group and batches. Descriptive statistics were used to analyse the results of the microbiological examinations of the water samples.

Results

Performance

Body weight development and final body weight within groups is presented in table 3. Body weight at the end of fattening periods differed between the groups, whereas birds in the NWF_{PF} group showed the highest and birds in the NWF_{CF} group the lowest body weight (3181 vs. 2881 g; $P \leq 0.0001$).

TABLE 3: Effect of different water sources on body weight (g) of ducks represented as LSMeans and standard errors (SE)

Parameter	Dates	N_{PF}	NWF_{PF}	NWF_{CF}	NWF_{CF} T	SE
Body weight	1	1,361 ^a	1,398 ^b	1,229 ^c	1,245 ^c	79.6
	2	2,210 ^{bc}	2,306 ^a	2,247 ^b	2,197 ^c	69.7
	3	3,093 ^a	3,181 ^b	3,038 ^c	2,881 ^c	53.7

^{a,b,c,d}: Different letters in the same row indicate significant differences ($P \leq 0.0001$)

N_{PF} : Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF} : Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF} : Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWF_{CF} T: Nipple drinkers, water funnels, troughs

Average mortality rates during fattening over all batches differed between 2.5% (SD: 0.91) in the NWF_{CF} T group and 3.6 (SD: 0.87) in the N_{PF} group, respectively. The highest mortality rate

within one batch was observed in NWF_{PF} group (5.9%). Average mortality rate during rearing over all groups and batches was 1.2 %.

Animal-related parameters

The water source had a significant effect on the conditions of foot pads ($P \leq 0.0001$; table 4). The scores of the right and left feet in the NWF_{PF} group (with partly perforated floor) increased over time, whereas the scores of both feet decreased in the NWF_{CF} group (concrete floor with straw bedding) over time. The birds with access to nipple drinkers only (N_{PF}) reared on partly perforated floor had the highest foot pad scores at the end of the fattening period (date 3), whereas the ducks in the NWF_{CF}T group reared on concrete floor with straw bedding showed the best foot pad conditions ($P \leq 0.0001$).

TABLE 4: Effect of different water sources on the occurrence of foot pad dermatitis represented as LSMeans and standard errors (SE)

Variable	Date	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWF _{CF} T	SE
Right foot	1	1.20 ^a	0.57 ^b	1.44 ^c	1.45 ^c	0.116
	2	1.15 ^a	0.72 ^b	1.08 ^a	1.01 ^a	0.052
	3	2.10 ^a	1.49 ^b	1.22 ^c	1.02 ^d	0.149
Left foot	1	1.14 ^a	0.56 ^b	1.48 ^c	1.44 ^c	0.133
	2	1.23 ^a	0.79 ^b	1.09 ^a	1.02 ^a	0.060
	3	2.17 ^a	1.54 ^b	1.18 ^c	0.97 ^d	0.142

^{a,b,c,d}: Different letters in the same row indicate significant differences ($P \leq 0.0001$)

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWF_{CF}T: Nipple drinkers, water funnels, troughs

The frequencies of animals with foot pad lesions differed between groups and sampling dates ($P \leq 0.0001$). The percentage of animals with lesions increased over time in N_{PF} and NWF_{PF} (both reared with partly perforated floor) but decreased in the NWF_{CF} and NWF_{CF}T group (both reared on concrete floor with straw bedding; tables 6 and 7). However, the development of foot pad condition was comparable between the left and right foot and thus, the number of animals with adverse foot pad conditions on either foot showed the same structure of results within and between groups but on a higher level (table 8).

TABLE 5: Effect of different water sources on overall plumage condition (OPC) represented as LSMeans and standard errors (SE)

Variable	Dates	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWF _{CF} T	SE
OPC	1	1.33 ^a	1.71 ^b	1.88 ^c	1.92 ^c	0.103
	2	1.40 ^a	1.95 ^b	3.35 ^c	2.78 ^d	0.279
	3	2.17 ^a	2.57 ^b	3.86 ^c	3.31 ^d	0.340

^{a,b,c,d}: Different letters in the same row indicate significant differences ($P \leq 0.0001$)

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWF_{CF}T: Nipple drinkers, water funnels, troughs

TABLE 6: Effect of the group on occurrence of foot pad-dermatitis on the right foot. The first row for each date indicates the frequencies (Freq.) of the selected event (alterations on right foot); the second row for each date indicates odds ratios as the probability that the selected event occurs (Ψ)

Date	Parameter	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWF _{CF} T	P ≤
1	Freq., %	35.4	9.8	39.2	36.6	0.0001
	Ψ	1	0.18*	1.20	1.06	
2	Freq., %	28.2	10.2	20.8	18.0	0.0001
	Ψ	1	0.27*	0.65*	0.53*	
3	Freq., %	70.0	42.0	27.8	18.8	0.0001
	Ψ	1	0.26*	0.13*	0.07*	

*: $p \leq 0.005$

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWFT: Nipple drinkers, water funnels, troughs

TABLE 7: Effect of the group on occurrence of foot pad-dermatitis on the left foot. The first row for each date indicates the frequencies (Freq.) of the selected event (alterations on left foot); the second row for each date indicates odds ratios as the probability that the selected event occurs (Ψ)

Date	Parameter	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWF _{CF} T	P ≤
1	Freq., %	32.8	8.6	40.80	36.80	0.0001
	Ψ	1	0.16*	1.48*	1.22	
2	Freq., %	31.4	13.60	19.80	17.80	0.0001
	Ψ	1	0.32*	0.51*	0.44*	
3	Freq., %	71.8	44.4	24.4	15.6	0.0001
	Ψ	1	0.27*	0.10*	0.05*	

*: $p \leq 0.05$

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWFT: Nipple drinkers, water funnels, troughs

TABLE 8: Effect of group on occurrence of foot pad-dermatitis on any foot. The first row for each date indicates the frequencies (Freq.) of the selected event (alterations on any foot); the second row for each date indicates odds ratios as the probability that the selected event occurs (Ψ)

Date	Parameter	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWF _{CF} T	P ≤
1	Freq., %	40.6	11.80	43.60	40.20	0.0001
	Ψ	1	0.17*	1.14	0.98	
2	Freq., %	35.2	15.6	23.8	20.6	0.0001
	Ψ	1	0.31*	0.54*	0.46*	
3	Freq., %	74.8	48.2	31.4	20.8	0.0001
	Ψ	1	0.26*	0.12*	0.06*	

*: $p \leq 0.0001$

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWF_{CF}T: Nipple drinkers, water funnels, troughs

Birds reared with nipple drinkers only (N_{PF}) and partly perforated floor showed the highest occurrence of foot pad lesions at the end of the fattening periods (74.8%) when compared to all other groups. The NWF_{CF}T group had the lowest percentage of animals with alterations on any foot (20.8%, table 8; $P \leq 0.0001$). The probability of having adverse conditions on any foot at the end of fattening was 74% ($\Psi = 0.26$) lower in the NWF_{PF} group, 88% ($\Psi = 0.12$) lower in the NWF_{CF} group and 94% ($\Psi = 0.06$) lower in the NWF_{CF}T group when compared to the N_{PF} group as reference ($P \leq 0.0001$).

Water source significantly affected plumage condition ($P \leq 0.0001$; table 5). The N_{PF} group had a cleaner plumage at dates 2 and 3 than all other groups ($P \leq 0.0001$). At the end of the fattening periods, the overall plumage score (OPC) was above 3 in the NWF_{CF} (3.86) and NWF_{CF}T (3.31) groups reared on concrete floor with straw bedding, whereas it was below 3 in N_{PF} (2.17) and NWF_{PF} (2.57; both with partly perforated floor), respectively ($P \leq 0.0001$). Generally, soiling of plumage increased over time in all groups.

Different water sources had a significant effect on the condition of plumage of the back region. The percentage of animals with a soiled back region increased within the fattening periods in all groups. At the last sampling dates (end of fattening periods) 50.4% of birds kept with nipple drinkers only and partly perforated floor had a soiled back, whereas it was 31 and 37% in the NWF_{CF} and NWF_{PF} group, respectively ($P \leq 0.0001$; table 10). The NWF_{CF}T group had the cleanest animals as 22% of animals had a soiled back ($P \leq 0.0001$). Thus, the probability that the birds showed a soiled back was 51 ($\Psi = 0.49$, NWF_{PF}) to 79% ($\Psi = 0.21$, NWF_{CF}T) lower for groups with an additional water supply when compared with the reference group (N_{PF}; $p \leq 0.005$).

TABLE 9: Effect of group on clogged nostrils. The first row for each date indicates the frequencies (Freq.) of the selected event (clogged nostrils); the second row for each date indicates odds ratios as the probability that the selected event occurs (Ψ)

Date	Parameter	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWFT	P ≤
1	Freq., %	12.8	4.6	2.8	4.0	0.0001
	Ψ	1	0.32*	0.19*	0.27*	
2	Freq., %	1.4	0.8	1.8	2.6	0.1438
	Ψ	1	0.57	1.29	1.88	
3	Freq., %	2.2	2.6	3.8	3.6	0.3775
	Ψ	1	1.19	1.76	1.66	

*: $p \leq 0.0001$

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWFT: Nipple drinkers, water funnels, troughs

TABLE 10: Effect of group on soiling of the back region of the birds. The first row for each date indicates the frequencies (Freq.) of the selected event (soiling of back); the second row for each date indicates odds ratios as the probability that the selected event occurs (Ψ)

Date	Parameter	N _{PF}	NWF _{PF}	NWF _{CF}	NWFT	P ≤
1	Freq., %	8.2	10.6	23.4	13.0	0.0001
	Ψ	1	1.47	6.85*	2.06*	
2	Freq., %	20.6	37.0	28.6	23.8	0.0001
	Ψ	1	2.7*	1.68*	1.24	
3	Freq., %	50.4	36.8	30.6	22.2	0.0001
	Ψ	1	0.49*	0.35*	0.21*	

*: $p \leq 0.005$

N_{PF}: Nipple drinkers, partly perforated floor; NWF_{PF}: Nipple drinkers, water funnels, partly perforated floor; NWF_{CF}: Nipple drinkers, water funnels, concrete floor; NWFT: Nipple drinkers, water funnels, troughs

Different water sources did not influence the degree of dirtiness of the eyes (data not shown). However, it influenced the condition of nostrils as shown in table 9. At the first sampling date 12.8% of the animals reared with nipple drinkers and partly perforated floor showed clogged nostrils, whereas the percentage was between 2.8 and 4.6% in groups with an additional water supply ($P \leq 0.0001$, table 9). Therefore, the probability of clogged nostrils was 68 ($\Psi = 0.32$) to 81% ($\Psi = 0.19$) lowered in groups with an additional water supply ($P \leq 0.0001$). The condition of nostrils improved within fattening periods in all groups except in the NWF_{CF} group (partly perforated floor). At the end of the fattening periods the percentage of animals having clogged nostrils differed ($P \geq 0.05$) between 2.2 (N_{PF} group) and 3.8% (NWF_{CF} group).

Microbiological examinations

Higher bacterial counts were found in additional water sources when compared with the nipple drinkers (table 11). Water samples of nipple drinkers contained the lowest total aerobic count ($2,122 \pm 16.6 * 10^3$ CFU/ ml), followed by water funnels ($192.6 * 10^6 \pm 634 * 10^6$ CFU/ ml). The highest counts were found in water samples of troughs ($1,677 * 10^6 \pm 3,557 * 10^6$ CFU/ ml).

TABLE 11: Total aerobic count at 36°C (CFU/ ml) and count of *E. coli* (CFU/ 100 ml) per water source for setting and fattening periods

Parameter		Nipple drinkers	Water funnels	Troughs
Total aerobic counts (36°C; CFU/ ml)	n	288	108	48
	Mean	2,122	192.6 * 10 ⁶	1,677 * 10 ⁶
	SE	982	61 * 10 ⁶	536.2 * 10 ⁶
	SD	16.6 * 10 ³	634 * 10 ⁶	3,557 * 10 ⁶
	Median	126	16.3 * 10 ⁶	81.4 * 10 ⁶
	Min.	0	3,455	0.4545 * 10 ⁶
	Max.	267.3 * 10 ³	5,417 * 10 ⁶	16,226 * 10 ⁶
<i>E. coli</i> (CFU/ 100 ml)	n	288	108	48
	Mean	11.14	6,295	5.25 * 10 ⁴
	SE	2.6	784	2.15 * 10 ⁴
	SD	46.3	8,150	14.23 * 10 ⁴
	Median	0	3,669	1.94 * 10 ⁴
	Min.	0	138	1.83
	Max.	608	61.68 * 10 ³	80.67 * 10 ⁴

Discussion

The performance (body weight and mortality) of ducks in the present study was mainly in accordance with other studies from Europe (Hirsch, 2011; Liste et al., 2012; Harnisch, 2012) and Turkey (Erisir et al., 2009). However, even though the mean body weight in the current study differed significantly between groups, group effect should not be considered because the length of the fattening periods differed between groups (41 days +/- 1) depending on the stated target weight and demands of abattoirs. Instead, performance data of the current study indicated that there were no undesired incidents in the batches which may have had affected the results.

The present study showed that the water source influenced the condition of the foot pads. At the end of the fattening periods ducks with access to nipple drinkers only (N_{PF} group) reared on partly perforated floor had moderate lesions on the foot pads (right: 2.10; left: 2.17). Scores were higher when compared to all other groups (NWF_{PF} group, NWF_{CF} group and NWF_{CF}T group). Jones and Dawkins (2010) also found worse foot pads in ducks reared with nipple drinkers as opposed to troughs and Plasson drinkers. In this previous study, bedding material was topped-up twice a day at the end of the fattening periods and thus the authors assume that litter management had a greater effect on foot pad condition than the type of water supply. Litter management may have also affected the unexpected results of occurrence of foot pad dermatitis in the current study as worse foot pad conditions would have been expected in groups with open water sources (Harnisch, 2012; Pianka, 2013). The use of open water sources can increase the humidity of the bedding material which may lead to contact dermatitis and thus can worsen foot pad condition, especially in broiler chickens (Haslam et al., 2007). Generally, development of foot pad dermatitis can be induced by multiple factors (Kamphues et al., 2011) and thus other factors may be responsible for the results in the current study. Furthermore, most studies addressing foot pad dermatitis were performed with broilers and/or turkeys and thus it is not

known whether those gained insights are applicable to ducks as waterfowl. It may be possible that ducks' feet are more resilient and thus more tolerant to humidity than those of broilers or turkeys. However, none of the open water sources in the current study seemed to have adverse effects on foot pad condition which is in accordance with Liste et al. (2012).

At the beginning of the fattening periods (date 1) the probability that ducks had clogged nostrils was lower in groups with open water supply when compared to the reference (nipple) group. However, it should be taken into account that the effect of water source at date 1 (start of fattening period) was rather low as the animals were exposed to the new drinker systems for approximately 2 days. Thus, results from date 1 enable a conclusion to be drawn concerning rearing conditions rather than fattening conditions. In Heyn et al. (2006), 92.5% of ducks had clean nostrils at the end of the fattening period when kept with open water sources (nipple drinkers vs. modified cup drinkers), which is in accordance with the results of the present study. Jones and Dawkins (2010) found that nostrils of ducks kept with nipple drinkers were dirtier than those of groups with troughs or Plasson drinkers. Contrary to nipple drinkers, open water sources provide full immersion of the head and thus, ducks are able to clean their eyes and nostrils when reared with water funnels and troughs as shown in the current study. However, nipple drinkers did not have any adverse effects on the conditions of the nostrils. This unexpected result could also be shown for the degree of contamination of the eyes. The appearance of the eyes was normal in all ducks and groups, thus indicating that the type of water source does not affect the condition of the eyes which is in accordance with O'Driscoll and Broom (2011). In fact, Jones and Dawkins (2010) showed that the eyes of ducks reared on commercial farms with nipple drinkers were dirtier than those kept with troughs or Plasson drinkers.

The type of water source significantly affected the appearance of the overall plumage condition (OPC). At the end of the fattening periods the plumage of ducks in N_{PF} group reared on partly perforated floor was significantly less dirty compared to groups with additional water sources. In the NWF_{CF} group the plumage of ducks was the dirtiest compared to all other groups. The use of open water sources possibly could have increased humidity in the bedding and thus, soiling of plumage may have increased accordingly. In groups where ducks were kept on concrete floor (NWF_{CF} group and NWF_{CF}T group) plumage was dirtier at the end of the fattening periods than in groups reared on partly perforated floors (N_{PF} group and NWF_{PF} group). It is possible that soiling of plumage increases when ducks perform resting behaviour in the bedding after using open water sources instead of resting on perforated floors. O'Driscoll and Broom (2011) studied the effects of water facilities (wide bell drinkers) and showed an increase in soiling of plumage over time which is in accordance with the present results. A significant group difference could be shown for the degree of soiling on the back region of the birds. The probability that birds showed a soiled back at the end of the fattening period was 51 to 79% lower compared to the nipple group. That means that the water funnels used in the present study clearly enable ducks to immerse their head and to splash water over their bodies as reported in Klambeck et al. (2015). The possibility of immersing the head and of splashing water over certain body regions highly promotes duck welfare (Jones et al., 2008; Rauch et al., 2016b). However, when allowing ducks to swim and fully immerse their body by providing different types of baths, welfare does not necessarily improve as one might reasonably expect

(Jones et al., 2008). Therefore, water funnels may be superior compared to baths and troughs as baths contain higher aerobic counts compared to funnels and nipples. The microbiological quality of water from nipple drinkers, showers, types of bell drinkers, shallow and deep pools was investigated in small groups of ducks by Knierim et al. (2004). Nipple drinkers and showers contained the lowest counts of bacteria and Enterobacteria when compared to the other water sources. In the present study, the bacterial contamination of water sources was of the same order of magnitude as nipple drinkers, both harbouring the least counts, followed by funnels and troughs which were highly contaminated. However, the degree of contamination was higher in all water sources compared to the results of Knierim et al. (2004). Nevertheless, counts did not affect duck health (Liste et al., 2013). In the studies of Hirsch (2011) and Pianka (2013) average bacterial counts and average counts of *Enterobacteriaceae* were also higher in bell drinkers than in nipple drinkers. The literature clearly indicates that bacterial counts highly increase in open water sources (Knierim et al., 2004; Hirsch, 2011; Pianka, 2013; Liste et al., 2013; Rauch et al., 2016a; Schenk et al., 2016). Even if the occurrence of *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. was not measured it has to be taken into account that their occurrence may be positively correlated with presence of *E. coli* as indicated by several studies (Knill. et al., 1977; Pearson et al., 1977; Bolten et al., 1982; Carter et al., 1987; Lund 1996). However, it is still possible to introduce open water sources into commercial duck production systems without adversely affecting ducks' health if it is ensured that they are managed appropriately (Liste et al., 2012).

Considering the results of the present study, it is concluded that alternative water sources may not impair ducks health as indicated by the occurrence of foot pad dermatitis, mortality rate and condition of the integument. The use of the water funnel addresses the behavioural needs of ducks and offers moderate hygienic conditions compared to troughs and baths. Nevertheless, production systems with additional water supply may challenge the livestock owner as ducks face poorer biosecurity and may have increased foot problems. Thus, productions systems with additional open water sources require intensive management. Further studies are needed in order to improve and refine the existing techniques and to take economic aspects into account.

Acknowledgements

The study was funded by the Ministry of Food, Agriculture, Consumer Protection and State Development, Lower Saxony. The authors wish to thank Big Dutchman International GmbH, Vechta and Lubing Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Barnstorf for producing and providing the prototypes of the water funnels. Special thanks go to the participating farmers and to Dr. Gürbüz Daş for support and advices regarding statistical analysis.

Conflict of interest

Authors do not have any protected, financial, professional or any other personal interests to a product, service and/ or a company which could influence contents or opinions of the manuscript mentioned above.

References

- Alloui N, Alloui MN, Bennoune O, Bouhental S (2013): Effect of ventilation and atmospheric ammonia on the health and performance of broiler chickens in summer. *J Worlds Poult Res* 3: 54–56.
- Bolten FJ, Hinchliffe DM, Coates D, Robertson L (1982): A most probable number method for estimating small numbers of campylobacters in water. *J Hyg* 89: 185–190.
- Carter AM, Pacha RE, Clark GW, Williams, EA (1987): Seasonal occurrence of *Campylobacter* spp. in surface waters and their correlation with standard indicator bacteria. *Appl Environ Microbiol* 53: 523–526.
- Council of Europe (1999) Standing Committee of the European convention for the protection of animals kept for farming purposes. Recommendations concerning domestic ducks (*Anas platyrhynchos*) adopted by the Standing Committee on 22 June 1999.
- Dawkins MS, Donnelly CA, Jones TA (2004): Chicken welfare is more influenced by housing conditions than by stocking density. *Nature* 427: 342–344.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2014). DIN EN ISO 9308-1. Wasserbeschaffenheit – Zählung von *Escherichia coli* und coliformen Bakterien -Teil 1: Membranfiltrationsverfahren für Wässer mit niedriger Begleitflora. Deutsche Fassung EN ISO 9308-1:2014. Beuth, Berlin.
- Elliot, H, Collins N (1982): Factors affecting ammonia release in broiler houses. *Trans ASAE* 80: 413–424.
- El-Wahab HA (2011): Experimental studies on effects of diet composition (electrolyte contents), litter quality (type, moisture) and infection (coccidia) on the development and severity of foot pad dermatitis in young turkeys housed with or without floor heating. Hanover, Germany, University of Veterinary Medicine Hannover, diss.
- Erisir Z, Poyraz O, Onbasilar EE, Erdem E, Oksuztepe GA (2009): Effects of Housing System, Swimming Pool and Slaughter Age on Duck Performance, Carcass and Meat Characteristics. *J Anim Vet Adv* 8 (9): 1864–1869.
- Greene JA, McCracken R, Evans R (1985): A contact dermatitis of broilers-clinical and pathological findings. *Avian Pathol* 14: 23–38.
- Harnisch N (2012): Einsatz von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierverhalten und wasserassoziierte Gesundheitsparameter. Munich, Germany, Ludwig Maximilians University Munich, diss.
- Hirsch N (2011): Einsatz von modifizierten Rundtränken als artgerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter. Munich, Germany, Ludwig Maximilians University Munich, diss.

Haslam S, Brown S, Wilkens L, Kestin SC, Warriss PD, Nicol C (2006): Preliminary study to examine the utility of using foot burn or hock burn to assess aspects of housing conditions for broiler chickens. *Br Poult Sci* 47: 13–18.

Haslam SM, Knowles TG, Brown SN, Wilkins LJ, Kestin SC, Warriss PD, Nicol CJ (2007): Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *Br Poult Sci* 48 (3): 264–275.

Heyn E, Damme K, Remy F, Erhard M H (2006): Wasserversorgung von Pekingenten – Badeersatzmöglichkeiten. *Dtsch tierärztl Wschr* 113: 90–93.

Hocking PM, Mayne RK, Else RW, French NA, Gatcliffe J: Standard European footpad scoring system for use in turkey processing plants. *Worlds Poult Sci J* 64: 323–328.

Jones TA, Waite CD, Dawkins MS (2008): Water off a duck’s back: Showers and troughs match ponds for improving duck welfare. *Appl Anim Behav Sci* 116: 52–57.

Jones TA, Dawkins MS (2010): Environment and management factors affecting Pekin duck production and welfare on commercial farms in the UK. *Br Poult Sci* 51 (1): 12–21.

Kamphues J, Youssef I, Abd El-Wahab A (2011): Fütterungs- und Haltungseinflüsse auf die Entwicklung und den Schweregrad der Fußballengesundheit bei Puten. Proceedings of the 31th Conference „Aktuelle Probleme des Tierschutzes“, Hannover 2011, 88–94.

Kaps M, Lamberson WR (2004): Biostatistics for animal science. CAB International Publishing, Wallingford, UK, pp: 394–412.

Klambeck, L, Kaufmann F, Kämmerling JD, Kemper N, Andersson R (2015): Evaluation of an additional water supply in pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f. d.). Proceedings of the 66th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Warsaw 2015, 180.

Koop, J (2005): Feldstudie zur artgemäßen Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer und wirtschaftlicher Aspekte. Munich, Germany, Ludwig Maximilians University Munich, diss.

Knierim U, Bulheller MA, Kuhnt K, Briese A, Hartung J (2004): Wasserangebot für Enten bei Stallhaltung – ein Überblick aufgrund der Literatur und eigener Erfahrungen. *Dtsch tierärztl Wschr* 111: 115–118.

Knill M, Suckling WG, Pearson AD (1977): Environmental isolation of heat-tolerant *Campylobacter* in the Southampton area. *Lancet* ii: 1002–1003.

Kristensen HH, Wathes CM (2000): Ammonia and poultry welfare: a review. *Worlds Poult Sci J* 56: 235–245.

Küster Y (2007): Tierfreundliche Haltungsumwelt für Pekingenten – Untersuchungen zu Rundtränken, Duschen und Ausläufen unter Berücksichtigung des Verhaltens, der Tiergesundheit und der Wirtschaftlichkeit. Munich, Germany, Ludwig Maximilians University Munich, diss.

Kyvsgaard NC, Jensen HB, Ambrosen T, Toft N (2013): Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish broilers. *Poult Sci* 92: 26–32.

Liste G, Kirkden RD, Broom DM (2013): A commercial trial evaluating three open water sources for farmed ducks: effect on water usage and water quality. *Br Poult Sci* 54 (1): 24–32.

Liste G, Kirkden RD, Broom, DM (2012): A commercial trial evaluating three open water sources for farmed ducks: effects on health and production. *Br Poult Sci* 53 (5): 576–584.

Lund V (1996): Evaluation of *E. coli* as an indicator for the presence of *Campylobacter jejuni* and *Yersinia enterocolitica* in chlorinated and untreated oligotrophic lake water. *Water Res* 30: 1528–1534.

Martland M (1985): Ulcerative dermatitis in broiler chickens: The effect of wet litter. *Avian Pathol* 14: 353–364.

Miles DM, Rowe DE, Cathcart TC (2011): High litter moisture content suppresses litter ammonia volatilization. *Poult Sci* 90: 1397–1405.

Miles DM, Branton SL, Lott B (2004): Atmospheric Ammonia Is Detrimental to the Performance of Modern Commercial Broilers. *Poult Sci* 83: 1650–1654.

Minimum Requirements (2015): Advanced development of the minimum requirements for housing conditions of Pekin ducks in Lower Saxony, Germany.

O'Driscoll KKM, Broom D M (2011): Does access to open water affect health of Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*)? *Poult Sci* 90: 299–307.

Pearson AD, Suckling WD, Riccardi ID, Knill M, Ware W (1977): *Campylobacter*-associated diarrhea in Southampton. *Br Med J* 2: 955–956.

Pianka S (2013): Weiterführende Untersuchungen zum Feldversuch zur praxistauglichen Etablierung von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten bezüglich Tiergesundheit, Stallklima und Tränkwasserqualität. Munich, Germany, Ludwig Maximilians University Munich, diss.

Rauch E, Hirsch N, Firnkäs N, Damme K, Erhard MH, Bergmann S (2016a): Animal hygiene, water quality and animal health using round drinkers as an animal-friendly water supply for Pekin ducks under practical conditions. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 129: 15–27.

Rauch E, Firnkäs N, Hirsch N, Damme K, Schmidt P, Erhard MH, Bergmann S (2016b): Use of AquaDuc T round drinker with Pekin ducks under field conditions – behavior as one indicator of welfare. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 129: 28–39.

Raud H, Faure JM (1994): Welfare on ducks in intensive units. *Rev Sci Tech* 13: 125–129.

Rice M, Meelker A, Fraley SM, Fraley GS (2014): Characterization of Pekin duck drinking and preening behaviors and comparison when housed on raised plastic versus pine litter flooring. *J Appl Poult Res* 23: 735–741.

Rodenburg TB, Bracke MBM, Berk J, Cooper J, Faure JM, Guémené D, Guy G, Harlander A, Jones T, Knierim U, Kuhnt K, Pingel H, Reiter K, Servièrè J, Ruis MAW (2005): Welfare of ducks in European duck husbandry systems. *Worlds Poult Sci J* 61: 633–646.

SAS Institute INC. (2010): SAS OnlineDoc® Version 9.1.3 Cary, North Carolina, USA.

Schenk A, Porter AL, Alenciks E, Frazier K, Best AA, Fraley SM, Fraley GS (2016): Increased water contamination and grow-out Pekin duck mortality when raised with water troughs compared to pin-metered water lines using a United States management system. *Poult Sci* 95: 736–748.

Youssef IM, Beineke A, Rohn K, Kamphues J (2010): Experimental study on effects of litter material and its quality on foot pad dermatitis in growing turkeys. *Int J Poult Sci* 9: 1125–1135.

Wang YM, Meng QP, Guo YM, Wang YZ, Wang Z, Yao ZL, Shan TZ (2010): Effect of atmospheric ammonia on growth performance and immunological response of broiler chickens. *J Anim Vet Adv* 9: 2802–2806.

First approach to validate a scoring system to assess footpad dermatitis in Pekin ducks

Lea Klambeck^{1 2}, Jenny Stracke², Birgit Spindler², Daniela Klotz³, Peter Wohlsein³, Hans-Georg Schoen⁴, Falko Kaufmann¹, Nicole Kemper², Robby Andersson¹

¹ Department of Animal Husbandry and Poultry Sciences, University of Applied Sciences Osnabrueck, Germany

² Institute for Animal Hygiene, Animal Welfare and Farm Animal Behaviour, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Germany

³ Department of Pathology, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Germany

⁴ Faculty of Agriculture and Landscape Architecture, University of Applied Sciences Osnabrueck, Germany

2019

European Poultry Science 83: 1-16,
Verlag Eugen Ulmer

Doi: 10.1399/eps.2019.262

Abstract

In order to validate a visual scoring system to assess footpad dermatitis in Pekin ducks, it should be investigated whether there is a reliable linkage between parameters of visually detectable lesions and the prevalence of ulcerations, as an indicator for severe and potentially painful lesions. Therefore, feet of Pekin ducks (N = 100) representing each level of a visual five-point scoring scheme for assessing the occurrence and severity of footpad dermatitis (n = 20 per score level; subsequently named “visual scoring system”) were collected at an abattoir. Size of metatarsal footpads and lesions as well as the respective proportion of lesions were investigated macroscopically using digital images of the feet (subsequently named “image analysis”). Additionally, a histopathological examination of each foot was performed. In order to assess the reliability of the visual scoring system, histopathological findings were compared with the results of the visual inspection using a descriptive analysis. Furthermore, correlation coefficients were calculated to find linkages between the occurrence of ulcerations and the visual assessed parameters (visual scoring system and image analysis). Histopathologically verified ulcerative pododermatitis occurred in 67 of 100 examined feet, whereas the visual scoring system detected only n = 20 feet with ulcerative pododermatitis. Thus, 47 feet histopathologically classified as severe lesions could not be detected by the visual scoring system. Correlation coefficient between size of lesion and occurrence of ulceration was 0.425 and 0.455 between respective percentage of lesion and ulceration, respectively. According to our results, there is no reliable linkage between the visual scoring system and histopathological classification in footpads of Pekin ducks, especially in terms of severe lesions. Our findings suggest that the examined parameters “visual scoring system”, “size of lesion” and “percentage

of lesion” are not appropriate to detect severe ulcerative footpad dermatitis in Peking ducks in actual prevalence when performing visual inspection.

Keywords

Assessment; Health; Welfare; Histopathology; Pododermatitis; Prevalence

Zusammenfassung

Mit dem Ziel der Validierung eines visuellen Boniturschemas für den Zustand der Paddeln von Pekingmastenten sollte untersucht werden, ob ein statistisch belastbarer Zusammenhang zwischen Parametern visuell erfassbarer Läsionen und der Prävalenz von Ulzerationen besteht, die einen Indikator für schwere und potenziell schmerzhaft Veränderungen darstellen. Dazu wurden jeweils $n = 20$ Paddeln je Score eines fünfstufigen Boniturschemas ($N = 100$ Paddel; nachfolgend als „visuelles Boniturschema“ bezeichnet) zur Erfassung des Auftretens und des Schweregrades der Pododermatitis bei Pekingmastenten von einem Schlachthof verwendet.

Die Größe der Metatarsalballen sowie der Läsionen als auch der jeweilige Anteil der Läsionen der Metatarsalballen wurden anhand von Fotos der Paddeln erhoben (nachfolgend als „Bildanalyse“ bezeichnet). Zusätzlich erfolgte eine histopathologische Untersuchung jedes Paddels. Um die Verlässlichkeit des Boniturschemas bewerten zu können, wurde mittels deskriptiver Verfahren ein Vergleich der Ergebnisse der histopathologischen Untersuchungen mit den Ergebnissen der visuellen Bewertung durchgeführt. Zur Bewertung potenzieller Zusammenhänge zwischen dem Vorhandensein von Ulzerationen und den visuell erfassten Parametern (visuelles Boniturschema und Bildanalyse), wurden Korrelationskoeffizienten berechnet. Mit Hilfe des in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Boniturschemas wurden nur 20 von 67 Paddeln mit histopathologisch bestätigten, schweren Läsionen erkannt. Die Korrelationskoeffizienten zwischen der Größe der Läsion und dem Vorhandensein von Ulzerationen betragen 0,425 und 0,455 zwischen dem relativen Anteil von Läsionen und dem Vorhandensein von Ulzerationen. Nach den Ergebnissen dieser Studie liegen keine statistisch belastbaren Zusammenhänge zwischen der visuellen und histopathologischen Bewertung von Paddeln von Pekingmastenten vor, insbesondere nicht im Hinblick auf schwere pathologische Veränderungen. Unsere Ergebnisse lassen erkennen, dass die untersuchten Parameter „visuelles Boniturschema“, „Größe der pathologischen Veränderung“ und „Anteil der pathologischen Veränderung“ nicht geeignet sind, um vorhandene ulzerative Pododermatitiden in ihrer tatsächlichen Prävalenz und graduellen Ausprägung bei Pekingtonen mittels visueller Bewertung voll umfänglich festzustellen.

Stichworte

Bewertung; Gesundheit; Wohlbefinden; Histopathologie; Pododermatitis; Prävalenz

Introduction

Footpad dermatitis (FPD) is a well described animal welfare concern in farmed poultry and thus, condition of footpads is used as an indicator to assess poultry welfare in various production systems (HEITMANN et al., 2018; DE JONG et al., 2014; HASLAM et al., 2007). Severe lesions such as ulcerations are discussed to induce pain in poultry and therefore are an important animal welfare issue (HASLAM et al., 2007; BERG, 1998; EKSTRAND et al. 1997a). Several macroscopic scoring systems have been developed for broilers and turkeys to assess footpad lesions on farm or during post-mortem inspection at the abattoir (ALLAIN et al., 2009; BILGILI et al., 2009; HOCKING et al., 2008; EKSTRAND et al., 1997a; MARTLAND, 1984). The majority of those scoring systems for broiler chickens and turkeys are based on visual identification of size or percentage of lesion in relation to the footpad size and severity of lesions (ALLAIN et al., 2009; HOCKING et al., 2008; PAGA ZAURTUNDUA and WARRISS, 2006; MARTRENCAR et al., 2002; EKSTRAND et al., 1997a). As several studies indicate, FPD is also an issue in Pekin duck production in Europe (KLAMBECK et al., 2017; PIANKA, 2013; LISTE et al., 2012; HIRSCH, 2011; O'DRISCOLL and BROOM, 2011; JONES and DAWKINS, 2010) and the United States (SCHENK et al. 2016; DA COSTA et al., 2015; FRALEY et al., 2013; KARCHER et al., 2013). The evaluation of feet of Pekin ducks coincides with those of broilers and turkeys in terms of assessed parameters, however, range of scale reportedly differs between three-point (SCHENK et al., 2016; DA COSTA et al., 2015; FRALEY et al., 2013; KARCHER et al., 2013), four-point (PIANKA, 2013; LISTE et al., 2012; HIRSCH, 2011; O'DRISCOLL and BROOM, 2011) and five-point scales (KLAMBECK et al., 2017; JONES and DAWKINS, 2010). The advantage of visual scoring is to provide a noninvasive method (WEBSTER et al., 2008) for the evaluation of footpads and is therefore used on farms as well as at abattoirs as it is postulated to be an easy and time-saving method to gain information about the status quo of poultry feet (HEITMANN et al., 2018). Due to its easy applicability, visual scoring plays an important role when assessing footpad dermatitis (MICHEL et al., 2012; HOCKING et al., 2008). However, the classification of lesions and thus, the outcome of the welfare assessment by visual scoring is influenced by several parameters such as subjective bias of observers (OLIVAS et al., 2013) and range of scale. A three-point scoring system for poultry feet (KARCHER et al., 2013; BILGILI et al., 2006; EKSTRAND et al., 1997a, b) increases inter-observer reliability on the one hand (WEBSTER et al., 2008) but may not be a reliable indicator of the early stage of footpad dermatitis (MICHEL et al., 2012) as differentiations between categories are not sensitive to assess initiating decline of footpad health (HOCKING et al., 2008). Reliability of data collected by visual scoring systems is generally reported as poor (MAYNE, 2007), as there is an impact of subjective effects of observers depending on perception and interpretation of perceived conditions (MEAGHER, 2009). Consequently, there is a need to objectify measurement systems in order to increase the reliability of gained data. In addition to visual scoring, several studies also refer to histopathological findings when investigating FPD in broiler chickens and turkeys (MAYNE et al., 2007; SPINDLER, 2007; MAYNE et al., 2006; PLATT, 2004; MARTLAND, 1985; GREENE et al., 1985). There are several examples in poultry to validate such visual scoring systems. LUND et al. (2017) investigated feet of broiler chickens additionally by an incision in the footpads to be able to assess the thickness of the epidermis. Three studies performed

histological validation of visual footpad scoring systems for broiler chickens (HEITMANN et al., 2018; MICHEL et al., 2012) and mule ducks (LITT et al., 2015). These investigations are the first ones trying to establish a linkage between macroscopic and microscopic findings when evaluating the severity of FPD in poultry. HEITMANN et al. (2018) measured inter alia thickness of layers of the skin as well as width and depth of ulcerations and calculated a correlation coefficient of 0.73 between the parameters “size of lesion” and “depth of ulcer”. As a result, the authors propose a three-point scoring system and additionally recommend a more detailed definition of parameters e.g. the size of the lesion to increase objectivity of visual evaluations. However, up to now, there are no studies concerning the reliability of visual scoring systems in Pekin ducks. Therefore, the present study focused on comparing macroscopic and histopathological findings in order to evaluate one scoring scheme used in practice in order to verify its suitability to assess footpad dermatitis as one indicator to gain information about animal health on farm and during post-mortem inspection. The objective of the present study was to validate a visual five-point scoring system to objectify classification of severe lesions of Pekin duck feet. It was evaluated whether there is a linkage between parameters of macroscopically detectable lesions (e.g. the respective percentage of the lesion) and the existence of ulcerations in feet of Pekin ducks based on histopathology.

Material and Methods

Collection of samples






A total of N = 100 Pekin duck feet were collected at a commercial abattoir. Both left and right feet were included into the sample. The feet were obtained from two different flocks of Cherry Valley Pekin ducks slaughtered at an age of 41 days. The ducks were reared in Germany under commercial housing conditions with straw bedding. Bedding material was topped up daily. A commercial diet was fed ad libitum following the recommendations concerning commercial duck production. The feet were scored and n = 20 feet clearly representing each scoring level were collected for further macroscopic and histopathological examinations.

Visual scoring system

Scoring of footpads took place using a modified scoring system based on HOCKING et al. (2008). Modification and adaption of the system was carried out in cooperation with LAVES (Lower Saxony State Office for Consumer Protection and Food Safety), Oldenburg, Germany (S. Kudinov; table 1). At time of sampling duck feet at the abattoir, feet were scalded and the epidermis was detached. After scoring, images of the plantar surface of feet were taken with a digital camera.

Table 1: Modified scoring system according to Hocking et al. (2008). Modification and adaption of the system was carried out in cooperation with LAVES (Lower Saxony State Office for Consumer Protection and Food Safety), Oldenburg, Germany (S. Kudinov)

Modifiziertes Boniturschema nach Hocking et al. (2008). Die Modifikation und Anpassung des Boniturschemas erfolgte in Kooperation mit dem Niedersächsischen Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (LAVES), Oldenburg, Deutschland (S. Kudinov)

Plantar surface of feet	Score	Attribute of scores
	0	No alterations
	1	Slight hyperkeratosis on either < 50% of the footpad or toepads
	2	Severe hyperkeratosis/parakeratosis on either > 50% of footpad or > 50% of the toepads
	3	Superficial pododermatitis on > 50% of the footpad and the whole toepads
	4	Severe ulcerative pododermatitis on the whole foot- and toepads

Data collection

The feet scored according the visual scoring system were examined further using digital images. Here, based on the results of KLAMBECK et al. (2018) the metatarsal footpads were used. The area of the metatarsal footpad (area surrounded by the green line; figure 1) as well as the brownish coloured lesions (area surrounded by the red line) of each foot were tagged by freehand selection using ImageJ Software 1.51j8 (National Institutes of Health, USA). Total surface area (pixel), total size of visible lesions (pixel) and the respective proportion of lesions of metatarsal footpads were calculated for each foot, accordingly. Measurements were repeated three times, mean values and standard deviations were calculated for the three parameters of each foot. Measurements were performed by one and the same observer at 3x magnification of an image.



Figure 1: Measurement of area of metatarsal footpad (area surrounded by the green line) and area of lesion (area surrounded by the red line) per foot using ImageJ Software 1.51j8
Erhebung der Fläche des Metatarsalballens (von der grünen Linie umrandete Fläche) und der Fläche der Läsion (von der roten Linie umrandete Fläche) je Paddel mit dem Programm ImageJ 1.51j8

Histological processing of samples

After sampling at the abattoir, feet were transported and stored under cool temperature conditions (approximately 6°C) to avoid post-mortem autolysis and putrefaction. Tissue collection was performed about 48 hours after sampling of feet at the abattoir. Collection of tissues was carried out according to HEITMANN et al. (2018). Metatarsal footpads were cut with a scalpel in the center of the lesion (3 mm x 15 mm x 10 mm). Tissues were stored in 10% buffered neutral formalin in histological cassettes and routinely embedded into paraffin wax. Cross sections (4 µm thick) were stained with haematoxylin, eosin and evaluated microscopically.

Histopathological examination

Histopathological scoring was performed using a four-point scale (table 2). The examination was conducted blinded for the results of the visual scoring. Examples of the histopathological

findings are shown in figure 2A-D. Microscopic examinations were performed with a light microscope at 400x magnification.

Table 2: System of histopathological classification (Department of Pathology of University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Germany, 2018)

Schema der histopathologischen Klassifizierung (Institut für Pathologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Deutschland, 2018)

Body region	Score	Attribute of scores	Histopathological characteristics
Metatarsal footpad	0	No lesions	No lesions detectable
	1	Ulceration	Focal loss of epidermis with penetration of basement membrane, infiltration of inflammatory cells and accumulation of debris at the surface
	2	Granulation tissue	Directed proliferation of blood vessels and connective tissue
	3	Any other kind of pododermatitis	Perivascular pododermatitis, e.g. mainly lymphocytic or purulent perivascular pododermatitis

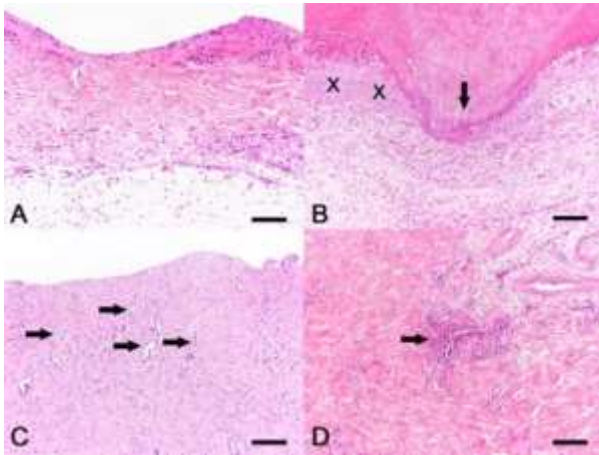


Figure 2A-D: Histopathological findings; A= Normal footpad with artificially detached epidermis; B= Ulceration with remaining epidermis (X), a thick acellular crust and a penetration of the basal membrane (arrow); C= Granulation tissue with multiple proliferating blood vessels (arrows) and fibroblasts under an artificially detached epidermis; D= Perivascular pododermatitis in the deep dermis (arrow); (HE-staining; Bars 100 µm)

Histopathologische Ergebnisse; A= Unveränderter Fußballen mit teilweise abgelöster Epidermis; B= Ulzeration mit erhaltener Epidermis (X), einer dicken azellulären Kruste und einem Durchbruch der Basalmembran (Pfeil); C= Granulationsgewebe mit multiplen proliferierenden Blutgefäßen (Pfeile) und Fibroblasten unter einer teilweise abgelösten Epidermis; D= Perivaskuläre Pododermatitis in der tiefen Dermis (Pfeil); (HE-Färbung; Balken 100 µm)

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using SAS Version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). Data was tested for normal distribution using UNIVARIATE procedure.

Comparison of results of histopathological examinations and visual scoring of feet was performed descriptively. For variables “size of metatarsal footpad”, “size of lesion” and “respective percentage of lesion” presented per visual score groups, significant differences per score level and variable were calculated using Exact Wilcoxon two-sample test (level of significance: 0.05).

With the aim of examining relations between results of visual scoring, macroscopically measured parameters (size of metatarsal footpad, size of lesion and respective percentage of lesion) and histopathological parameters (ulceration and perivascular pododermatitis), different procedures were used depending on scale level of analysed data. To examine relations between results of visual score level (ordinal) and measured macroscopic parameters (metric data), Kendall tau rank correlation was performed using CORR procedure. Correlations between visual score level (ordinal) and histopathological parameters (nominal data) were calculated using rankbiserial correlation, using a biserial macro (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). In order to calculate correlations between macroscopic and histopathologic variables (metric and nominal data), pointbiserial correlation was performed, using a macro programme (biserial macro, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). The adjusted Phi coefficient was calculated using FREQ procedure to analyse relations between both histopathologic

variables “ulceration” and “perivascular pododermatitis” (nominal data). Fisher’s exact test was then performed to verify significance.

Results

All parameters but “size of metatarsal footpads” were not normally distributed.

Macroscopic examination

Size of metatarsal footpad increased with increasing visual score level (table 3). Because of the heterogeneity of data, deviation of measured parameters “size of lesion” and “respective percentage of lesion” was maximum in score level 3 and 4. Mean size of lesion ranged between 18.7 and 952 pixels in visual score levels 1 and 4, respectively. The metatarsal pads of feet which were visually classified into score 4 showed in average 33.6% (± 11.1) altered surface.

Table 3: Results of descriptive analysis of size of metatarsal footpad (pixel), size of lesion (pixel) and respective percentage of lesion of metatarsal footpads (N = 100) according to visual score groups (0-4; n = 20 feet per score level; three repeated measurements per foot resulting in N = 300 measurements per parameter (Total); N = 60 measurements per score level)

Ergebnisse der deskriptiven Analyse der Größe der Metatarsalballen (Pixel), der Größe der Läsion (Pixel) und des jeweiligen Anteils der Läsion der Metatarsalballen (N = 100) je visuellem Score (0-4; n = 20 Paddel pro Score; 3 wiederholte Messungen pro Paddel ergeben N = 300 Messungen je Parameter (Total); n = 60 Messungen pro Score)

Parameter	Score	Mean \pm SD	Median	Min	Max	Range
Size of metatarsal footpad (pixel)	0	1659 \pm 404 ^a	1547	1098	2529	1431
	1	2038 \pm 319 ^{bd}	2037	1521	2664	1143
	2	2251 \pm 325 ^{cd}	2262	1665	2873	1208
	3	2395 \pm 394 ^d	2352	1816	3192	1376
	4	2851 \pm 386 ^e	2924	2108	3616	1508
	Total	2239 \pm 538	2225	1098	3616	2518
Size of lesion (pixel)	0	0.00 \pm 0.00 ^a	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	18.7 \pm 18.3 ^b	19.0	0.00	69.0	69.0
	2	83.3 \pm 64.3 ^c	63.0	10.0	219	209
	3	489 \pm 381 ^d	351	134	1574	1440
	4	952 \pm 319 ^e	944	297	1539	1242
	Total	308 \pm 431	69.7	0.00	1574	1574
Respective percentage of lesion (%)	0	0.00 \pm 0.00 ^a	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	1.00 \pm 1.07 ^b	0.764	0.580	3.84	3.26
	2	3.70 \pm 2.94 ^c	2.83	0.556	12.5	11.9
	3	19.9 \pm 13.4 ^d	15.1	5.48	49.8	44.3
	4	33.6 \pm 11.1 ^e	31.9	9.49	60.0	50.4
	Total	11.6 \pm 0.15	3.37	0.00	59.3	59.3

^{a, b, c, d, e}: Different letters in the same column indicate significant differences ($p \leq 0.05$; Exact Wilcoxon two-sample test)

Histopathological examination

Thirteen of 100 examined feet did not show any lesions (histopathological score 0), whereas ulcerative pododermatitis (histopathological score 1) and perivascular pododermatitis (histopathological score 3) was found in 67 and 47 of 100 evaluated feet respectively (table 4). The majority of affected feet had a combination of several different histopathological findings

per foot, e.g. 29.0% (n = 29) of examined feet showed both, an ulceration and a perivascular pododermatitis. However, no relation between those parameters was found (adjusted Phi coefficient: 0.0635, p=0.6725, Fisher's exact test; table 8).

Table 4: Histopathological alterations in visually classified feet (visual score 0-4, N = 100; n = 20 feet per visual score level). Combinations of several histopathological findings occurred in affected feet.

Histopathologische Veränderungen der visuell klassifizierten Paddel (Visueller Score 0-4; N = 100; n = 20 Paddel je visuellem Score). An veränderten Paddeln traten Kombinationen mehrerer histopathologischer Veränderungen auf.

Histopathological score	Visual score					Total
	0	1	2	3	4	
Score 0 (no alterations)	11	2	0	0	0	13
Score 1 (ulceration)	0	11	18	18	20	67
Score 2 (granulation tissue)	0	1	1	2	0	4
Score 3 (perivascular pododermatitis)	9	14	11	10	3	47

Descriptive comparison of results of histopathological examination and visual classification
 Feet without any histopathological alterations (n = 13; histopathological score 0) were found in visual classification levels 0 and 1 (table 4). Severe histopathological lesions in terms of ulcerations (n = 67 feet; histopathological score 1) occurred in feet of all visual score levels, with the exception of score level 0 (no lesions; table 4). N= 20 feet showed severe lesions when applying the visual scoring system, whereas 67 of 100 feet showed verified severe lesions (ulcerative pododermatitis) after histopathological examination. Thus, 47 feet histopathologically classified as severe lesions were not detected by the visual scoring system. Granulation tissue (n = 4 feet; histopathological score 2) occurred in feet visually classified as score 1, 2 and 3, whereas perivascular pododermatitis (n = 47 feet; histopathological score 3) was found in all scores of visually evaluated feet (0-4; table 4).

Correlation

Correlation coefficient between visual score level and “respective percentage of lesion” was 0.820 (Kendall Tau rank correlation; table 5) and 0.850 (rankbiserial correlation; table 6) between visual score level and the parameter “ulceration”.

Table 5: Correlations coefficients (Kendall Tau rank correlation) of measured parameters and visual score level (N = 100 feet)
 Korrelationskoeffizienten (Kendall Tau Rangkorrelation) der erhobenen Parameter und der Scores des visuellen Boniturschemas

	Size of footpad	Size of lesion	Respective percentage of lesion (%)
Visual score	0.560	0.833	0.820
level	p<0.0001	p<0.0001	p<0.0001

Table 6: Correlation coefficients (rankbiserial correlation; Fisher's exact test) of visual score level and histological parameters (ordinal, nominal; N = 100 feet)
 Korrelationskoeffizienten (Rangbiseriale Korrelation; Exakter Test nach Fisher) der erhobenen Parameter und der Scores des visuellen Boniturschemas und der histologischen Parameter (ordinal, nominal; N = 100 Paddel)

	Perivascular pododermatitis	Ulceration
Visual score level	-0.178	0.850
	p=0.1377	p<0.0001

Correlation coefficients were moderate between the parameter occurrence of an "ulceration" and the parameters "size of footpad", "size of lesion" and "respective percentage of lesion" (table 7). There was a negative correlation between "perivascular pododermatitis" and the parameters "size of footpad", "size of lesion" and "respective percentage of lesion" (table 7). No relation between occurrence of an "ulceration" and "perivascular pododermatitis" per foot was found (table 8).

Table 7: Correlation coefficients (pointbiserial correlation; Fisher's exact test) of measured parameters (metric, nominal; N = 100 feet)
 Korrelationskoeffizienten (Punktbiseriale Korrelation; Exakter Test nach Fisher) der erhobenen Parameter (metrisch, nominal; N = 100 Paddel)

	Size of footpad	Size of lesion	Respective percentage of lesion (%)
Perivascular pododermatitis	-0.173	-0.259	-0.239
	p=0.0975	p=0.0687	p=0.0839
Ulceration	0.475	0.425	0.455
	p<0.0001	p<0.0001	p<0.0001

Table 8: Relation between histopathological parameters (adjusted phi coefficient, Fisher's exact test; N = 100 feet)

Zusammenhang zwischen histopathologischen Parametern (korrigierter Phi-Koeffizient, Exakter Test nach Fisher; N = 100 Paddel)

	Ulceration
Perivascular pododermatitis	0.0635 p=0.6725

Discussion

Ulcerations are discussed to be able to induce pain in poultry (HASLAM et al., 2007; BERG, 1998; EKSTRAND et al., 1997a). Therefore, regarding animal welfare aspects indicators should reliably assess such severe lesions. The aim of the presented study was to validate a standard visual scoring system with specific focus on ulcerations, here using histopathological analysis as predictor for these severe alterations in the footpads of Pekin ducks.

Sample

As the current study is considered as a first approach to validate a visual scoring system for feet of Pekin ducks, the authors examined feet which originated from a total of two flocks. The total sample size was rather large (N = 100 feet; n = 20 feet per score level) compared to other studies validating visual scoring systems (HEITMANN et al., 2018; LITT et al., 2015; MICHEL et al., 2012). As the applied methodology of the current paper seems to be successfully established, a repetition with an increased sample size may be promising, especially regarding the implementation of a cluster analysis.

The size of metatarsal footpad increased with increasing visual score level. As FPD is classified as a contact dermatitis, the probability of occurrence of footpad lesions is assumed by the authors to increase with an increasing plantar surface of the metatarsal footpad which is exposed to litter and with an increasing duration of exposition to the litter (HASLAM et al., 2007). Furthermore, the feet were already scalded at time of sampling which affects the assessment of footpads as slight lesions in the form of hyperkeratosis could just hardly be detected. However, the detection of the slightest alterations may be crucial regarding preventive flock management, it may be from minor interest regarding the objectives of the current study but should be taken into account in further studies.

Results of statistical analysis

Macroscopic examination

In the current study, the metatarsal footpads of feet which were visually scored as score 4 showed in average 33.6 % alterations. This finding is contradicting to the definition of the visual scoring system, as score 4 is characterized as a severe ulcerative pododermatitis on the whole foot and toe pads. Results of image analysis might be influenced because three-dimensionality of footpads could not be taken into account. To secure data, measurements were repeated three times. Standard deviation of data per foot was < 10% of the mean value, which indicates acceptable variance. When scoring footpads it should be taken into account that the results can

be affected by the subjective perception of the observers and related size contrast illusions. Misjudging of physical properties may be explained with the Ebbinghaus Illusion, where observers misinterpret the size of a central circle depending on the size of other surrounding circles (AXELROD et al., 2017). This could have had an impact regarding visual classification of footpads. However, the visual scoring system used in the current study also bases on the severity of lesions and thus, the condition of the surface of the metatarsal footpads additionally influenced observer's judgement. Thus, possible size contrast misjudgment should be taken into account when assessing footpad dermatitis on farm as it is rather impossible to take measurements in order to calculate accurate and objective proportions.

Histopathological examination

Tissue samples used for histopathological examination did show only few signs of autolysis and putrefaction and thus, did not impair histopathological findings. Reported histopathological diagnoses clearly characterised intravital processes, which could not have occurred post-mortem. In contrary to the investigations of Heitmann et al. (2018) and Michel et al. (2012), superficial lesions, as for example hyperkeratosis, could not be assessed within the histopathological examination of the current study due to scalding of feet at the abattoir resulting in artificial loss of epidermis. Beside histopathological examination of the epidermis, it is also possible to differentiate between acute and chronic ulcerative pododermatitis in the dermis, where the formation of granulation tissue (migration of fibroblasts, synthesis of collagen and proliferation of blood vessels) occurs in case of a chronic process. Consequently, signs of inflammation could be assessed although scalded feet were used for examination. Severe inflammation as well as ulceration in feet of broilers are supposed to induce pain (MICHEL et al., 2012). As the examined feet in the present study showed both of these two histopathological findings (ulcerations and perivascular pododermatitis), it can be postulated that the welfare of those animals (n = 29 feet) was clearly impaired.

Presented results of histopathological examination also showed occurrence of granulation tissue without ulceration. This is considered as scar tissue even if re-epithelization could not be verified because of the detached epidermis of feet due to scalding. Self-cure of lesions in Pekin duck feet is discussed as one reason (DA COSTA et al., 2015) for reported reduction of FPD incidence in Pekin duck feet with increasing age (FRALEY et al., 2013; KARCHER et al., 2013). MICHEL et al. (2012) discuss scars in feet of broiler chickens as an evidence for compromised animal welfare during rearing period. Studies on FPD in conventional broilers also reported scars with minor proportion (LUND et al., 2017; MICHEL et al., 2012), which is in accordance with our results.

The comparison of the results of histopathological examinations and visual scoring showed presence of potentially painful ulcerations in feet visually classified into score 1 to 4. In order to objectify classification of feet a cluster analysis (single linkage procedure) was carried out in addition to the presented data. Therefore, the variables "size of footpad", "size of lesion", "respective percentage of lesion" and existence of ulcerations and perivascular pododermatitis were used. However, the results of the cluster analysis did not gain further information (results not shown) compared to the merged results of visual scoring and histopathological inspection of feet. In contrast, HEITMANN et al. (2018) reported that observers visually rated more feet as severe compared to classification based on a cluster analysis.

In the current study, a total of 67 feet showed severe alterations based on histopathological findings, whereas just 20 feet were entitled to have severe alterations after visual inspection. Consequently, ulcerations were insufficiently detected by the visual scoring system used in the current investigation. Contrary to these results, LITT et al. (2015) found concordance between results of a four-point visual scoring system and histopathological examination of mule duck feet. In contrast to the present study using feet of Pekin ducks (day 41 of age) collected at the abattoir, LITT et al. (2015) examined mule duck feet collected at different points of time (week 4, 12 and 14 of age) during the fattening period. In the current study ulcerations occurred in feet with small and medium lesions (visual scores 1, 2 and 3) also. Thus, due to the results of the histopathological examination, the variables “size of lesion” and “respective percentage of lesion” are not reliable parameters to detect severe lesions in terms of ulcerations in Pekin duck feet. These findings are in contrast to the majority of visual scoring systems used for evaluation of broiler and turkey feet, as size and respective percentage of lesion are considered as the main parameters to identify severe alteration (ALLAIN et al., 2009; HOCKING et al., 2008; PAGAZAURTUNDU and WARRISS, 2006; MARTRENCAR et al., 2002; EKSTRAND et al., 1997a). PAGAZAURTUNDU and WARRISS (2006) stated that it is uncertain which size of lesion initially impairs the welfare of poultry, whereas MICHEL et al. (2012) assumed an increase of pain with an increasing size of lesion in feet of broiler chickens. The possibility of using the size of footpad lesions as indicators to assess severity of lesions in broiler chickens is discussed by HEITMANN et al. (2018). The impact of size and respective percentage of lesion on painfulness of ulcerative pododermatitis in feet of Pekin ducks could not be assessed in the current study. However, ulcerations were found even in feet with small lesions (visual score 1).

Correlation coefficients

Correlation coefficient between score level and respective percentage of lesion was 0.820 (Kendall Tau rank correlation). Respective percentage of lesion increased with increasing visual score level, but, as shown by histopathological examination, ulcerative pododermatitis occurred in feet with small lesions as well as in feet with medium lesions, respectively. Correlation coefficient between score level and occurrence of an ulceration was 0.850 (rankbiserial correlation). This may be explained with an increasing proportion of ulcerations within ascending score levels in the sample. However, it has to be taken into account that the parameter “occurrence of ulceration” (nominal scaled) neither provide any information about the severity of the ulcerations according to score level, nor suggests that animal welfare increases with decreasing scores. First indications for pain (presence of ulcerations), which were also present in visual score 1, may result in suffering and therefore might be highly relevant regarding animal welfare as it contradicts the “freedom of pain” approach.

As already mentioned, existing scoring systems to assess footpad dermatitis in broiler chickens and turkeys are mainly based on visual identification of the occurrence as well as the severity of lesions, assuming that an increasing size of lesions corresponds with an increasing severity of lesions (ALLAIN et al., 2009; HOCKING et al., 2008, PAGAZAURTUNDU and WARRISS, 2006; MARTRENCAR et al., 2002; EKSTRAND et al., 1997a). In the current study, correlation coefficients were moderate between the macroscopic parameters “size of footpad”, “size of lesion” and “respective percentage of lesion” and the occurrence of an

ulceration, implicating the existence of further influencing effects. Regarding the results of the correlation analysis, the parameters size and respective percentage of lesion are not appropriate to visually assess the severity of footpad lesions in Pekin ducks and thus, are not sufficient to assess the potentially painful and therefore welfare compromising ulcerations (HASLAM et al., 2007; BERG, 1998). MAYNE et al. (2007) also reported a weak correspondence between visual and histological footpad scores in turkeys and therefore question the suitability of visual scoring to assess welfare in turkeys. In contrast, HEITMANN et al. (2018) found a correlation between size of lesion and width as well as depth of an ulcer (correlation coefficients 0.79; 0.73) in feet of broiler chickens. Depth of ulcerations could not be assessed in the current study as scalding of feet at the abattoir resulted in artificial loss of the epidermis and therefore measurement was not feasible.

There was no relation between occurrence of an ulceration and perivascular pododermatitis per foot in the current study. This result indicates the existence of ulcerative pododermatitis with and without perivascular pododermatitis in feet of Pekin ducks.

However, the comparison of the results of visual scoring and histopathological examination indicates that detection of feet with severe lesions was not appropriate with the visual scoring system used in this investigation.

Conclusion

The current study found only weak relations between visually assessable parameters and objective histopathologic findings in terms of ulcerations. Thus, investigated visual parameters may not be suitable for a reliable visual assessment of severe lesions in Pekin duck feet, which should be taken into account when using FPD condition as an indicator to assess duck health and welfare on farm and at the abattoir. There is a need for further research to identify potential linkages between histopathologic findings and the visual classification of the severity of FPD in Pekin duck feet. Consequently, visual scoring schemes may then need to be modified according to the histopathological findings.

Acknowledgements

The authors would like to thank the abattoir for providing feet of Pekin ducks. We would also like to thank CLK GmbH, Altenberge, Germany, for taking images of feet.

References

- AXELROD, V., D.S. SCHWARZKOPF, S. GILAIÉ-DOTAN, G. REES, 2017: Perceptual similarity and the neural correlates of geometrical illusions in human brain structure. *Sci Rep* 7: 39968.
- ALLAIN, B., L. MIRABITO, C. ARNOULD, M. COLAS, S. LE BOUQUIN, C. LUPO, V. MICHEL, 2009: Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *Br. Poult. Sci.* 50, 407-417.
- BERG, C.C., 1998: Foot-Pad Dermatitis in Broilers and Turkeys. Swedish University of Agricultural Science Uppsala.
- BILGILI, S.F., M.A. ALLEY, J.B. HESS, M. NAGARAJ, 2006: Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. *J. Appl. Poult. Res.* 15, 433-441.
- BILGILI, S.F., J.B. HESS, J.P. BLAKE, K.S. MACKLIN, B. SAENMAHAYAK, J.L. SIBLEY, 2009: Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *J Appl Poult Res* 18, 583-589.
- DA COSTA, M.J., E. OVIEDO-RONDON, M. WINELAND, D. JEFFREY, 2015: Effects of eggshell conductance and incubation temperatures on duck footpad development. *J. Appl. Poult. Res.* 24, 536-546.
- DE JONG, I.C., H. GUNNINK, J. VAN HARN, 2014: Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance and carcass yield in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 23, 51-58.
- EKSTRAND, C., B. ALGERS, J. SVEDBERG, 1997a: Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Prev. Vet. Med.* 31, 167-174.
- EKSTRAND, C., B. ALGERS, 1997b: Rearing conditions and Foot-Pad Dermatitis in Swedish Turkey Poults. *Acta Vet. Scand.* 38, 167-174.
- FRALEY, S.M., G.S. FRALEY, D.M. KARCHER, M.M. MAKAGON, M.S. LILBURN, 2013: Influence of plastic slatted floors compared with pine shaving litter on Pekin Duck condition during summer months. *Poult. Sci.* 92, 1706-1711.
- GREENE, J.A., R.M. MCCRACKEN, R.T. EVANS, 1985: A contact dermatitis of broilers – clinical and pathological findings. *Avian Pathol.* 14, 23-38.

HASLAM, S.M., T.G. KNOWLES, S.N. BROWN, L.J. WILKINS, S.C. KESTIN, P.D. WARISS, C.J. NICOL, 2007: Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *Br. Poult. Sci.* 48, 264-275.

HEITMANN, S., J. STRACKE, H. PETERSEN, B. SPINDLER, N. KEMPER, 2018: First approach validating a scoring system for foot-pad dermatitis in broiler chickens developed for application in practice. *Prev. Vet. Med.* 154, 63-70.

HIRSCH, N., 2011: Einsatz von modifizierten Rundtränken als artgerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter. Ludwig-Maximilians-Universität, München.

HOCKING, P.M., R.K. MAYNE, R.W. ELSE, N.A. FRENCH, J. GATCLIFFE, 2008: Standard European footpad scoring system for use in turkey processing plants. *Worlds Poult Sci J* 64, 323–328.

IMAGEJ SOFTWARE 1.51J8, National Institutes of Health, USA.

JONES, T.A., M.S. DAWKINS, 2010: Environment and management factors affecting Pekin duck production and welfare on commercial farms in the UK. *Br. Poult. Sci.* 51 (1), 12-21.

KARCHER, D.M., M.M. MAKAGON, G.S. FRALEY, S.M. FRALEY, M.S. LILBURN, 2013: Influence of raised plastic floors compared with pine shaving litter on environment and Pekin duck condition. *Poult. Sci.* 92, 583-590.

KLAMBECK, L., F. KAUFMANN, J.D. KÄMMERLING, N. KEMPER, R. ANDERSSON, 2017: Effect of two different additional water sources on health and welfare parameters in farmed Pekin ducks. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 130, 273-280.

KLAMBECK, L., F. KAUFMANN, N. KEMPER, R. ANDERSSON, 2018: Evaluation of foot pad dermatitis in Pekin ducks under commercial conditions. *Proceedings of XVth European Poultry Conference*, ISBN 978-90-829157-0-9, p. 236.

LISTE, G., R.D. KIRKDEN, D.M. BROOM, 2012: A commercial trial evaluating three open water sources for farmed ducks: effects on health and production. *Br. Poult. Sci.* 53 (5), 576-584.

LITT, J., J. CHAUMIER, M.D. BERNADET, M. LABORDE, J. VOGELAER, O. ALBARIC, J.M. HUGUET, J-L. GUERIN, 2015: Histological validation of a foot pad dermatitis scoring system appropriate for mule duck. *Proceedings of the 11th JRA-JRFG Tours*, 247-251.

LUND, V.P., L.R. NIELSEN, A.R.S. OLIVEIRA, J.P. CHRISTENSEN, 2017: Evaluation of the Danish footpad lesion surveillance in conventional and organic broilers: Misclassification of scoring. *Poult. Sci.* 96 (7), 2018-2028.

MARTLAND, M.F., 1984: Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian. Pathol.* 13 (2), 241-252.

MARTLAND, M.F., 1985: Ulcerative dermatitis dm broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathol.* 14, 353-364.

MARTRENCAR, A., E. BOILLETOT, D. HUONNIC, F. POL, 2002: Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Prev. Vet. Med.* 52, 213-226.

MAYNE, R.K., P.M. HOCKING, R.W. ELSE, 2006: Foot pad dermatitis develops at an early age in commercial turkeys. *Br. Poult. Sci.* 47 (1), 36-42.

MAYNE, R.K., R.W. ELSE, P.M. HOCKING, 2007: High dietary concentrations of biotin did not prevent foot pad dermatitis in growing turkeys and external scores were poor indicators for histopathological lesions. *Br. Poult. Sci.* 43 (3), 291-298.

MEAGHER, R.K., 2009: Observer ratings: Validity and value as a tool for animal welfare research. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 119, 1-14.

MICHEL, V., E. PRAMPART, L. MIRABITO, V. ALLAIN, C. ARNOULD, D. HUONNIC, S. LE BOUQUIN, O. ALBARIC, 2012: Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. *Br. Poult. Sci.* 53, 275-281.

O'DRISCOLL, K.K.M., D.M. BROOM, 2011: Does access to open water affect the health of Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*)? *Poult. Sci.* 90, 299-307.

OLIVAS, I., A.G. TORRES, A. VILLAGRA, 2013: Development of a pododermatitis score in breeding does using clustering methods. *Animal* 7 (6), 1011-1016.

PAGAZAURTUNDUA, A., P.D. WARISS, 2006: Measurements of footpad dermatitis in broiler chickens at processing plants. *Vet. Rec.: Journal of the British Veterinary Association* 158, 679-682.

PIANKA, S., 2013: Weiterführende Untersuchungen zum Feldversuch zur praxistauglichen Etablierung von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten bezüglich Tiergesundheit, Stallklima und Tränkwasserqualität. Ludwig-Maximilians-Universität, München.

PLATT, S.L., 2004: Die reticulate scales an den Fußballen schwerer Mastputen und deren Beeinflussung durch unterschiedliche Biotindosierungen unter Feldbedingungen. Freie Universität Berlin, Berlin.

SAS INSTITUTE INC., CARY, NORTH CAROLINA, USA: Biserial macro programme <http://support.sas.com/kb/24/991.html>

SCHENK, A., A.L. PORTER, E. ALENCIKS, K. FRAZIER, A.A. BEST, S.M. FRALEY, G.S. FRALEY, 2016: Increased water contamination and grow-out Pekin duck mortality when raised with water troughs compared to pin-metered water lines using a United States management system. *Poult. Sci.* 95, 736–748.

SPINDLER, B., 2007: Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchungen an Gelenken und Fußballen bei Puten der Linie B.U.T. Big 6 bei der Haltung mit und ohne Außenklimabereich. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

WEBSTER, A.B., B.D. FAIRCHILD, T.S. CUMMINGS, P.A. STAYER, 2008: Validation of a Three-Point Gait-Scoring System for Field Assessment of Walking Ability of Commercial Broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 17, 529-529.

Übergreifende Diskussion

Die Haltungsbedingungen der Pekingentenmast werden zur Verbesserung des Tierwohls und des Tierschutzes vorrangig hinsichtlich der Schaffung von Funktionsbereichen zur Erfüllung der biologischen Erfordernisse der Pekingenten als Wassergeflügel ressourcenorientiert diskutiert. Dabei spielt das Angebot offener Wasserstellen eine besondere Rolle. Bezüglich der Folgen des Einbringens offener Wasserangebote in Haltungssysteme zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen bestehen aktuell Wissenslücken. Einerseits müssen derartige Angebote zielführend im Sinne der Ansprüche des Tieres sein, dürfen aber andererseits nicht mit erheblichen Risiken für die Tiergesundheit einhergehen. Hier gilt es das mit steigender Einstreufeuchte einhergehende Risiko hinsichtlich des Auftretens von Pododermatitiden sowie die hygienischen Bedingungen im Umfeld der Tiere zu beachten. Der Schwerpunkt der Dissertation wurde auf die Erfassung und Bewertung der Paddelgesundheit gelegt.

Ziel der im Rahmen der Dissertation durchgeführten Untersuchungen war:

- A) Die Erfassung und Bewertung der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote im Sinne der Europaratsempfehlungen auf Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls bei Pekingmastenten.
- B) Die Validierung eines visuellen Boniturschemas, welches hochgradige Veränderungen in Form von Ulzerationen der Paddel von Pekingmastenten anzeigt.

Evaluierung der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote: Vorgehen und Versuchsaufbau

Gemäß Artikel 11 Nr. 2 der Europaratsempfehlungen in Bezug auf Pekingenten müssen bei Abwesenheit von Badewasser Wasservorrichtungen angeboten werden, die den Tieren ermöglichen, den Kopf mit Wasser zu bedecken, ihn unter Wasser zu tauchen sowie Wasser mit dem Schnabel aufzunehmen, um sich problemlos Wasser über den Körper schütten zu können (Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, T-AP; 22. Juni 1999).

Um diese Anforderungen zu erfüllen wurde ein Prototyp eines Wassertrichters entwickelt und vor dem Einsatz unter Feldbedingungen geprüft. Die grundsätzliche Eignung im Sinne der Europaratsempfehlungen wurde unter kontrollierten Bedingungen im Rahmen eigener Untersuchungen geprüft und bestätigt (Klambeck et al., 2015a). Vergleichbare Prüfungen, beispielsweise von modifizierten Plasson- und Rundtränken, die im Rahmen von Feldstudien eingesetzt wurden, sind nicht bekannt. Somit ist eine Aussage bezüglich relativer Vor- bzw. Nachteile an dieser Stelle nicht möglich.

Die vorliegende Feldstudie wurde auf zwei Praxisbetrieben durchgeführt, auf denen die Tiere gemäß der niedersächsischen freiwilligen Vereinbarung zur Haltung von Pekingmastenten gehalten wurden (Vereinbarung über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten, 2003). Die Untersuchung erfolgte somit unter Voraussetzungen, die

repräsentativ für die Pekingentenhaltung in Niedersachsen waren. Weiterhin wurden die Tiere auf beiden Betrieben unter folgenden Rahmenbedingungen gehalten: Die Betriebe erhielten Eintagsküken desselben Zuchtunternehmens (Cherry Valley Farms Limited) und bezogen Futter desselben Futtermittelherstellers (Mega Tierernährung GmbH und Co. KG). Zu Beginn der Mastphasen der begleiteten Durchgänge wurden die Tiere auf beiden Betrieben in Lousianaställe umgestallt. Vergleichbar mit anderen Studien unter Verwendung offener Wasserressourcen in Form unterschiedlicher Plasson- und Rundtränken (Pianka, 2013; Harnisch, 2012; Hirsch, 2011; Nusser, 2008; Heubach, 2007; Küster, 2007; Manz, 2005; Remy, 2005; Kopp, 2005) wurden sowohl der in der vorliegenden Feldstudie untersuchte Prototyp eines Wassertrichters als auch die Flachbecken ausschließlich in den Mastphasen der Haltungsperioden eingesetzt. Dies erfolgte, um das in der Literatur beschriebene Ertrinken (Hirsch, 2011; Heubach, 2007) und Auskühlen (Rodenburg et al., 2005) jüngerer Tiere in offenen Wasserangeboten zu vermeiden. Die Praxisbetriebe wurden zudem für die vorliegende Feldstudie ausgewählt, da sie die in der Pekingentenhaltung in Deutschland existenten Varianten der Bodengestaltung der Stallgrundflächen von Mastställen (teilperforierter Boden und Volleinstreu; Rodenburg et al., 2005) repräsentativ abbilden. Einflüsse durch das betriebsindividuelle Einstreu- und Herdenmanagement konnten nicht ausgeschlossen werden, da die vorliegende Studie auf zwei Praxisbetrieben durchgeführt wurde. Allerdings wurden die Betriebe engmaschig begleitet, so dass wesentliche Managementänderungen erfasst werden konnten.

Zur Bewertung der Folgen des Einsatzes der offenen Wasserressourcen (Wassertrichter und Flachbecken) auf Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls erfolgte in der vorliegenden Feldstudie die Erfassung der Mortalität sowie der Tiergewichte, um gravierende Auffälligkeiten zu identifizieren. Zusätzlich wurde das klinische Erscheinungsbild der Paddeln sowie der Augen und Nasenlöcher der Tiere als auch die Verschmutzung des Gefieders mittels visueller Boniturschemata erhoben. Dieses Vorgehen ist vergleichbar mit anderen Feldstudien zur Erhebung und Bewertung der Folgen des Einsatzes anderer offener Wasserangebote in der Haltung von Pekingmastenten (Pianka, 2013; Harnisch, 2012; Hirsch, 2011; Nusser, 2008; Küster, 2007; Kopp, 2005; Remy, 2005). Die visuelle Bewertung sämtlicher in der vorliegenden Feldstudie bonitierter Tiere wurde von ein und demselben Beobachter durchgeführt, was den beobachterbedingten Fehler reduziert. Jedoch unterliegen die Ergebnisse visueller Bewertungen grundsätzlich der Subjektivität von Wahrnehmung und Interpretation des Observers (Meagher, 2009). Mayne et al. (2007b) berichten von einer niedrigen Reliabilität der mittels visueller Bonitur erhobenen Daten hinsichtlich des Schweregrades von Pododermatitiden der Fußballen von Puten. Daher erfolgte im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine zweite Untersuchung mit dem Ziel der Validierung des in der vorliegenden Feldstudie verwendeten Boniturschemas zur Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden der Pekingenten.

Der Stichprobenumfang der erhobenen tierbezogenen Parameter der vorliegenden Feldstudie betrug in Abhängigkeit der Größe der Herde ca. 2% der Tiere und ist somit vergleichbar mit anderen Feldstudien, in denen ca. 0,5-1% der Tiere je begleiteter Herde bonitiert wurden um Auswirkungen auf Parameter der Tiergesundheit zu erfassen (Pianka, 2013; Harnisch, 2012; Hirsch, 2011).

Wie grundsätzlich in allen Feldstudien konnten aufgrund der vorhandenen Gegebenheiten auch auf den beteiligten Praxisbetrieben der vorliegenden Feldstudie nicht sämtliche Anforderungen eines wissenschaftlichen Studiendesigns vollumfänglich erfüllt werden. Unter anderem waren nicht die erforderlichen Wiederholungen innerhalb eines Mastdurchgangs pro Gruppe möglich (Gruppe mit Nippeltränken (Gruppe 1-N_{PF}), Gruppen unter Verwendung zusätzlicher Wassertrichter und Flachbecken (Gruppe 2-NWF_{PF}; Gruppe 3-NWF_{CF}; Gruppe 4- NWF_{CF}T)). Um dennoch eine richtungsweisende Aussage treffen zu können, wurden insgesamt vier Mastdurchgänge je Betrieb begleitet und diese als Wiederholungen angesehen. Dieses Vorgehen wird als vertretbar angesehen, da die Variation der Ergebnisse zwischen den jeweiligen Durchgängen und Gruppen akzeptabel war.

Einsatz offener Wasserangebote in Haltungssystemen von Pekingmastenten: Faktoren mit Einfluss auf die Ausübung wasserassoziierter Verhaltensweisen

Bei dem in der vorliegenden Feldstudie eingesetzten Prototyp eines Wassertrichters handelt es sich um ein offenes Wasserangebot, das speziell für Pekingmastenten entwickelt wurde. Dazu erfolgte im Rahmen einer Vorstudie eine Vermessung von Schädeln geschlechteter Pekingmastenten. Diese morphologischen Daten bestimmten die Maße des Prototyps, um das Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen möglich zu machen bzw. zu optimieren (Klambeck et al., 2015b). Aufgrund der Konzeption ermöglicht der Prototyp des Wassertrichters ein Eintauchen des Kopfes sowie das Überschütten des Körpers der Enten mit Wasser bei geringem Wasserverbrauch (Klambeck et al., 2014), jedoch nicht das Schwimmen der Pekingmastenten. Durch die Möglichkeit des Kopfeintauchens und der Benetzung der Körper der Tiere mit Wasser wird das Tierwohl von Pekingenten bedeutend gefördert (Rauch et al., 2016b; Jones et al., 2008). Im Kontext des Angebotes unterschiedlicher Bademöglichkeiten verbessern nach Jones et al. (2008) das Schwimmen und das Eintauchen des gesamten Körpers allerdings wider Erwarten nicht zwangsläufig das Wohlbefinden der Enten. In Wahlversuchen verbrachten Pekingenten längere Zeit in Pools mit flachem Wasser (10 cm) im Vergleich zu Pools mit einer Wassertiefe von 30 cm, die das Schwimmen ermöglichen (Liste et al., 2012b). Während die Tiere in der genannten Studie in flachem Wasser vermehrt Verhaltensweisen wie das Gründeln ausführten, wurden die Pools mit einer Wassertiefe von 30 cm hingegen unter anderem zum Schwimmen genutzt. Die Wasserhöhe scheint folglich einen Einfluss auf diverse wasserassoziierte Verhaltensweisen der Pekingenten zu haben. Detaillierte Aussagen in Bezug auf die in der vorliegenden Feldstudie ausgelebten Verhaltensweisen sind nicht möglich, da das Verhalten der Tiere an den eingesetzten offenen Wasserangeboten (Wassertrichter und Flachbecken) auf den Praxisbetrieben nicht systematisch abgesichert untersucht wurde.

Im Rahmen einer Feldstudie konnte durch Videoauswertungen des Bewegungsmusters einzelner markierter Tiere (n=50 bis 200 Tiere je Betrieb und Durchgang) gezeigt werden, dass die Tiere von einer zu anderen Längsseite des Stalls die betriebsspezifische maximale Distanz von 16 m bis 22,5 m liefen, um zur anderen Längsseite zu gelangen, entlang dieser die offenen Wasserressourcen ausschließlich lokalisiert waren (Rauch et al., 2016b). Die Autoren schlossen daraus, dass es allen Tieren der Herde möglich war, die offenen Wasserangebote zu nutzen. Ähnliche Ergebnisse konnten im Rahmen einer Vorstudie auf dem Versuchsbetrieb der

Hochschule Osnabrück erzielt werden (Klambeck, unveröffentlicht). Die in der vorliegenden Feldstudie eingesetzten Wassertrichter waren ebenso ausschließlich entlang einer Längsseite der Ställe lokalisiert. Die Platzierung der zusätzlich eingesetzten Flachbecken erfolgte aufgrund der betriebsspezifischen Gegebenheiten in den Ecken einer Stalllängsseite des Stallgebäudes. Im Rahmen der vorliegenden Feldstudie nutzten ca. 9% der Tiere einer Herde die Flachbecken, was anhand einer blauen Färbung des Wassers und in der Folge des Gefieders der Tiere erfasst wurde. Rückschlüsse auf die Möglichkeit des Zugangs der Tiere zu den offenen Wasserressourcen können aus der vorliegenden Feldstudie jedoch nicht gezogen werden. Die Bedeutung der Verteilung von Wasserressourcen in Haltungssystemen von Pekingenten wird von Jones und Dawkins (2010b) hervorgehoben im Zusammenhang mit der Anpassung des Verhaltens der Tiere bei Änderung der Parameter des Stallklimas. Bei steigenden Umgebungstemperaturen stieg der Anteil der Enten, die zur Thermoregulation Gefiederpflege unter Nutzung von Wasser ausführten. Die Folgen unterschiedlicher Verteilungen und der Anordnung offener Wasserressourcen in den Haltungssystemen in Bezug auf das Verhalten, die Tiergesundheit und die Haltungsumwelt der Pekingmastenten konnten in der vorliegenden Studie aufgrund der Gegebenheiten auf den Praxisbetrieben nicht absicherbar untersucht werden. Gleiches gilt für verschiedene Anordnungen und Entfernungen offener Wasserressourcen zu anderen Funktionsbereichen wie Fress-, Aktivitäts- und Ruhebereichen. Zu Beginn der Mastphasen waren die Ställe der vorliegenden Studie mit einem Wassertrichter für maximal 100 Enten ausgerüstet. In den Untersuchungen von Rauch et al. (2016a) stand je Betrieb, Durchgang und Versuchsdesign je eine Rundtränke für 133 bzw. 263 Enten zur Verfügung. Generelle Aussagen über die geeignete Anzahl an Tieren pro offener Wasserressource hinsichtlich der Möglichkeit der Ausübung wasserassoziierter Verhaltensweisen können nicht getätigt werden, sondern sind spezifisch für jedes Verfahren erforderlich. Einen Einfluss auf das Ausüben wasserassoziierter Verhaltensweisen durch die Tiere hat das vorhandene Platzangebot je Tier und Wasserressource. Bei der Verfügbarkeit von zusätzlich 6 mm Seitenlänge und mehr pro Tier übte ein größerer Anteil der gehaltenen Pekingenten an einer Wasserressource Gefiederpflege unter Nutzung von Wasser aus (Jones und Dawkins, 2010b). Rice et al. (2014) berichten, dass Trinkverhalten bei Pekingenten eher in Gruppen als bei Einzeltieren zu beobachten ist. Aus ethologischen Gesichtspunkten ist es jedoch für Enten als sozial lebende Tiere nicht zwangsläufig erforderlich, dass das Badeverhalten von sämtlichen in einer Herde gehaltenen Enten gleichzeitig ausgelebt werden können muss (Waitt et al., 2009). Entsprechende Untersuchungen zu Folgen des in der vorliegenden Untersuchung eingesetzten Wassertrichters auf das Verhalten, die Tiergesundheit und die Haltungsumwelt unter Feldbedingungen bei unterschiedlichen Tierzahlen je Wassertrichter liegen derzeit nicht vor und sind daher aus wissenschaftlicher Sicht dringend erforderlich.

Jones et al. (2008) belegen den grundsätzlichen Bedarf der Pekingenten an offenen Wasserangeboten zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen durch den Effekt des kompensatorischen Rebounds. Er wurde bei Tieren beobachtet, die ausschließlich Zugang zu Nippeltränken hatten und denen nach sieben Wochen erstmalig Wasserbecken zur Verfügung standen. In der vorliegenden Feldstudie wurden den Tieren die zusätzlichen Wasserangebote ganztägig ad libitum zur Verfügung gestellt. Dagegen lag in den Studien von Rauch et al. (2016b) eine zeitliche Begrenzung des Zugangs zu den verwendeten Rundtränken von sechs

Stunden pro Tag (von jeweils 10 bis 16 Uhr) vor. Während dieses Zeitraums konnten die Autoren eine signifikant höhere Aktivität der Tiere im Kontext der eingesetzten Rundtränken im Vergleich zu den Kontrolldurchgängen mit ausschließlichem Zugang zu Nippeltränken und ohne Zugang zu Rundtränken nachweisen. Aus ethologischer Sicht ist ein zeitlich unbegrenzter Zugang zu offenen Wasserangeboten für Pekingmastenten zu bevorzugen, da Enten anders als beispielsweise Hühner auch nachts Aktivität zeigen und Aktivitätsmaxima in den Phasen der Morgen- und Abenddämmerung liegen (Reiter, 1997). Allerdings werden von Rauch et al. (2016a) für die zeitliche Begrenzung des Zugangs Gründe der Wasserhygiene und des Einstreumanagements sowie positive Auswirkungen auf das Stallklima genannt. Knierim et al. (2004) berichten ebenfalls von hygienischen Vorteilen durch den zeitlich begrenzten Einsatz von Duschen in der Haltung von Enten. In der Folge bleibt die Relevanz hygienischer und ethologischer Aspekte gegeneinander abzuwägen, um die tägliche Dauer des Zugangs der Tiere zu offenen Wasserangeboten festzulegen. Möglicherweise könnte ein zeitlich begrenzter Zugang zu offenen Wasserangeboten in Intervallen, die die genannten Zeiträume der Aktivitätsmaxima der Enten berücksichtigen, einen Kompromiss zwischen ethologischen und hygienischen Erfordernissen darstellen. Bisher liegt keine Bewertung vor, ob die Erfüllung der Anforderungen der Europaratsempfehlungen auch bei zeitlicher Begrenzung des Zugangs der Tiere zu offenen Wasserressourcen grundsätzlich gegeben ist.

Die vorliegende Feldstudie wurde mit Pekingmastenten des Zuchtunternehmens Cherry Valley Farms Limited durchgeführt, daher konnte der Einfluss unterschiedlicher Herkünfte bzw. Genetiken auf die Häufigkeit und die Frequenz der Ausübung wasserassoziierter Verhaltensweisen nicht untersucht werden. Das Thema der Verhaltensgenetik der Enten findet in der Literatur wenig Beachtung. Da bei Moschusenten eine Abneigung der Nutzung von Wasserangeboten in Form von Duschen vermutet wird (Knierim et al., 2004), wären weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet sinnvoll um auch den graduell unterschiedlichen Bedarf der Tiere erfassen zu können.

Evaluierung der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote: Mikrobiologie des Tränkwassers

Aus rechtlicher Sicht muss Tränkwasser für die betreffenden Tiere geeignet sein (VO (EG) Nr. 183/2005). Kamphues et al. (2007) geben unter anderem Richtwerte an für die biologische Qualität von in Tränkwassersysteme für Nutztiere eingespeistes Wasser. In der Haltung von Pekingmastenten steht das Angebot offener Wasserressourcen zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen im Kontrast zu der Vorgabe des Angebotes hygienischen Tränkwassers, da offene Wasserangebote im Vergleich zu Nippeltränken deutlich höhere aerobe Gesamtkeimzahlen enthalten (Rauch et al., 2016a; Schenk et al., 2016; Pianka, 2013; Hirsch, 2011; Knierim et al., 2004) und diese den hier zum Vergleich herangezogenen Richtwert der aeroben Gesamtkeimzahl für eingespeistes Wassers von 1.000 KBE/ 100 ml bei 37°C (Kamphues et al., 2007) zum Teil deutlich überschreiten. Diese Resultate decken sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Feldstudie. Durch die Konzeption des in der vorliegenden Feldstudie verwendeten Wassertrichters mit einer im Verhältnis zum Flachbecken geringen Wasseroberfläche ergeben sich aus mikrobiologischer Sicht Vorteile gegenüber anderen offenen Wasserressourcen wie den ebenfalls in der vorliegenden Untersuchung verwendeten

Flachbecken, die ein Hineinsetzen der Tiere ermöglichen (Liste et al., 2013) und somit der Eintrag von beispielsweise Kot und Einstreu in besonderem Maße möglich ist. In der vorliegenden Feldstudie wiesen die Flachbecken deutlich höhere aerobe Gesamtkeimzahlen (Median: $81,4 \cdot 10^6$ KBE/ml) und Gehalte an *Escherichia coli* (Median: $1,94 \cdot 10^4$ KBE/100 ml) auf im Vergleich zu den Wassertrichtern (Median: $16,3 \cdot 10^6$ KBE/ml; 3.669 KBE/100 ml), was vermutlich auf die Einträge der genannten organischen Materialien und in der Folge auf ein stärkeres mikrobielles Wachstum zurückzuführen ist (O'Driscoll and Broom, 2011). Aus hygienischer Sicht ist somit der Wassertrichter dem Flachbecken vorzuziehen. Um eine bessere Wasserqualität zu erhalten, empfehlen Liste et al. (2012b) den Einsatz von Wasserressourcen, bei denen ein Zugang der Tiere mit dem gesamten Körper nicht möglich ist. In der vorliegenden Feldstudie konnten jedoch bei Tieren, denen zusätzlich Wassertrichter und auch Flachbecken zur Verfügung standen (Gruppe 2-NWF_{PF}; Gruppe 3-NWF_{CF}; Gruppe 4- NWF_{CF}T), keine negativen Beeinträchtigungen der Tiergesundheit festgestellt werden. Diese Aussage stützt sich auf den Vergleich mit ausschließlich mit Nippeltränken gehaltenen Tieren (Gruppe 1-N_{PF}). Diese Bewertung erfolgte anhand erhobener Parameter wie den Mortalitäten, der Gewichtsentwicklung sowie des klinischen Erscheinungsbildes der Augen, Nasenlöcher und Paddeln der Tiere als auch anhand des Grades der Gefiederverschmutzung.

In Deutschland ist die kontinuierliche Desinfektion des Tränkwassers im belegten Stall mit gemäß § 11 Trinkwasserverordnung (TrinkwV) zugelassenen Aufbereitungsstoffen und Desinfektionsverfahren möglich. Havelaar (2000) berichtet vom Potenzial oxidierender Chemikalien wie Chlor zur Reduktion pathogener Erreger im Trinkwasser. Im Rahmen einer amerikanischen Feldstudie wurde mit Chlor versetztes Brunnenwasser zur Wasserversorgung von Pekingmastenten verwendet und es erfolgte in den eingesetzten offenen Wasserressourcen ein Nachweis höherer Anzahlen kultivierbarer Bakterien (gemessen in koloniebildenden Einheiten) im Vergleich zu Wasser aus Nippeltränken ($p < 0,001$; Schenk et al., 2016). In der vorliegenden Feldstudie wurde der Einfluss von Wasseraufbereitungsstoffen und Desinfektionsverfahren auf die Mikrobiologie des Tränkwassers der Wasserressourcen nicht untersucht.

Wie bereits erwähnt berichten Rauch et al. (2016a) und Knierim et al. (2004) bei einer zeitlichen Begrenzung des Zugangs zu offenen Wasserangeboten bzw. Duschen von positiven Auswirkungen auf die Mikrobiologie des Wassers, das Einstreumanagement sowie auf das Stallklima von Entenhaltungen. In der vorliegenden Feldstudie hatten die Tiere gänztägig ad libitum Zugang zu den offenen Wasserangeboten, sodass potenzielle Auswirkungen eines zeitlich begrenzten Angebotes auf die Mikrobiologie des Tränkwassers bei dem vorliegenden Studiendesign nicht untersucht werden konnten.

Aus dem Wasser von unter Feldbedingungen eingesetzten offenen Wasserressourcen erfolgte ein Nachweis von Salmonellen (Hirsch, 2011; Heubach, 2007; Kopp, 2005; Manz, 2005), *Escherichia coli*, coliformen Bakterien und Staphylokokken (Schenk et al., 2016). Durch das im Rahmen der Nutzung offener Wasserressourcen in der Haltung von Pekingmastenten vorhandene Keimspektrum ist eine negative Beeinträchtigung der Tiergesundheit möglich (Schenk et al., 2016; Liste et al., 2012b) mit potenziellen Folgen für Tierschutz und Tierwohl. Aufgrund der eigenen Ergebnisse und mikrobiologischer Untersuchungen der genannten Studien ist beim Einsatz offener Wasserressourcen in der Haltung von Pekingmastenten zu erwarten, dass durch die bakterielle Kontamination und Vermehrung das Risiko für das

Auftreten von Infektionskrankheiten bei den Tieren erhöht ist (Schenk et al., 2016). In Feldstudien unter Verwendung offener Wasserangebote in der Pekingentenhaltung wurde neben weiteren Erregern und Serovaren das humapathogene Salmonellen-Serovar *S. typhimurium* in Untersuchungen des Tränkwassers nachgewiesen (Heubach, 2007; Manz, 2005). Da die kommerzielle Haltung von Pekingmastenten die Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs zum Ziel hat, besteht beim Vorkommen humanpathogener Erreger durch Kontamination bzw. Kreuzkontamination von Lebensmitteln ein potenzielles Risiko für die Lebensmittelsicherheit bzw. den Verbraucherschutz (Aditzey et al., 2012). In der vorliegenden Feldstudie wurde das Wasser der eingesetzten Wasserressourcen jedoch nicht auf humanpathogene Erreger untersucht, da dies nicht der Fokus der Studie war.

Unter kommerziellen Haltungsbedingungen scheint die Verwendung offener Wasserressourcen jedoch grundsätzlich ohne negative Beeinträchtigung der Tiergesundheit möglich, wenn ein adäquates Management dieser Wasserressourcen gewährleistet ist (Liste et al., 2012a). Dies betrifft auch die Phase nach der Ausstallung der Herde, in der eine adäquate Reinigung und Desinfektion der offenen Wasserressourcen erforderlich ist. Mit dem Einsatz offener Wasserangebote in der Pekingentenhaltung steigt demnach der Anspruch an das Herdenmanagement (Rauch et al., 2016a; Rodenburg et al., 2005) und infolge dessen nimmt auch die Bedeutung der Bewertung der Tiergesundheit und somit auch des klinischen Erscheinungsbildes der Paddel zu. Für diese Evaluierung bedarf es eines objektiven Boniturschemas, das reliable Daten liefert. In Deutschland sind von rechtlicher Seite auf Ebene der Tierhalter keine Vorgaben hinsichtlich der Methoden der Erhebung und Bewertung tierbezogener Indikatoren vorhanden (§11 (8) TierSchG, 2018).

Evaluierung der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote: Einflussfaktoren auf die Entstehung von Pododermatitiden bei Pekingenten

Neben vielen weiteren identifizierten Faktoren (Youssef et al., 2011) wird bei Masthühnern und -puten der Feuchtegehalt der Einstreu als wichtiger Einflussfaktor für die Entstehung von Pododermatitiden angesehen (Sherpherd und Fairchild, 2010; Bilgili et al., 2009; Mayne et al., 2007a; Mayne, 2005; Dawkins et al., 2004; Greene et al., 1985; Martland, 1985; Youssef et al., 2010). Nach Mayne (2005) könnten durch das Stehen in feuchter Umgebung die Fußballen von Masthühnern und -puten durch Feuchtigkeit aufweichen, sodass die Haut anfälliger für mechanisch-chemische Einflüsse wird und somit die Grundlage für die Entstehung der Pododermatitis bildet. Da durch die Nutzung offener Wasserressourcen in der Haltung von Pekingmastenten ein deutlich erhöhter Eintrag von Feuchtigkeit in die Einstreu zu erwarten ist (Rauch et al., 2016a), sollten in Stallungen mit offenen Wasserangeboten Abflussmöglichkeiten bereitgehalten werden (Knierim et al., 2004), weil eine Bindung der anfallenden Wassermengen durch die Stroheinstreu nicht grundsätzlich möglich ist (Rauch et al., 2016a; O'Driscoll und Broom, 2011). Daher wurden die in der vorliegenden Feldstudie eingesetzten Wassertrichter über einem teilperforierten Boden (Kunststoffrost; Gruppe 2-NWF_{PF}) angeboten bzw. bei Einsatz über Volleinstreu (Gruppen 3-NWF_{CF} und 4-NWF_{CF}T) waren in die Bodenplatten der Ställe Abläufe integriert. Der Einsatz offener Wasserressourcen zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen kann in Diskrepanz stehen zu dem in der Haltung von Mastgeflügel verfolgten Ansatz, den Feuchtegehalt der Einstreu möglichst gering zu halten zur

Reduktion der Prävalenz und des Schweregrades von Pododermatitiden (De Jong et al., 2014; Youssef et al., 2011; Bilgili et al., 2009). Bei einem Feuchtegehalt der Einstreu von 40% wiesen unter Feldbedingungen gehaltene Pekingenten im Mittel das beste Gangbild auf (Jones und Dawkins, 2010a). Allerdings liegen bisher keine systematischen Untersuchungen vor, ob die Feuchtigkeit auch bei Pekingmastenten als Wassergeflügel einen direkten Einflussfaktor für die Entstehung der Pododermatitis darstellt und es zu einem Aufweichen der Haut der Paddel kommt. In Bezug auf die Faktoren der Haltungsumwelt werden weiterhin unter anderem der Kontakt der Haut mit Harnsäure und Ammoniak (Youssef et al., 2011) sowie die Bodengestaltung des Haltungssystems (Karcher et al., 2013) als auch das Einstreumaterial (Shepherd und Fairchild, 2010; Youssef et al., 2010; Bilgili et al., 2009) als Einflussfaktoren auf die Entstehung von Pododermatitiden bei Mastgeflügel diskutiert. Karcher et al. (2013) untersuchten Pekingenten des Zuchtunternehmens Meaple Leaf Farms, Inc. bezüglich des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden der Paddel und konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den auf Kunststoffrosten und den auf Einstreu gehaltenen Tieren feststellen. Die potenziellen Einflüsse der weiteren oben genannten Faktoren auf die Entstehung der Pododermatitis speziell bei Pekingmastenten konnten im Rahmen der vorliegenden Feldstudie nicht untersucht werden. Sie bedürfen gesonderter systematischer Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen in kleinen Gruppen, da derartige Studien mit Pekingmastenten derzeit nicht publiziert sind. In der vorliegenden Feldstudie führten die zusätzlichen Wasserangebote (Verwendung zusätzlicher Wassertrichter und Flachbecken: Gruppe 2-NWF_{PF}; Gruppe 3-NWF_{CF}; Gruppe 4- NWF_{CF}T) nicht zu einer Verschlechterung des klinischen Erscheinungsbildes der Paddel verglichen mit den Herden, denen ausschließlich Nippeltränken (Gruppe 1-N_{PF}) zur Verfügung standen. Da diese Feldstudie auf zwei Praxisbetrieben durchgeführt wurde, konnten Einflüsse durch das betriebsindividuelle Einstreu- und Herdenmanagement nicht ausgeschlossen werden.

Validierung eines visuellen Boniturschemas für Paddel von Pekingmastenten: Vorgehen und Methoden

Durch die Wahrnehmung und Interpretation des Menschen erfolgt eine subjektive Beeinflussung der Ergebnisse visueller Bewertungen (Meagher, 2009). Daher werden etwa zur Erfassung und Bewertung von Lahmheiten landwirtschaftlicher Nutztiere anstelle der in der Vergangenheit häufig angewendeten visuellen Bewertungsschemata, die einen großen Zeit- und Personalaufwand erfordern (Horseman et al., 2013; Leach et al., 2010), vermehrt automatisierte Systeme entwickelt. Zur Erfassung der Lahmheiten von Milchkühen sind beispielsweise der Einsatz von Druckmessplatten zur Erhebung der Verteilung des Körpergewichtes auf die Beine der Tiere (Chapinal et al., 2009) sowie die Erfassung des Gangbildes mittels einer 3D-Kamera (Van Hertem et al., 2014) publiziert.

Das in der vorliegenden Feldstudie zur Bewertung der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote für die Tiergesundheit verwendete fünfstufige Boniturschema zur visuellen Erfassung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden der Pekingenten wurde im Rahmen einer zweiten Studie validiert. In dieser Studie erfolgte zur Objektivierung der von Meagher (2009) beschriebenen Subjektivität von Wahrnehmung und Interpretation der

Ergebnisse visueller Bewertungen die Vermessung der Flächen als auch der relativen Anteile pathologischer Veränderungen der Metatarsalballen der Paddel von Pekingmastenten (N=100 Paddel) mittels der Bildanalysesoftware ImageJ 1.51j8 (National Institutes of Health, USA). Anschließend wurden als Referenzmethode zur angewendeten visuellen Bonitur histopathologische Untersuchungen jedes Paddels durchgeführt. Neben der Erfassung des Auftretens sowie des Schweregrades von Pododermatitiden erfolgte histopathologisch außerdem die Klassifizierung der Art der Pododermatitiden.

Geometrische Formen können durch die subjektive Wahrnehmung des Beobachters zu optischen Täuschungen wie beispielsweise der Ebbinghaus Illusion führen, bei der eine Fehlinterpretation der tatsächlichen Größe eines zentral gelegenen Kreises in Abhängigkeit der Größe weiterer umgebender Kreise entsteht (Axelrod et al., 2017). Die bei mittel- bzw. hochgradigen Pododermatitiden auftretenden Schwellungen der Fußballen von Puten (Hocking et al., 2008; Mayne, et al., 2007a) und der Ballen der Paddel von Pekingenten (Liste et al., 2012a; O'Driscoll und Broom, 2011) haben vermutlich einen Einfluss auf die Wahrnehmung der anteiligen Fläche der Pododermatitis im Verhältnis zum umgebenden Ballen. Dieser Theorie folgend, können optische Täuschungen auch einen Einfluss auf die visuelle Bewertung der Fläche von Pododermatitiden haben. Daher erfolgte in der vorliegenden Untersuchung zur objektiven Erhebung der Einsatz der genannten Bildanalysesoftware zur Vermessung der Fläche der Metatarsalballen sowie die Fläche der Pododermatitiden, daraus wurden die relativen Anteile der Läsionen der Metatarsalballen der Paddel berechnet. Verfahren der Bildanalyse werden zwecks Quantifizierung pathologischer Veränderungen des Integuments landwirtschaftlicher Nutztiere bereits seit geraumer Zeit genutzt. Beispielsweise erfasste Martland (1985) Parameter der Fußballen von Masthühnern, bei Milchkühen erfolgte die Quantifizierung von Veränderungen im Bereich der Sohlenfläche sowie der weißen Linie der Klauen (Leach et al., 1998). Als Nachteil der Datenerhebung mittels Bildanalysesoftware bewerten Leach et al. (1998) den hohen Zeitaufwand, der für diese Methode erforderlich ist. Mittels moderner Software-Lösungen verliert dieses Argument an Gewicht.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigten eine Diskrepanz zwischen dem Boniturschema und den mittels Bildanalysesoftware erhobenen Daten hinsichtlich hochgradiger Veränderungen der Paddel. Der Anteil der pathologisch veränderten Plantarfläche der Ballen war deutlich geringer ($33,61\% \pm 11,23$) als in der Definition des Scores 4 des verwendeten Boniturschemas angegeben. Dies kann durch die Erhebung der Daten begründet sein, da die Dreidimensionalität der Oberflächen der Ballen bei den Messungen nicht berücksichtigt wurde. Bei Milchkühen erfolgte mittels Bildanalysesoftware die Vermessung von Klauenveränderungen im Bereich der Sohlenflächen unter der Annahme der Zweidimensionalität der Veränderungen (Leach et al., 1998). Die Größe des dabei auftretenden systematischen Fehlers wurde nicht ermittelt. Im Rahmen der Vermessung der Fläche der Fußballen von Masthühnern inkludierte Martland (1985) die Plica metatarsalis in die zum Fußballen gehörende zu erfassende Fläche. In der vorliegenden Studie stellte die eindeutige Abgrenzung der Metatarsalballen zu umliegenden Bereichen der plantaren Fläche der Paddel und folglich der Definition der Fläche der Metatarsalballen eine Herausforderung dar, wodurch die errechneten prozentualen Anteile der Läsionen an den Metatarsalballen vermutlich beeinflusst wurden. Andererseits basiert die Bewertung des klinischen Erscheinungsbildes der Paddel und somit die Zuordnung zu den einzelnen Scores

des angewendeten visuellen Boniturschemas nicht alleinig auf der Fläche der Veränderungen, sondern zusätzlich auch auf der Beschaffenheit der sichtbaren Oberfläche des Ballens, was ebenfalls zu der genannten Diskrepanz beigetragen haben kann. Auch bei der Anwendung quantitativer, standardisierter und daher als objektiv angesehener Erhebungsmethoden bedarf es einer Beurteilung der erzielten Ergebnisse durch den Wissenschaftler (Meagher, 2009) und dies impliziert somit wiederum eine gewisse Subjektivität. In der Literatur wird die Bedeutung von Definitionen verwendeter Parameter und detaillierter Beschreibungen des Aussehens unterschiedlicher Schweregrade der Pododermatitiden von Masthühnern und Kaninchen hervorgehoben, um die Objektivität visueller Bonitursysteme zu erhöhen (Heitmann et al., 2018; Olivas et al., 2013).

In einer Untersuchung auf Praxisbetrieben traten im Verlauf der Haltungsperiode von Pekingmastenten pathologische Veränderungen unterschiedlicher Schweregrade an verschiedenen Lokalisationen der Plantarfläche der Paddel auf (Klambeck et al., 2018). Da 89% der in jener Untersuchung bonitierten Tiere (N=6.700) am Ende der Mastphasen pathologische Veränderungen der Metatarsalballen aufwiesen, erfolgte in der vorliegenden Studie an dieser Lokalisation die Probenentnahme für die histopathologische Untersuchung der am Schlachthof gewonnenen Paddel. Heitmann et al. (2018) und Da Costa et al. (2015) nutzten zur Erhebung quantitativer Merkmale sowohl invasive als auch nicht invasive Methoden. Nach einer histopathologischen Untersuchung von Querschnitten der Fußballen von Masthühnern bzw. Pekingenten wurden in den genannten Studien anhand der erstellten histologischen Präparate Vermessungen einzelner Hautschichten mittels Bildanalysesoftware durchgeführt, um unter anderem die Schichtdicke der Haut bzw. die Tiefe pathologischer Veränderungen objektiv erfassen zu können. In Studien von Heitmann et al. (2018), Litt et al. (2015) und Michel et al. (2012) mit Füßen von Masthühnern und Moschusenten erfolgte erstmalig ein Vergleich der Ergebnisse histopathologischer Untersuchungen mit den Ergebnissen der visuellen Bonitur hinsichtlich der Bewertung des Schweregrades der Pododermatitiden von Nutzgeflügel. Dies war auch das Ziel der vorliegenden Untersuchung, jedoch mit dem Fokus auf der Identifikation hochgradiger potenziell tierschutzrelevanter Veränderungen in Form von Ulzerationen. Die Histologie wurde als Referenzverfahren verwendet, um eine eindeutige Diagnose von Ulzerationen im Bereich der Haut von Metatarsalballen mittels histopathologischer Untersuchungen zu erhalten. Die in der vorliegenden Studie durchgeführte histopathologische Untersuchung identifizierte bei 67 der 100 untersuchten Paddeln eine ulzerative Pododermatitis, bei der Bewertung der Paddeln mittels visuellem Boniturschema wurde hingegen nur bei 20 Paddeln eine ulzerative Pododermatitis erkannt. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen zeigt sich, dass die Fläche und der relative Anteil der Kontaktdermatitis am Metatarsalballen sich nicht als Hinweisgeber für ulzerative Pododermatitiden eignen. Auch bei kleinen und mittleren Anteilen oberflächlich sichtbarer pathologischer Veränderungen der Metatarsalballen waren Ulzerationen vorhanden.

Ulzerationen wurden von Heitmann et al. (2018) als pathologische Veränderungen der Haut mit Schädigung des Stratum basale charakterisiert. In der genannten Untersuchung erfolgte zusätzlich eine Klassifizierung der Ulzerationen nach Schweregrad. Hier wurde differenziert zwischen Schädigungen des Stratum basale im Bereich der Epidermis und tiefergehenden Ulzerationen, die bis in den Bereich des Coriums reichen. Außerdem erfolgte durch Heitmann et al. (2018) unter anderem eine Vermessung der Tiefe pathologischer Veränderungen.

Letzteres war im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchführbar, da gebrühte Paddel vom Schlachthof mit teilweise abgelöster Epidermis verwendet wurden.

Die Ergebnisse der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Validierung des angewendeten visuellen Boniturschemas suggerieren, dass ein Erkennen hochgradiger pathologischer Veränderungen mit dem angewendeten visuellen Schema nicht sicher möglich war. Eine Modifizierung des validierten Boniturschemas zur Erfassung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden bei Pekingmastenten erscheint auf Basis der vorliegenden Ergebnisse erforderlich. Die Entwicklung bzw. Modifizierung von Boniturschemata für die Bewertung des Schweregrades von Pododermatitiden von Kaninchen bzw. Masthühnern wurde von Olivas et al. (2013) und Heitmann et al. (2018) unter Nutzung von Clusteranalysen durchgeführt, um auf visuellen bzw. histologischen Parametern basierend eine objektive Klassifizierung pathologischer Veränderungen zu erreichen. Die vorliegende Untersuchung liefert kein abschließendes Ergebnis, sie bildet einen Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen.

Kamerabasierte Bewertung der Fußballen von Mastgeflügel

Mit dem Ziel die visuelle Bewertung zu objektivieren stellt die kamerabasierte Bewertung der Fußballen von Mastgeflügel einen weiteren Ansatz zur Erhebung verlässlicher Daten am Schlachthof dar. Dies ist eine Möglichkeit der Datenerhebung ohne subjektiven Effekt des Observers. Bisher sind im Kontext der Haltung von Mastgeflügel Verfahren publiziert zur automatisierten Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Kontaktdermatitiden der Fußballen und der Fersenhöcker von Masthühnern am Schlachthof (Van Harn und De Jong, 2017; Westermaier, 2015; Vanderhasselt et al., 2013). Allerdings müssen auch bei den bereits erprobten Verfahren die Umgebungs- und Rahmenbedingungen überwacht werden, um verlässliche Daten generieren zu können. Als technische Herausforderungen bzw. Anforderungen an automatisierte Bewertungssysteme werden von Vanderhasselt et al. (2013) folgende Kriterien benannt: Die Datenerhebung an der korrekten Lokalisation am Fuß, die richtige Zuordnung der Daten zu einem Tier sowie die Differenzierung zwischen Schattenbildung, Schmutz, Federn sowie weiteren störenden Einflussfaktoren und der Pododermatitis der Fußballen. In zwei Studien wurde die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der visuellen und der kameragestützten Bonitur der Fußballen von Masthühnern am Schlachthof untersucht (Van Harn und De Jong, 2017; Vanderhasselt et al., 2013). Untersuchungen automatisierter Kamerasysteme am Schlachthof zur Bewertung der Paddelgesundheit von Pekingenten liegen derzeit nicht vor. Beide genannten Verfahren (Van Harn und De Jong, 2017; Vanderhasselt et al., 2013) quantifizieren den Anteil der dunkel gefärbten Fläche am Fußballen, um den Schweregrad der Pododermatitis zu bestimmen. In der vorliegenden Validierung des visuellen Boniturschemas für Paddel von Pekingmastenten stellten sich die Parameter Fläche und Anteil der Läsionen als nicht geeignet heraus, um tierschutzrelevante Läsionen in Form von Ulzerationen in ihrer tatsächlichen Prävalenz sicher zu erkennen. Ulzerationen waren auch bei prozentual geringen oberflächlichen Veränderungen der Metatarsalballen vorhanden. Daher ist der Ansatz kamerabasierter Bewertungssysteme für Fußballen von Mastgeflügel zu diskutieren. Es gilt die dunkel verfärbten Bereiche der Pododermatitis zu erfassen, wenn möglich mit Hinweisen auf beteiligte Gewebeschichten, um eine Bewertung des Schweregrades

und folglich eine Beurteilung der Tierschutzrelevanz der Veränderungen vorzunehmen. Des Weiteren könnte der Zeitpunkt der Bewertung der Fußballen im Verlauf des Schlachtprozesses einen Einfluss auf die Ergebnisse haben, da je nach Verfahren Auswirkungen durch das Brühen der Schlachtkörper auf die Epidermis der Fußballen zu erwarten sind. Folglich hätte eine Bewertung gereinigter Füße (Hocking et al., 2008) vor dem Brühen der Schlachtkörper vermutlich die geringsten Auswirkungen auf die Erhebungen. Eine systematische Validierung solcher nicht invasiver Verfahren mit Hilfe vergleichender histopathologischer Untersuchungen der mittels des Kamerasystems bewerteten Füße wurde bisher nicht publiziert. Die Nutzung kamerabasierter Systeme für ein automatisiertes Monitoring der Tiergesundheit und von Parametern des Tierwohls erfolgt auch zunehmend auf Ebene der Primärproduktion in den Haltungssystemen landwirtschaftlicher Nutztiere (Kashiha et al., 2012). Erhebungen am Schlachthof liefern lediglich Aussagen über abgeschlossene Mastdurchgänge. Wichtiger ist ein Monitoring im lebenden Bestand um tierwohlfördernde Managementmaßnahmen rechtzeitig einleiten zu können. Neben dem Gangbild landwirtschaftlicher Nutztiere können beispielsweise Parameter wie die Bewegungsaktivität und die Tränkwassernutzung erfasst werden (Kashiha et al., 2014; Kashiha et al., 2012; Aydin et al., 2010). Dabei wird das Ziel verfolgt, Informationen über die Tiergesundheit sowie das Verhalten der Tiere zu generieren, eventuelle Abweichungen zu erkennen und darüber Hinweise auf beginnende Erkrankungen zu erhalten (Kashiha et al., 2014).

Relevanz der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen für die Haltung von Pekingmastenten

Die vorliegende Feldstudie leistet ihren Beitrag zur Erfassung und Bewertung der Folgen für Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls, die durch Einsatz des neu entwickelten Verfahrens eines Wassertrichters in kommerziellen Haltungssystemen von Pekingmastenten entstehen. Die Ergebnisse der Vor- und der Feldstudie zeigen auf, dass der Wassertrichter unter den gegebenen Voraussetzungen ein zielführendes Verfahren darstellt zur Umsetzung der in Artikel 11 Nr. 2 der Europaratsempfehlungen in Bezug auf Pekingenten alternativ zum Badewasser geforderten Wasservorrichtungen zum Ausleben von Komfortverhalten (Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, T-AP; 22. Juni 1999). Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Feldstudie ist in Niedersachsen im Rahmen einer Überarbeitung der freiwilligen Vereinbarung (Vereinbarung über die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten, 2015) der Einsatz von Badewasser bzw. Wasser zur Gefiederpflege nach Ablauf der Übergangsfristen für Altbauten seit dem 01.01.2017 für alle dem Geflügelwirtschaftsverband angeschlossenen Betriebe verpflichtend (Nr. 6.3 der Vereinbarung über die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten, 2015). Das zu verwendende Verfahren ist jedoch nicht festgelegt, relevant ist die Erfüllung der Anforderungen gemäß Artikel 11 Nr. 2 der Europaratsempfehlungen (Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, T-AP; 22. Juni 1999).

Aufgrund der in der vorliegenden sowie in weiteren Untersuchungen (Schenk et al., 2016; Rauch et al., 2016a; Liste et al., 2012a; Pianka, 2013; Hirsch, 2011; Knierim et al., 2004)

gemessenen hohen aeroben Gesamtkeimzahlen in offenen Wasserressourcen werden weiterhin Nippeltränken in der Haltung von Pekingmastenten verwendet, um eine hygienische Tränkwasserversorgung der Tiere zu ermöglichen (Nr. 3.2 der Vereinbarung über die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten, 2015). Die eingesetzten offenen Wasserressourcen zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen werden in der niedersächsischen freiwilligen Vereinbarung (2015) daher als „zusätzliche Wasserangebote“ bezeichnet (Nr. 6 der Vereinbarung über die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten, 2015).

Die Datenlage zur Schaffung von Funktionsbereichen zum Ausleben wasserassoziierter Verhaltensweisen in der Haltung von Pekingmastenten zur Umsetzung der Europaratsempfehlungen anderer Bundesländer ist relativ begrenzt. Im Rahmen der Antwort auf eine Kleine Anfrage an den Landtag Brandenburg zur Entenhaltung in diesem Bundesland wurden nach Aussage aus dem Jahr 2016 in der konventionellen Haltung von Pekingmastenten vorwiegend Gänsetränken und Schalenstränken verwendet (Anonym, 2016), um entsprechende Funktionsbereiche zu schaffen. Über die Situation in anderen Bundesländern sind derzeit keine Daten verfügbar. Im Rahmen der ökologischen Haltung von Pekingmastenten wird sowohl auf europäischer Ebene (Artikel 12 (2) der VO (EG) Nr. 889/2008) als auch auf nationaler Ebene in den Richtlinien von Verbänden wie Bioland e.V., Naturland e.V. und Demeter e.V. ein Zugang zu Wasserflächen gefordert (Bioland e.V. Richtlinien, 2018; Naturland e.V. Richtlinien Erzeugung, 2018; Demeter e.V. Richtlinien Erzeugung und Verarbeitung, 2018). Die vorhandene Forderung nach Zugang der Tiere zu Fließgewässern, Bächen oder Seen (Bioland e.V. Richtlinien, 2018; Naturland e.V. Richtlinien Erzeugung, 2018) ist aus Sicht der Tier-, Umwelt- und Lebensmittelhygiene jedoch kritisch zu betrachten. Zudem können Kontakte der gehaltenen Pekingtonen mit Wildvögeln, die potenzielle Vektoren für tier- und humanpathogene Erreger darstellen (Tsiodras et al., 2007), nicht ausgeschlossen werden. Dies hat neben der Tiergesundheit auch entsprechende Relevanz vor dem Hintergrund der Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs.

Neben der dargestellten Erarbeitung freiwilliger Vereinbarungen zwischen Interessensverbänden und zuständigen Ministerien sowie den Anforderungen von Verbänden beispielsweise im Rahmen der ökologischen Nutztierhaltung wird die Weiterentwicklung der Haltungsbedingungen landwirtschaftlicher Nutztiere auch auf Grundlage der Forderungen verschiedener anderer Stakeholder vorangetrieben. In Europa und den USA bestehen beispielsweise von Seiten des Lebensmitteleinzelhandels sowie der (System)Gastronomie Anforderungen an den Bereich der Primärproduktion von Lebensmitteln tierischen Ursprungs und somit an die Bedingungen der Nutztierhaltung, die als eine Voraussetzung für die Listung bzw. die Vermarktung der erzeugten Lebensmittel herangezogen werden (Fraser, 2006). In Europa existieren Anforderungen an die Haltung von Mastenten als Teil eines speziesspezifischen Qualitätssicherungsprogramms für das Tierwohl landwirtschaftlicher Nutztiere beispielsweise im Rahmen des freiwilligen Kennzeichnungsprogramms, den Welfare Standards für Hausenten der in Großbritannien ansässigen Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA, 2015). Im Rahmen dieser unter anderem auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basierenden Standards ist neben weiteren Aspekten der Einsatz offener Wasserangebote in der Entenhaltung verpflichtend (RSPCA, 2015). Somit können die Ergebnisse der vorliegenden Feldstudie hinsichtlich der Folgen der eingesetzten Wassertrichter

als ein neues unter Praxisbedingungen untersuchtes Verfahren auch auf europäischer Ebene zu einem Wissenszuwachs beitragen.

Die zweite vorliegende Untersuchung liefert erstmalig Ergebnisse der Validierung eines visuellen Boniturschemas hinsichtlich der Bewertung des Auftretens und des Schweregrades der Pododermatitiden von Pekingenten. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass anhand der visuell erfassbaren Parameter Fläche bzw. Anteil der pathologischen Veränderung der Metatarsalballen der Paddel ein Erkennen hochgradiger Veränderungen in Form von Ulzerationen nicht sicher möglich war. Die vorliegende Untersuchung bildet somit eine erste Grundlage in Bezug auf die Verlässlichkeit und Objektivität der Ergebnisse des untersuchten visuellen Boniturschemas zur Erhebung und Bewertung der Paddel von Pekingmastenten hinsichtlich des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden. Vergleichbare Studien mit Pekingenten sind bisher nicht bekannt. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen dieser Studie sollten zukünftig weitere visuell erfassbare Parameter auf ihre Eignung zum Hinweis auf hochgradige Veränderungen geprüft werden, um eine Erhöhung der Reliabilität und der Objektivität mittels visueller Bonitur erhobener Daten erreichen und tierschutzrelevante Veränderungen sicher erkennen zu können. Eines entsprechend validierten Boniturschemas bedarf es, um die in § 11 (8) TierSchG (2014) geforderte betriebliche Eigenkontrolle in Haltungen von Pekingmastenten zielführend durchführen zu können. Der Tierhalter kann dafür beispielsweise unter anderem den Status Quo der Paddel seiner Herde erheben und in der Folge bewerten. In Niedersachsen ist die Erhebung und Bewertung des klinischen Erscheinungsbildes der Paddel der Pekingmastenten durch das in der freiwilligen Vereinbarung verankerte Gesundheitssicherungsprogramm für die Tierhalter verpflichtend (Nr. 2.2.3 der Vereinbarung über die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten, 2015). Diese Bewertung kann nur mittels objektiver und reliabler Daten gelingen, um folglich adäquate Rückschlüsse in Bezug auf das Management der Herde ziehen zu können. Da Tierärzte ebenfalls visuelle Boniturschemata zur Bewertung tierbezogener Merkmale nutzen (Heitmann et al., 2018; Meagher, 2009), sind die Ergebnisse der durchgeführten Validierung des Boniturschemas auch für sie von besonderer Relevanz. Aufgrund der exponierten Rolle bestandsbetreuender Tierärzte in landwirtschaftlichen Pekingentenhaltungen bedarf es spezifischer Kompetenzen hinsichtlich der Bewertung und der Förderung der Tiergesundheit von Pekingenten als Wassergeflügel, um Risiken identifizieren und zielgerichtet intervenieren zu können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen auf, dass eine Weiterentwicklung des validierten visuellen Boniturschemas erforderlich ist, um unter Praxisbedingungen reliable Daten zu generieren. In diesem Zusammenhang ergibt sich ein Aspekt, der in zukünftigen Diskussionen Beachtung finden sollte. Es erscheint von Vorteil, gesonderte Boniturschemata für die Erhebung und Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden der Paddel während der Haltungsperiode im Bestand sowie am Schlachthof zu entwickeln, da die Zielstellungen der Erhebungen divergieren. Während die Bewertung im lebenden Bestand im Rahmen der betrieblichen Eigenkontrolle als Frühwarnsystem die unmittelbare Beeinflussung und Adaptation von Managementmaßnahmen aktuell gehaltener Tiere zum Ziel hat, liegt der Fokus der Erhebungen am Schlachthof auf der retrospektiven Bewertung des Auftretens und des Schweregrades pathologischer Veränderungen am Ende der

Haltungsperiode (Hocking et al., 2008). Um im Verlauf der Haltungsperiode auf der Basis eines Frühwarnsystems lenkend eingreifen zu können, erscheint ein differenziertes visuelles Bewertungssystem sinnvoll mit dem Ziel einer detaillierteren Bewertung des Schweregrades pathologischer Erscheinungen (Olivas et al., 2013). Für eine retrospektive Betrachtung der Paddelgesundheit einer geschlachteten Herde könnte eine weniger differenzierte Bonitur ausreichend sein. Ein Ansatz wäre in diesem Kontext, durch eine mögliche Erhöhung des Stichprobenumfangs, beispielsweise mithilfe kamerabasierter Verfahren am Schlachthof, den Fehler der Aussage über den Status der Paddel am Ende der Haltungsperiode zu reduzieren.

Anhand der Ergebnisse der Validierung des in der vorliegenden Feldstudie verwendeten Boniturschemas ist folglich davon auszugehen, dass die im Rahmen dieser Feldstudie durchgeführte Erhebung der Folgen der offenen Wasserangebote für die Tiergesundheit nicht alle in der untersuchten Stichprobe vorhandenen Paddeln mit hochgradigen pathologischen Veränderungen in Form von Ulzerationen mittels der visuellen Bonitur vollständig erkannt wurden. Dies betrifft alle Versuchsgruppen, sowohl jene Gruppen, denen ausschließlich Nippeltränken zur Verfügung standen (Gruppe 1-N_{PF}), als auch die Gruppen unter Verwendung zusätzlicher Wassertrichter und Flachbecken (Gruppe 2-NWF_{PF}; Gruppe 3-NWF_{CF}; Gruppe 4-NWF_{CF}T). Hinsichtlich der Folgen der Wasserangebote speziell für die Paddelgesundheit ist folglich eine Relativierung der Aussage erforderlich, dass die zusätzlichen Wasserangebote nicht zu einer Verschlechterung der Paddelgesundheit führten. Da alle weiteren erhobenen Parameter der Tiergesundheit wie die Entwicklung der Tiergewichte, die Mortalitätsraten, das klinische Erscheinungsbild der Augen und Nasenlöcher sowie der Verschmutzungsgrad des Gefieders darauf hindeuten, dass keine negative Beeinträchtigung der Tiergesundheit vorlag, kann jedoch grundsätzlich eine Eignung des Einsatzes der untersuchten offenen Wasserressourcen in der Haltung von Pekingmastenten abgeleitet werden.

Schlussfolgerung

Die Erfassung und Bewertung der Folgen des Einsatzes zusätzlicher Wasserangebote in der Haltung von Pekingmastenten sind erforderlich, um auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse die Haltung von Pekingmastenten gemäß deren biologischer Anforderungen als Wassergeflügel, aber auch unter Vermeidung negativer Wirkungen, unter Feldbedingungen umsetzen zu können.

In der vorliegenden Feldstudie zeigten sich bei der Erprobung des Wassertrichters als neuartiges Verfahren einer offenen Wasserressource und der ebenfalls eingesetzten Flachbecken bei den Pekingmastenten unter Praxisbedingungen keine negativen Folgen für die Tiergesundheit und das Tierwohl. Im Gegenteil, die in den Europaratsempfehlungen formulierten Mindestanforderungen können erfüllt werden. Weitere Untersuchungen der Folgen des Einsatzes offener Wasserangebote auf das Verhalten, die Tiergesundheit und die Haltungsumwelt unter Feldbedingungen in Bezug auf die Dauer des täglichen Zugangs der Tiere und bei unterschiedlichen Tierzahlen je offenem Wasserangebot sind erforderlich, um konkrete Managementempfehlungen ableiten und die Risiken für die Tiergesundheit und die Hygiene möglichst gering halten zu können. Durch die in der Folge des Einsatzes offener Wasserressourcen steigenden Anforderungen an das Management der Tiere werden für das Monitoring der Tiergesundheit visuelle Bewertungssysteme benötigt, die verlässliche Daten generieren. Mittels des in der vorliegenden Untersuchung validierten Boniturschemas war ein Erkennen ulzerativer Pododermatitiden der Paddeln nicht sicher möglich. Zukünftig bedarf es weiterer Untersuchungen, um zur Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden bei Pekingmastenten validierte Boniturschemata zu entwickeln, da die Identifikation hochgradiger pathologischer Veränderungen der Paddeln in ihrer tatsächlichen Prävalenz aus Sicht des Tierschutzes und des Tierwohls erforderlich ist.

Zusammenfassung

Lea Klambeck (2019)

Folgen des Einsatzes zusätzlicher Wasserangebote in der Haltung von Pekingmastenten unter besonderer Beachtung der Paddelgesundheit

Basierend auf den Anforderungen der Europaratsempfehlungen in Bezug auf Pekingenten ist in der Haltung von Pekingmastenten die Schaffung von Funktionsbereichen zur Erfüllung der biologischen Bedarfe der Pekingenten als Wassergeflügel aktuell von großer Relevanz. Das Einbringen offener Wasserressourcen kann jedoch grundsätzlich mit Risiken für die Tiergesundheit verbunden sein. Durch die in der Folge des Einsatzes offener Wasserressourcen steigenden Anforderungen an das Management der Tiere werden für das Monitoring der Tiergesundheit objektive visuelle Bewertungssysteme benötigt, die verlässliche Daten hinsichtlich der Tiergesundheit und des Tierwohls generieren.

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Folgen des Einsatzes offener Wasserressourcen (einer neuen offenen Wasserressource in Form eines Wassertrichters sowie zusätzlich angebotener Flachbecken) auf Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls zu erheben und zu bewerten. Ein visuelles Boniturschema zur Erfassung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden der Pekingenten wurde validiert um zu eruieren, ob potenziell schmerzhafte ulzerative Pododermatitiden mithilfe des Boniturschemas sicher erkannt werden können.

Zur Bewertung der Folgen des Einsatzes offener Wasserressourcen (Wassertrichter und Flachbecken) auf Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls von Pekingmastenten wurde eine Feldstudie auf zwei Praxisbetrieben in Nordwest-Deutschland durchgeführt. In Gruppen mit zusätzlichem Wasserangebot wurde ein Wassertrichter je 100 Tieren oder eine Kombination aus dem Angebot von Wassertrichtern (ein Trichter pro 100 Tieren) und Flachbecken (zwei Flachbecken je Gruppe) eingesetzt. Insgesamt wurden vier Mastdurchgänge je Betrieb begleitet. Im Rahmen der Untersuchung erfolgte die Erhebung der Mortalität und der Tiergewichte. Außerdem wurde das klinische Erscheinungsbild der Paddeln, der Augen und der Nasenlöcher als auch die Verschmutzung des Gefieders von insgesamt 6.000 Tieren mittels visueller Boniturschemata erfasst. Zusätzlich erfolgten Untersuchungen der Mikrobiologie des Wassers der eingesetzten Wasserressourcen. Zur Validierung des in der Feldstudie angewendeten Boniturschemas zur Bewertung des Auftretens und des Schweregrades von Pododermatitiden wurden an jeweils n=20 Paddeln je Score des fünfstufigen Boniturschemas (N=100 Paddeln von einem Schlachthof) mittels einer Bildanalysesoftware die Fläche der Metatarsalballen sowie die pathologisch veränderte Fläche als auch deren jeweiliger Anteil am Metatarsalballen erhoben. Zusätzlich erfolgte als Referenzverfahren zur visuellen Bonitur eine histopathologische Untersuchung jedes Paddels hinsichtlich des Auftretens, der Art und des Schweregrades von Pododermatitiden. Zur Bewertung potenzieller Zusammenhänge zwischen

dem Vorhandensein von Ulzerationen und den visuell erfassten Parametern (visuelles Boniturschema und Bildanalyse) wurden Korrelationskoeffizienten berechnet.

In der vorliegenden Feldstudie enthielten beide offenen Wasserressourcen (Wassertrichter und Flachbecken) deutlich höhere Keimzahlen im Vergleich zu Nippeltränken. Die Ergebnisse der Feldstudie zeigen, dass durch den Einsatz der untersuchten offenen Wasserressourcen unter Praxisbedingungen keine negativen Folgen für die Tiergesundheit und das Tierwohl entstanden. Im Rahmen der Validierung des visuellen Boniturschemas zeigte sich, dass Ulzerationen auch in Paddeln vorhanden waren, die oberflächlich sichtbare pathologische Veränderungen nur in geringen und mittleren Anteilen der Metatarsalballen aufwiesen. Die Korrelationskoeffizienten zwischen der pathologisch veränderten Fläche und dem Vorhandensein von Ulzerationen betragen 0,43 und 0,46 zwischen dem relativen Anteil der pathologisch veränderten Fläche und dem Vorhandensein von Ulzerationen. Bei insgesamt 47 Paddeln mit histopathologisch nachgewiesener ulzerativer Pododermatitis wurde diese mittels des visuellen Boniturschemas nicht erkannt.

Die Ergebnisse einer Vorstudie zeigten, dass der Wassertrichter die in den Europaratsempfehlungen in Bezug auf Pekingenten formulierten Mindestanforderungen an alternativ zu Badewasser eingesetzten Wasservorrichtungen erfüllt. Basierend auf den Ergebnissen der Bonitur des Integuments der Tiere im Rahmen der vorliegenden Feldstudie kam es durch den Einsatz der untersuchten offenen Wasserressourcen nicht zu einer negativen Beeinträchtigung der Tiergesundheit und des Tierwohls. Den vorliegenden Ergebnissen folgend ist der untersuchte Wassertrichter für den Einsatz in Haltungssystemen von Pekingmastenten geeignet, in denen ein Angebot von Badewasser nicht möglich ist. Bei Verwendung offener Wasserangebote in der Haltung von Pekingmastenten steigen jedoch die Anforderungen an den Tierhalter bezüglich geeigneter Managementstrategien.

Die erstmalig durchgeführte Validierung eines Boniturschemas der Paddeln von Pekingenten zur Untersuchung potenzieller Zusammenhänge zwischen makroskopischen und histologischen Befunden ergab, dass ein Erkennen ulzerativer Pododermatitiden mit dem untersuchten Boniturschema nicht sicher möglich war. Die Ergebnisse dieser Arbeit suggerieren, dass die untersuchten Parameter „visuelles Boniturschema“, „pathologisch veränderte Fläche der Metatarsalballen“ und „Anteil der pathologisch veränderten Fläche der Metatarsalballen“ nicht geeignet sind, um vorhandene ulzerative Pododermatitiden in ihrer tatsächlichen Prävalenz und graduellen Ausprägung bei Pekingenten mittels visueller Bewertung voll umfänglich festzustellen.

Die vorliegende Studie stellt einen Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dar. Der Einsatz offener Wasserressourcen in der Haltung von Pekingmastenten erfordert spezifische Managementstrategien und Entscheidungshilfen hinsichtlich der Dauer des täglichen Zugangs der Tiere und der Anzahl an Tieren je offenem Wasserangebot, um den biologischen Ansprüchen der Tiere gerecht zu werden und gleichzeitig die Risiken für die Tiergesundheit und eine Verschlechterung der hygienischen Bedingungen im Umfeld der Tiere zu minimieren. Außerdem bedarf es der Weiterentwicklung von Boniturschemata, um in Sinne des Tierwohls verlässliche Daten zu generieren hinsichtlich pathologischer Veränderungen der Paddeln und potenzieller Zusammenhänge mit ulzerativen Pododermatitiden bei Pekingmastenten, da

Tierhalter und Tierärzte makroskopische Bewertungen als eine etablierte und verbreitete Methode zur Erfassung des Tierwohls und des Managements nutzen.

Summary

Lea Klambeck (2019)

Effects of an additional water supply on Pekin duck husbandry with special focus on footpad health

Based on the requirements of the Council of Europe Recommendations concerning domestic ducks, open water supply in Pekin duck husbandry systems is an important issue to fulfil the biological requirements of Pekin ducks as a waterfowl. However, the introduction of (additional) open water resources into livestock production systems can adversely affect the animal health status in various ways and thus, require intensive management and monitoring. In order to address this conflict of interests, there is a need to establish objective visual scoring systems in order to gain reliable data regarding animal health and welfare parameters in enriched duck husbandry systems.

The aim of the study was to assess the effects of open water resources (water funnels and troughs) on duck health and welfare parameters and to validate an applied scoring system to assess the occurrence and the severity of footpad dermatitis in Pekin ducks. The validation of the scoring system was performed in order to examine whether ulcerative pododermatitis, as potentially painful lesions, can be detected by the visual scoring system.

A field study on two commercial farms was conducted in the North-West of Germany in order to evaluate the effects of the open water resources (water funnel and troughs) on health and welfare aspects in farmed Pekin ducks. Groups of ducks were equipped with additional water supply using either one funnel per 100 ducks or a combination of funnels (one per 100 ducks) and troughs (two per group). The trial was repeated four times. The condition of footpads, eyes, nostrils and plumage of a total of 6,000 ducks was assessed using visual scoring systems. Additionally, mortality rate and weight gain were recorded. The bacterial counts of the examined water resources were analysed. In order to validate the applied visual scoring system to assess the occurrence and severity of pododermatitis, the size of metatarsal footpads and footpad lesions as well as the respective proportion of lesions were investigated with an image analysis software using digital images of $n=20$ feet per score level of a five-point scoring system ($N=100$ feet collected at an commercial abattoir). Histopathological examination of each foot regarding occurrence as well as type and severity of pododermatitis was performed as a reference method for the examined visual scoring system. Correlation coefficients were calculated to find linkages between the occurrence of ulcerations and the visual assessed parameters (visual scoring system and image analysis).

In this field study, both open water resources contained higher bacterial counts when compared to nipple drinkers. However, based on the results of the scoring of footpads, eyes, nostrils and plumage, access to open water sources did not negatively affect animal health under field conditions. The validation of the visual scoring system showed that ulcerations occurred even

in feet whose foot pad areas were just slightly or moderately altered. Correlation coefficient between size of lesion and occurrence of ulceration was 0.43 and 0.46 between respective percentage of lesion and ulceration, respectively. A total of 47 feet with histopathologically classified ulcerative pododermatitis could not be detected by the visual scoring system (score 4).

Results from a preliminary study showed that the water funnel fulfils the requirements of the Council of Europe recommendations concerning domestic ducks and their behavioural needs as a water fowl. The scoring of the integument of the ducks suggest that the open water resources may not impair animal health and welfare. Therefore, the current results indicate, that the water funnel can be implemented in duck husbandry systems effectively where access to bathing water is cannot be provided. However, the use of open water resources in duck husbandry systems may challenge the livestock owner as demands regarding appropriate management practices increase.

The current study is considered as a first approach to validate a visual scoring system for feet of Pekin ducks. A first attempt was made to examine potential linkages between macroscopic and histopathological findings, however, the results indicate that feet with ulcerative pododermatitis cannot be detected appropriately with the visual scoring system used in this study. Precisely, the examined parameters “visual scoring system”, “size of lesion” and “percentage of lesion” are not appropriate to detect severe ulcerative footpad dermatitis in Pekin ducks in actual prevalence and gradual manifestation when performing visual inspection.

The current study may qualify as an initial point for further studies. When implementing open water resources, management strategies and decision-making tools are needed regarding the duration of the daily access of ducks as well as duck: water resource ratio in order to address the biological requirements of ducks and, coincidentally, to minimise the animal health and hygiene risk in husbandry systems. Moreover, and due to the animal welfare relevance, the visual scoring systems need to be evolved in order to gain reliable data regarding footpad lesions and their potential linkages to ulcerative pododermatitis in Pekin duck feet, as macroscopic inspection is used by the livestock owners and veterinarians as an established and widely spread on farm method to assess both animal welfare and management aspects.

Vorträge, Poster und sonstige Publikationen

Vorträge

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kemper, N., Andersson, R. (2018): Evaluation of development of foot pad dermatitis in Pekin ducks under commercial conditions. XVth European Poultry Conference in Dubrovnik, 17.-21.09.2018, ISBN 978-90-829157-0-9, S. 236.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling J.D., Kemper, N., Andersson, R. (2018): Auswirkungen zusätzlicher Wasserangebote auf Parameter der Tiergesundheit und des Tierwohls bei Pekingenten. 22. Internationale Bioland-Geflügeltagung Malchin, 28.02.2018.

Klambeck., L. Kemper, N., Andersson, R. (2017): Veränderungen am Entenpaddel als Tierschutzindikator?! 8. Osnabrücker Geflügelsymposium, 30.05.2017.

Klambeck., L. Kemper, N., Andersson, R. (2017): Veränderungen am Entenpaddel als Tierschutzindikator?! 1. Osnabrücker Forschungskolloquium, 23.03.2017.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2016): Field evaluation of two different water sources regarding health and welfare aspects in Pekin ducks. 67th EAAP Annual Meeting in Belfast, 29.08.-02.09.2016, ISBN 978-90-8686-284-9, S. 398.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015): Evaluation of an additional water supply in pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f. d.). 66th EAAP Annual Meeting in Warsaw, 31.08.-04.09.2015, ISBN 978-90-8686-269-6, S. 180.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015): Zusätzliches Wasserangebot für Pekingenten – Evaluierung einer trichterförmigen Schalenränke. Generalversammlung des Geschäftsjahres 2014 der Erzeugergemeinschaft Enten/ Gänse Niedersachsen W. V., Lorup, 19.05.2015.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015): Bewertung der grundsätzlichen Eignung eines zusätzlichen Wasserangebotes für Pekingenten (*Anas platyrhynchos* f. d.). DLG Geflügeltagung Celle, 24.02.2015.

Klambeck., L., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015): Zusätzliches Wasserangebot für Pekingenten – Vorläufige Ergebnisse der Auswirkungen auf Tiergesundheit und Keimbelastung des Wassers. 6. Osnabrücker Geflügelsymposium, 12.02.2015.

Klambeck, L., Kämmerling, J. D., Andersson, R. (2014): Zusätzliches Wasser für Pekingenten. 5. Osnabrücker Geflügelsymposium, 05.02.2014.

Poster

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2016): Evaluierung zweier offener Wasserangebote unter Praxisbedingungen hinsichtlich Aspekten der Tiergesundheit und des Tierwohls von Pekingmastenten. 16. Fortbildungsveranstaltung des Landesamtes für Verbraucherschutz und der Tierärztekammer Sachsen-Anhalt zum Thema „Diagnostik und Betreuung von Wirtschafts- und Ziergeflügel“ in Stendal, am 28.09.-29.09.2016, S. 32.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015): Prüfung eines zusätzlichen Wasserangebotes für Pekingtonen (*Anas platyrhynchos* f. d.) gemäß der Europaratsempfehlungen. DGfZ-Schriftenreihe Heft 68: International Waterfowl Conference in Oschatz und Wermsdorf, 22.09.-23.09.2015, ISSN 0949-8842, S. 123-129.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015): Bewertung der grundsätzlichen Eignung eines zusätzlichen Wasserangebotes für Pekingtonen. Tierwohltagung des Promotionsprogramms „Animal Welfare in Intensive Livestock Production Systems“ in Göttingen, 07.10.-08.10.2015, ISBN 978-3-9815926-5-8, S. 101-104.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Andersson, R. (2014): Evaluation of an additional water supply in pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f. d.). XIVth European Poultry Science Conference in Stavanger, 23.06.-27.06.2014, S. 620.

Sonstige Publikationen

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kemper, N., Andersson, R. (2019): Tiergesundheit bei Pekingtonen – Für einen flotten Entenmarsch. DGS-Magazin 05/2019, S. 24-26.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling J., Kemper, N., Andersson, R. (2018): Köpfchen in das Wasser... Enten brauchen Wasser, um Kopf und Körper zu benetzen. bioland-Magazin 05/2018, ISSN 0173-9832, S. 38.

Literaturverzeichnis

Aditzey, F., Liew, C.W., Aronal, A.P., Huda, N. (2012): Isolation of Escherichia coli from Ducks and Duck Related Samples. Asian J Anim Vet Adv 7 (4): 351-355.

Anonym (2016): Landtag Brandenburg - Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage Nr. 1769 der Abgeordneten Axel Vogel und Benjamin Raschke, Fraktion Bündnis 90/ Die Grünen. Drucksache 6/4202.

Axelrod, V., Schwarzkopf, D.S., Gilaie-Dotan, S., Rees, G. (2017): Perceptual similarity and the neural correlates of geometrical illusions in human brain structure. Sci Rep 7: 39968.

Aydin, O., Cangar, O., Eren Ozcan, S., Bahr, C., Berckmans, D. (2010): Application of a fully automatic analysis tool to assess the activity of broiler chickens with different gait scores. Comput Electron Agric 73: 194-199.

Berg, C.C. (1998): Foot-Pad Dermatitis in Broilers and Turkeys. Swedish University of Agricultural Science Uppsala.

Bilgili, S. F., Hess, J. B., Blake, J. P., Macklin, K. S., Saenmahayak, B., Sibley, S. L. (2009): Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. J Appl Poult Res 18: 583-589.

Bioland e.V. (2018): Bioland Richtlinien 2018 https://www.bioland.de/fileadmin/dateien/HP_Dokumente/Richtlinien/Bioland_Richtlinien_27_Nov_2018.pdf (Datum des Zugriffs: 18.01.2019)

Chapinal, N., De Passillie, A.M, Rushen, J. (2009): Weight distribution and gait in dairy cattle are affected by milking and late pregnancy. J Dairy Sci 92: 581-588.

Da Costa, M.J., Oviedo-Rondon, E., Wineland, M., Jeffrey, D. (2015): Effects of eggshell conductance and incubation temperatures on duck footpad development. J Appl Poult Res 24: 536-546.

Dawkins, M.S., Donnelly, C.A., Jones, T.A. (2004): Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. Nature 427: 342-344.

De Jong, I.C., Gunnink, H., Van Harn, J. (2014): Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. J Appl Poult Res 23: 51-58.

Demeter e.V. (2018): Richtlinien Erzeugung und Verarbeitung 2018 https://www.demeter.de/sites/default/files/richtlinien/richtlinien_gesamt.pdf (Datum des Zugriffs: 18.01.2019)

Ekstrand, C., Algers, B., Svedberg, J. (1997): Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. Prev Vet Med 31: 167-174.

Europaratsempfehlungen (1999): Ständiger Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in Landwirtschaftlichen Tierhaltungen. Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten (Anas platyrhynchos). - Übersetzung-

http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/EU-HaltungPekingenten.pdf?__blob=publicationFile (Datum des Zugriffs: 24.02.2019)

Fraley, S.M., Fraley, G.S., Karcher, D.M., Makagon, M.M., Lilburn, M.S. (2013): Influence of plastic slatted floors compared with pine shaving litter on Peking Duck condition during summer months. *Poult Sci* 92: 1706-1711.

Fraser, D. (2006): Animal Welfare Assurance Programs in Food Production: A Framework for Assessing the Options. *Anim Welf* 15 (2): 93.

Greene, J.A., McCracken, R.M., Evans, R.T. (1985): A contact dermatitis of broilers – clinical and pathological findings. *Avian Pathol* 14: 23-38.

Harnisch, N. (2012): Einsatz von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierverhalten und wasserassoziierte Gesundheitsparameter. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Haslam, S.M., Knowles, T.G., Brown, S.N., Wilkins, L.J., Kestin, S.C., Wariss, P.D., Nicol, C.J. (2007): Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *Br Poult Sci* 48: 264-275.

Havelaar, A.H., De Hollander A.E.M., Teunis, P.F.M., Evers, E.G., Van Kranen, H.J., Versteegh, J.F.M., Van Koten, J.E.M., Slob, W., (2000): Balancing the Risks and Benefits of Drinking Water Disinfection: Disability Adjusted Life-Years on the Scale. *Environ Health Perspect* 108 (4): 315-321.

Heitmann, S., Stracke, J., Petersen, H., Spindler, B., Kemper, N. (2018): First approach validating a scoring system for foot-pad dermatitis in broiler chickens developed for application in practice. *Prev Vet Med* 154: 63-70.

Heubach, M.C. (2007): Untersuchungen zu Alternativen in der Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Aspekte. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Hirsch, N. (2011): Einsatz von modifizierten Rundtränken als artgerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Hocking, P.M., Mayne, R.K., Else, R.W., French, N.A., Gatcliffe, J. (2008): Standard European footpad scoring system for use in turkey processing plants. *Worlds Poult Sci J* 64: 323–328.

Horseman, S.V., Whay, H.R., Huxley, J.N., Bell, N.J., Mason, C.S. (2013): A survey of the on-farm treatment of sole ulcer and white line disease in dairy cattle. *Vet J* 197: 461-467.

ImageJ 1.51j8, National Institutes of Health, USA.

Jones, T.A., Waite, C.D., Dawkins, M.S. (2008): Water off a duck's back: Showers and troughs match ponds for improving duck welfare. *Appl Anim Behav Sci* 116: 52–57.

Jones, T.A., Dawkins, M.S. (2010a): Environment and management factors affecting Pekin duck production and welfare on commercial farms in the UK. *Br Poult Sci* 51 (1): 12-21.

Jones, T.A., Dawkins, M.S. (2010b): Effect of Environment on Pekin duck behaviour and its correlation with body condition commercial farms in the UK. *Br Poult Sci* 51 (3): 319-325.

Kamphues, J., Böhm, R., Flachowsky, G., Lahrssen-Wiederholt, M., Meyer, U., Schenkel, H. (2007): Empfehlungen zur Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkwasser für Lebensmittel liefernde Tiere unter Berücksichtigung der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen. *Landbauforschung Völkenrode* 57 (3): 255-272.

Karcher, D.M., Makagon, M.M, Fraley, G.S., Fraley, S.M., Lilburn, M.S. (2013): Influence of raised plastic floors compared with pine shaving litter on environment and Pekin duck condition. *Poult Sci* 92: 583-590.

Kashiha, M.A., Bahr, C., Haredasht, S.A., Ott, S., Moons, C.P.H., Niewold, T.A., Ödberg, F.O., Berckmans, D. (2012): The automatic monitoring of pigs water use by cameras. *Comput Electron Agric* 90: 164-169.

Kashiha, M.A., Bahr, C., Ott, S., Moons, C.P.H., Niewold, T.A., Tuytens, F., Berckmans, D. (2014): Automatic monitoring of pig locomotion using image analysis. *Livest Sci* 159: 141-148.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Andersson, R. (2014): Evaluation of an additional water supply in pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f. d.). Tagungsband der XIVth European Poultry Science Conference in Stavanger 2014, S. 620.

Klambeck, L., Kaufmann F., Kämmerling, J.D., Kemper, N., Andersson, R. (2015a): Evaluation of an additional water supply in pekin ducks (*Anas platyrhynchos* f. d.). Tagungsband des 66th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Warsaw 2015, S. 180.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kämmerling, J. D., Kemper, N., Andersson, R. (2015b): Bewertung der grundsätzlichen Eignung eines zusätzlichen Wasserangebotes für Pekingenten. Tierwohltagung des Promotionsprogramms „Animal Welfare in Intensive Livestock Production Systems“ in Göttingen 2015, ISBN 978-3-9815926-5-8, S. 101-104.

Klambeck, L., Kaufmann, F., Kemper, N., Andersson, R. (2018): Evaluation of foot pad dermatitis in Pekin ducks under commercial conditions. Tagungsband der XVth European Poultry Conference, ISBN 978-90-829157-0-9, S. 236.

Knierim, U., Bulheller, M.A., Kuhnt, K., Briese, A., Hartung J. (2004): Wasserangebot für Enten bei Stallhaltung – ein Überblick aufgrund der Literatur und eigener Erfahrungen. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 111: 115–118.

Knierim, U., Andersson, R., Keppler, C., Petermann, S., Rauch, E., Spindler, B., Zapf, R. (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Geflügel. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.

- Kopp, J. (2005): Feldstudie zur artgemäßen Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer und wirtschaftlicher Aspekte. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Küster, Y. (2007): Tierfreundliche Haltungsumwelt für Pekingenten – Untersuchungen zu Rundtränken, Duschen und Ausläufen unter Berücksichtigung des Verhaltens, der Tiergesundheit und der Wirtschaftlichkeit. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Leach, K.A., Logue, D.N., Randall, J.M., Kempson, S.A. (1998): Claw Lesions in Dairy Cattle: Methods for Assessment of Sole and White Line Lesions. *Vet J* 155: 91-102.
- Leach, K.A., Whay, H.R., Maggs, C.M., Barker, Z.E., Paul, E.S., Bell, A.K., Main, D.C.J. (2010): Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms. *Res Vet Sci* 89: 311-317.
- Liste, G., Kirkden, R.D., Broom, D.M. (2012a): A commercial trial evaluating three open water sources for farmed ducks: effects on health and production. *Br Poult Sci* 53 (5): 576-584.
- Liste, G., Kirkden, R.D., Broom, D.M. (2012b): Effect of water depth on pool choice and bathing behaviour in commercial Pekin ducks. *Appl Anim Behav Sci* 139: 123-133.
- Liste, G., Kirkden, R.D., Broom, D.M. (2013): A commercial trial evaluating three open water sources for farmed ducks: effects on water usage and water quality. *Br Poult Sci* 54 (1): 24-32.
- Litt, J., Chaumier, J., Bernadet, M.D., Laborde, M., Vogelaer, J., Albaric, O., Huguet, J.M., Guerin, J-L. (2015): Histological validation of a foot pad dermatitis scoring system appropriate for mule duck. *Proceedings of the 11th JRA-JRFG Tours*, 247-251.
- Manz, M. (2005): Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Aspekte. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Martland, M.F. (1985): Ulcerative dermatitis dm broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathol* 14: 353-364.
- Mayne, R. K. (2005): Review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *Worlds Poult Sci J* 61: 256-267.
- Mayne, R.K., Else, R.W., Hocking, P.M. (2007a): High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *Br Poult Sci* 48: 538-545.
- Mayne, R.K., Else, R.W., Hocking, P.M. (2007b): High dietary concentrations of biotin did not prevent foot pad dermatitis in growing turkeys and external scores were poor indicators for histopathological lesions. *Br Poult Sci* 43 (3): 291-298.
- Meagher, R.K. (2009): Observer ratings: Validity and value as a tool for animal welfare research. *Appl Animal Behav Sci* 119: 1-14.

Michel, V., Prampart, E., Mirabito, L., Allain, V., Arnould, C., Huonnic, D., Le Bouquin, S., Albaric, O. (2012): Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. *Br Poult Sci* 53: 275-281.

Naturland e.V. (2018): Richtlinien Erzeugung 2018
https://www.naturland.de/images/Naturland/Richtlinien/Naturland-Richtlinien_Erzeugung.pdf
(Datum des Zugriffs: 18.01.2019)

Nusser, C. (2008): Wahlversuche zu den offenen Tränkesystemen bei Pekingenten. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Olivas, I., Torres, A.G. Villagra, A. (2013): Development of a pododermatitis score in breeding does using clustering methods. *Animal* 7 (6): 1011-1016.

Oliveira, A.R.S., Lund, V.P., Christensen, J.P., Nielsen, L.R. (2017): Inter-rater agreement in visual assessment of footpad dermatitis in Danish broiler chickens. *Br Poult Sci* 58 (3): 224-229.

O'Driscoll, K.K.M., Broom, D.M. (2011): Does access to open water affect the health of Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*)? *Poult Sci* 90: 299-307.

Pianka, S. (2013): Weiterführende Untersuchungen zum Feldversuch zur praxistauglichen Etablierung von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten bezüglich Tiergesundheit, Stallklima und Tränkwasserqualität. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Rauch, E., Hirsch, N., Firnkäs, N., Damme, K., Erhard, M.H., Bergmann, S. (2016a): Hygiene, Wasserqualität und Tiergesundheit beim Einsatz von Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 129: 15–27.

Rauch, E., Firnkäs, N., Hirsch, N., Damme, K., Schmidt, P., Erhard, M.H., Bergmann, S. (2016b): Verhalten als ein Indikator des Wohlbefindens beim Einsatz der AquaDucT Rundtränke bei Pekingmastenten unter Feldbedingungen. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 129: 28–39.

Raud, H., Faure, J.M. (1994): Welfare on ducks in intensive units. *Rev Sci Tech* 13: 125–129.

Reiter, K. (1997): Das Verhalten von Enten. *Europ Poult Sci* 61 (4): 149-161.

Remy, F. (2005): Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten (*Anas platyrhynchos f. domestica*) unter dem Aspekt Tierverhalten und Tiergesundheit. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Rice, M., Meelker, A., Fraley, S.M., Fraley, G.S. (2014): Characterization of Pekin duck drinking and preening behaviours and comparison when housed on raised plastic versus pine litter flooring. *J Appl Poult Res* 23: 735-741.

Rodenburg, T.B., Bracke, M.B.M., Berk, J., Cooper, J., Faure, J.M., Guémené, D., Guy, G., Harlander, A., Jones, T., Knierim, U., Kuhnt, K., Pingel, H., Reiter, K., Servièrè, J., Ruis,

M.A.W. (2005): Welfare of ducks in European duck husbandry systems. *Worlds Poult Sci J* 61: 633–646.

RSPCA (2015): Welfare Standards for domestic/ common ducks. <https://science.rspca.org.uk/sciencegroup/farmanimals/standards/ducks> (Datum des Zugriffs: 30.01.2019)

Schenk, A., Porter, A.L., Alenciks, E., Frazier, K., Best, A.A., Fraley, S.M., Fraley, G.S. (2016): Increased water contamination and grow-out Pekin duck mortality when raised with water troughs compared to pin-metered water lines using a United States management system. *Poult Sci* 95: 736–748.

Shepherd, E.M., Fairchild, B.D. (2010): Footpad dermatitis in poultry. *Poult Sci* 89: 2043-2051.

Statistisches Bundesamt (2018): Gewerbliche Schlachtungen je Tierart im Jahr 2017. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/Tabellen/GewerbSchlachtJahr.html> (Datum des Zugriffs: 27.11.2018)

TierSchG (2014): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 im BGBl. 1, S. 1206, 1313, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28.07.2014 im BGBl. 1, S. 1308

TierSchG (2018): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 im BGBl. 1, S. 1206, 1313, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17.12.2018 im BGBl. Teil 1, S. 2586

TierSchNutztV (2017): Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierische Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 im BGBl. 1, S. 2043, zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30.06.2017 im BGBl. 1, S. 2147

TrinkwV (2018): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 BGBl. 1, S. 459, zuletzt geändert am 03.01.2018 im BGBl 1, S. 99

Tsiodras, S., Kelesidis, T., Kelesidis, I., Bauchinger, U., Falagas, M.E. (2007): Human infections associated with wild birds. *J Infect* 56: 83-98

Vanderhasselt, R.F., Sprenger, M., Duchateau, L., Tuytens, F.A.M (2013): Automated assessment of footpad dermatitis in broiler chickens at the slaughter-line: Evaluation and correspondence with human expert scores. *Poult Sci* 92: 12-18.

Van Harn, J., De Jong, I.C. (2017): Validation of Meyn Footpad Inspection System. Wageningen Livestock Research, Report 1044B.

Van Hertem, T., Viazzi, S., Steensels, M., Maltz, E., Antler, A., Alchanatis, V., Schlageter-Tello, A.A., Lokhort, K., Romanini, E.C.B., Bahr, C., Breckmans, D., Halachmi, I. (2014): Automatic lameness detection based on consecutive 3D-video recordings. *Biosyst Eng* 119: 108-116.

Vereinbarung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Calenberger Str. 2, 30169 Hannover und der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft, Landesverband e.V., Mars-la-Tour-Straße, 26121 Oldenburg über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmasten (2003). Az. 108-42503/2-497.

Vereinbarung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft, Landesverband e.V. über die Weiterentwicklung der Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten. https://www.ml.niedersachsen.de/download/120061/Broschuere_Pekingentenvereinbarung.pdf (Datum des Zugriffs: 27.07.2018)

Vereinbarung über die Mindestanforderung an die Haltung von Pekingmastenten zwischen dem Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Heinrich-Mann-Allee 103, 14473 Potsdam und dem Geflügelwirtschaftsverband Brandenburg e.V. Am Fährberg 1, 14669 Ketzin vom Juni 2000. Runderlass vom 14. Juni 2000, Az.: L9-354/48. https://mdjev.brandenburg.de/v/lbsvet/TEILD/D1_4_2_2.PDF (Datum des Zugriffs: 19.02.2019)

Vereinbarung über die Mindestanforderung an die Haltung von Pekingenten (Pekingentenvereinbarung) zwischen dem Ministerium für Raumordnung Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, Olvenstedter Straße 4-5, 39108 Magdeburg und dem Wirtschaftsverband Eier und Geflügel Sachsen-Anhalt e.V. Friedrichsstraße 16, 39356 Weferlingen (2001).

Vereinbarung zwischen dem Bayrischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz, dem Bayrischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten und dem Landesverband der Bayrischen Geflügelwirtschaft über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten. Bayrisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz (2003). Az. 108-42503/2-497.

VO (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene. ABl. EG Nr. L 35 vom 08.02.2005, S. 1

VO (EG) Nr. 889/2008 der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle, ABl. EG Nr. L 250 vom 18.09.2008, S. 1

Von Borell, E.: Grundlagen des Verhaltens. In: Hoy, S. (2009): Nutztierethologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 16.

Youssef, I.M.I., Beinke, A., Rohn, K., Kamphues, J. (2010): Experimental Study on the Effects of Litter Material and its Quality on Foot Pad Dermatitis in Growing Turkeys. *Int J Poultry Sci* 9: 1125-1135.

Youssef, I.M.I., Beinke, A., Rohn, K., Kamphues, J. (2011): Effects of Litter Quality (Moisture, Ammonia, Uric Acid), on Development and Severity of Foot Pad Dermatitis in Growing Turkeys. *Avian Dis* 55 (1): 51-58.

Waite, C., Jones, T., Dawkins, M.S. (2009): Behaviour, synchrony and welfare of Pekin ducks in relation to water use. *Appl Anim Behav Sci* 121: 184-189.

Westermaier, C. (2015): Vergleichende Untersuchungen zur Tiergesundheit von konventionell gehaltenen Ross 308 und Cobb Sasso Masthühnern mit einem neuen Aufzucht-konzept im Rahmen der konzeptionellen Ausarbeitung von Richtlinien für eine tiergerechtere Masthühnerhaltung. Dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Danksagung

Frau Prof. Nicole Kemper danke ich für die Möglichkeit der Anfertigung dieser Dissertation im Rahmen einer Kooperation mit der Hochschule Osnabrück. Weiterhin möchte ich mich bei ihr für die Betreuung dieser Arbeit und die freundliche Unterstützung während der gesamten Dissertationsphase bedanken.

Bei Herrn Prof. Robby Andersson bedanke ich mich für die wissenschaftliche Betreuung dieser Arbeit und den sehr geschätzten fachlichen Dialog während der gesamten Dissertationsphase, sowie die Möglichkeit die Ergebnisse dieser Arbeit auf diversen Tagungen zur Diskussion stellen zu dürfen.

Dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz danke ich für die finanzielle Förderung der Projekte sowie die Möglichkeit, die erhobenen Daten für diese Dissertation verwenden zu dürfen. Ich danke dem Vorsitzenden Herrn Dr. Christian Sürle und allen Mitgliedern der AG Enten und Gänse des Tierschutzplan Niedersachsen für die gute Zusammenarbeit.

Frau Dr. Birgit Spindler und Frau Dr. Jenny Stracke möchte ich danken für die engagierte Unterstützung und ihren fachlichen Rat. Bei Herrn Dr. Peter Wohlsein und Frau Daniela Klotz bedanke ich mich für die Erstellung, Bewertung und Diskussion der Histologie der Entenpaddel.

Falko Kaufmann danke ich herzlich für die große Unterstützung und die vielen hilfreichen Diskussionen, die mir so viele wichtige Gedankenanstöße gegeben haben und geben. Bei Stefanie Döhring bedanke ich mich von Herzen für ihre aufmunternden Worte und ihren unerschütterlichen Glauben an mich. Außerdem möchte ich meinen Kollegen und Freunden vom Team StanGe danken für die fortwährende Unterstützung, um neben den täglichen Aufgaben Zeit für die Dissertation finden zu können. Besonders großer Dank gebührt José Daniel Kämmerling, der mich seit dem ersten Tag unserer Zusammenarbeit an der Hochschule Osnabrück jederzeit und in jeglicher Hinsicht unterstützt hat, als sei es eine Selbstverständlichkeit.

Hubertus Wallenhorst und den Mitarbeitern des Lehr- und Versuchsbetriebs Waldhof der Hochschule Osnabrück danke ich für die Betreuung der Enten im Rahmen der Vorstudie. Außerdem möchte ich mich bei den an der Feldstudie beteiligten Landwirten für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken. Herrn Dr. Gürbüz Daş und Herrn Dr. Hans-Georg Schön bin ich dankbar für ihren Rat bei der Klärung statistischer Fragestellungen.

Ich danke Moritz von ganzem Herzen für seine Geduld, Zuversicht und seinen Beistand während der gesamten Dissertationsphase.

Meiner Familie und meinen Freunden danke ich für ihre Unterstützung in jeglicher Art.

Versicherung an Eides statt

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die Dissertation mit dem Titel „Folgen des Einsatzes zusätzlicher Wasserangebote in der Haltung von Pekingmastenten“ eigenständig verfasst habe. Bei der Anfertigung habe ich folgende Hilfen Dritter in Anspruch genommen:

- Korrektur und wissenschaftliche Betreuung: Prof. Dr. Nicole Kemper, Prof. Robby Andersson
- Statistische Betreuung: Dr. Gürbüz Daş, Dr. Hans-Georg Schön

Ich habe keine entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder anderer Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar entgeltliche Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Ich habe die Dissertation am Fachgebiet Tierhaltung und Produkte der Hochschule Osnabrück und am Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover angefertigt.

Die Dissertation wurde bisher nicht für eine Prüfung oder Promotion oder für einen ähnlichen Zweck zur Beurteilung eingereicht.

Ich erkläre, über die Bedeutung der Versicherung an Eides statt informiert worden zu sein. Mir wurde der Inhalt der folgenden Vorschriften des Strafgesetzbuches bekannt gegeben: §156 StGb – Falsche Versicherung an Eides statt.
