Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr 129, 15–27 (2016)
DOI 10.2376/0005-9366-129-15

© 2016 Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
ISSN 0005-9366

Korrespondenzadresse:
rauch@lmu.de

Eingegangen: 19.04.2015
Angenommen: 04.08.2015

Online first: 02.10.2015
http://vetline.de/open-access/158/3216/

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung Veterinärwissenschaftliches Department, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München[1]
Tiergesundheitsdienst Bayern e. V., Fachabteilung Geflügelgesundheitsdienst, Ansbach[2]
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung, Kitzingen[3]

Hygiene, Wasserqualität und Tiergesundheit beim Einsatz von Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen

Animal hygiene, water quality and animal health using round drinkers as an animal-friendly water supply for Pekin ducks under practical conditions

Elke Rauch[1], Nicola Hirsch[2], Nina Firnkäs[1], Klaus Damme[3], Michael H. Erhard[1], Shana Bergmann[1]

Zusammenfassung

Es gibt weder in Europa noch in Deutschland verbindlich umgesetzte Anforderungen an die Haltung von Pekingenten. Das Medium Wasser ist für die Ente von besonderer Wichtigkeit und mit vielen speziesspezifischen Verhaltensweisen eng verbunden. In den kommerziellen Entenmastbetrieben steht den Tieren Trinkwasser häufig ausschließlich über Nippeltränken zur Verfügung, da die wirtschaftlichen und hygienischen Aspekte dieses Tränkeangebots bis heute unbestritten sind. Ziel der Studie war es daher, den Einfluss der Rundtränke AquaDuc T® in drei kommerziellen Mastbetrieben unter Praxisbedingungen auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter der Pekingente zu untersuchen.
Die Untersuchungen fanden in drei Praxisbetrieben (7140–13 515 Mastplätze) statt. Pro Betrieb wurden 16 Mastdurchgänge begleitet. Davon wurden im Wechsel jeweils acht Kontroll- und acht Versuchsdurchgänge (switch over design) durchgeführt, mit je einem Besuch zwischen dem 28.–32. und dem 35.–39. Lebenstag. In einem Betrieb konnten nur zehn Mastdurchgänge untersucht werden. Die Enten wurden mittels Nippeltränken mit Trinkwasser versorgt. Für die Versuchsdurchgänge wurde zusätzlich die AquaDuc T® Tränke installiert, die zeitlich begrenzt zugänglich war. Neben Gesundheitsbeurteilungen von jeweils 100 Tieren fanden bei den Betriebsbesuchen auch Untersuchungen zum Stallklima (Staub- und Ammoniakgehalt) und zur Tränkwasserqualität statt.
Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in den Gesundheitsbeurteilungen (u. a. Augenentzündungen, Nasenlochverstopfungen) die Enten mit Zugang zu den Rundtränken fast immer besser abschnitten als die Tiere mit ausschließlichem Zugang zu den Nippeltränken. In dieser Studie lag sowohl die Gesamtkeimzahl als auch die Anzahl an *Enterobacteriaceae* in KbE/ml in den Rundtränken stets höher als an den Nippeltränken (Mittelwert Gesamtkeimzahl in KbE/ml: Nippeltränke 10 950; Rundtränke 3 955 846). Dennoch konnte keine negative Beeinträchtigung der Gesundheit von Pekingenten festgestellt werden. Eine gute Tränkehygiene ist für die Gesundheit der Enten essenziell.

Schlüsselwörter: Tierschutz, Tränkwasserqualität, Mastenten

Summary

Mandatory requirements for the keeping of Pekin ducks exist neither in Europe nor in Germany. The medium water is of high importance for ducks and is connected with many species-specific behaviours. In commercial fattening establishments the animals are provided drinking water solely by nipple drinkers because up to today, the economic and hygienic aspects of this drinking supply are beyond dispute.

U.S. Copyright Clearance Center Code Statement:
0005-9366/2016/12901-15 $ 15.00/0

The aim of the study was to examine the influence of the round drinker AquaDuc T® on animal hygiene and different health parameters in three commercial farms. The examinations took place in three fattening farms (7140–13 515 fattening places). Per farm 16 fattening periods were surveyed (alternately control and test trial) with one visit each between 28th–32nd and 35th–39th day of life. On one farm only ten periods could be examined. The ducks were provided with water by nipple drinkers. Additionally, the AquaDuc T® was installed in the test trials, which was temporarily accessible. Apart from health evaluations of each 100 animals, barn climate (dust and gaseous ammonia content) and quality of drinking water were examined.
In summary it can be stated that concerning health evaluation (eye infection/ plugged nostrils) the ducks with access to round drinkers mostly performed better than the animals with access solely to nipple drinkers. In this study the total bacteria count as well as the number of *Enterobacteriaceae* in CFU/ml was generally higher in the round drinkers compared to the nipple drinkers (average total germ count in CFU/ml: nipple drinker 10 950; round drinker 3 955 846), no negative effect on the health of Pekin ducks could be detected in this study. Sufficient hygiene of the offered drinking systems is essential for the wellbeing of the ducks.

Keywords: animal welfare, drinking water quality, fattend ducks

Einleitung

Weder in Europa noch in Deutschland gibt es verbindlich umgesetzte Anforderungen an die Haltung von Pekingenten. In Deutschland existieren bisher lediglich länderspezifische Empfehlungen (freiwillige Vereinbarungen) bezüglich der tiergerechten Entenhaltung mit Zugang zu offenen Tränkesystemen. Damit Enten als Wasservögel ihre biologischen Erfordernisse hinsichtlich Bade- und Putzverhalten erfüllen können, hat der Ständige Ausschuss des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung in der Empfehlung in Bezug auf Pekingenten vom 22. Juni 1999 gefordert, dass Pekingenten, die zur Erzeugung von Fleisch, zur Zucht oder für andere landwirtschaftliche Zwecke gehalten werden, Zugang zu Badewasser haben sollten. Wo dies nicht möglich ist, sollten Wasservorrichtungen zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, den Kopf mit Wasser zu bedecken, Wasser mit dem Schnabel aufzunehmen und Wasser über den Körper zu schütten (Europaratsempfehlung für die Haltung von Pekingenten, 1999).

Das Verhalten der Wildform soll sich laut einiger Studien durch die Domestikation des Geflügels im Wesentlichen nicht verändert haben (Oester et al., 1997) und die hohe Affinität für Wasser ist bei der heutigen Pekingente noch gegeben. Das Medium Wasser ist für die Ente von besonderer Wichtigkeit und mit vielen speziesspezifischen Verhaltensweisen eng verbunden (Harnisch, 2012). Zu nennen wären hier u. a. Futter- und Wasseraufnahme, Fortbewegung sowie Komfortverhalten. Neuere Studien zum Verhalten der Pekingenten bestätigen die hohe Akzeptanz von Rundtränken unter Praxisbedingungen (Harnisch, 2012; Bader, 2013). Simantke und Fölsch (2002) gehen sogar bei Abwesenheit von Wasser von einer Beeinträchtigung der Nahrungsaufnahme, Lokomotion und Körperpflege aus. Wie gerne offene Wasserflächen von den Enten angenommen werden, zeigt ebenfalls eine weitere Studie von Rauch et al. (2016). Die dort eingesetzten Rundtränken ermöglichten den Tieren ein Eintauchen des Kopfes, arttypisches Trinken und Seihen, Gefiederpflege mit Wasser und das Reinigen von Schnabel und Augen.

In den kommerziellen Entenmastbetrieben steht den Tieren Trinkwasser häufig ausschließlich über Nippeltränken zur Verfügung, da die wirtschaftlichen und hygienischen Aspekte dieses Tränkeangebots bis heute unbestritten sind. Neben der kommerziellen Entenmast wurden auch bei anderen Geflügelarten Untersuchungen zur Tränkwasserqualität und den damit einhergehenden gesundheitlichen Gefahren durchgeführt. Näther et al. (2009) zeigten in ihrer Studie, dass das Vorkommen von *Campylobacter* in Broilerherden signifikant steigt, wenn Nippeltränken mit Auffangschalen benutzt werden. Auch Renwick et al. (1992) konnten bei Broilerherden zeigen, dass ein signifikant höheres Risiko für die Kontamination mit Salmonellen beim Einsatz von Rinnen- und Plastikrundtränken besteht als beim Einsatz von Nippeltränken. Dass die Tränkwasserqualität mit der Reinigung der angebotenen Tränken zusammenhängt, zeigt auch eine Studie, bei der drei Legehennenfarmen untersucht wurden. Rinnentränken, die täglich gereinigt wurden, wiesen ein Minimum an Keimbelastung auf. Im Gegensatz dazu entwickelte sich eine hohe Keimbelastung des Wassers, wenn sie für sechs Tage nicht gereinigt, sondern nur mit frischem Wasser aufgefüllt wurden (Folorunso et al., 2014).

Aus Tierschutzperspektive ist die Wasserversorgung von Mastenten weiterhin diskussionswürdig, zumal der Verbraucheranspruch bezüglich tiergerechter Produktion und entsprechender Transparenz vermehrt im Mittelpunkt steht. Dem gegenüber steht die Motivation des Erzeugers, der ein international konkurrenzfähiges, sicheres und preiswertes Produkt vertreiben möchte, mit dem er am Markt bestehen kann.

Ziel der Gesamtstudie war es daher, unter Praxisbedingungen den Einfluss modifizierter Rundtränken (AquaDuc T®, Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta, Deutschland) auf die Tierhygiene und auf verschiedene Gesundheitsparameter bei Pekingenten zu untersuchen.

Tiere, Material und Methode

Versuchsdesign

Die Untersuchungen fanden in drei Praxisbetrieben im Zeitraum von Januar 2008 bis August 2009 statt. Pro Betrieb wurden 16 Mastdurchgänge begleitet und im Wechsel wurden jeweils acht Kontroll- und Versuchsdurchgänge (Besuchsart) durchgeführt, sodass die klimatischen Bedingungen bei den Kontroll- und Versuchsdurchgängen vergleichbar waren. Die Durchgänge wurden mit je einem 1. Besuch zwischen dem 28.–32. Lebenstag (1. Zeitfenster [ZF], Mastanfang) und einem 2. Besuch zwischen dem 35.–39. Lebenstag (2. Zeitfenster, Mastende) untersucht. In Betrieb 2 konnten aus betriebsinternen Gründen nur zehn Durchgänge ausgewertet werden.

ABBILDUNG 1: *Stallübersicht mit einem Nippeltränkenstrang auf der rechten Stallseite (entspricht Nippeltränkenseite), einem Futterstrang, sowie auf der linken Stallseite einer zeitlich begrenzt verfügbaren Rundtränke (entspricht Rundtränkenseite) mit einem zusätzlichen Nippeltränkenstrang.*

ABBILDUNG 2: *Im Stall eingebaute Rundtränke AquaDuc T® (Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta, Deutschland); Foto: Shana Bergmann.*

In den Kontrolldurchgängen standen den Enten in allen Mastbetrieben, wie unter betriebsüblichen Bedingungen, 24 Stunden täglich ausschließlich die Nippeltränken zur Verfügung. Die Versuchsdurchgänge waren Wahlversuche, bei denen die Enten zusätzlich zu den Nippeltränken (Nippeltränkenseite) auf der Gefälleseite des Stalles (Rundtränkenseite des Stalles, die auch wegen der Einheitlichkeit während eines Kontrolldurchganges so bezeichnet wird) einen zeitlich begrenzten Zugang von sechs Stunden pro Tag zu den modifizierten Rundtränken AquaDuc T® (Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta, Deutschland) hatten (Abb. 1). Aufgrund der baulichen Gegebenheiten der Praxisbetriebe war es nicht möglich, auf beiden Stallseiten die Rundtränken zu installieren.

Haltungsbedingungen in den Praxisbetrieben

Nähere Details zu den drei Betrieben sind Tabelle 1 zu entnehmen. In allen drei Versuchsbetrieben fand die Entenmast in Bodenhaltung mit Einstreu statt. Die Tiere wurden als Eintagsküken eingestallt und im Alter von 17–22 Lebenstagen vom Aufzucht- in den Maststall umgestallt. Es handelte sich um Fensterstallungen mit Unterdrucklüftung. Im Winter standen in allen Betrieben zusätzliche Gasstrahlerheizungen zur Verfügung. Die Beleuchtung erfolgte in allen Betrieben über Tageslicht und zusätzliche Leuchtstoffröhren. Die Enten wurden in allen drei Betrieben mittels Bodenstrangtränken der Firma Lubing Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Barnstorf (Deutschland) mit Trinkwasser versorgt. In Betrieb 1 befand sich unter jedem Nippel zusätzlich noch eine Auffangschale. Für die Versuche wurde auf der Stallseite, auf welcher sich das Gefälle und die Abflussvorrichtungen befanden, ein zusätzlicher Tränkestrang im Abstand von ca. 1,4 m zur Stallwand installiert, an dem die Rundtränken AquaDuc T®, ein offenes Tränkesystem, aufgehängt wurden (Abb. 2). In die Aufhängung war eine Feder zum Zweck der Gewichtsregistrierung integriert. Diese ermöglichte eine Regulierung des Wassernachlaufs. Die Wasserstandhöhe einer Tränke betrug – in vollem Zustand – zwischen 8 und 10 cm.

Ab dem 25. Lebenstag wurden den Enten in den Versuchsdurchgängen des Feldversuchs die Rundtränken zeitlich begrenzt zur Verfügung gestellt. Sie wurden in der Regel um 10:00 Uhr von der Decke heruntergelassen und bis einschließlich 14:00 Uhr mit Wasser befüllt. Um 16:00 Uhr wurden die Rundtränken wieder hochgefahren. In den zwei Stunden, in denen die Tränken nicht weiter befüllt worden waren, wurde ein Leertrinken der Rundtränken erreicht. So konnte zum einen eine Keimvermehrung des Restwassers in den Tränken verhindert werden, die insbesondere durch die warme Luft unter dem Dach gefördert worden wäre, zum anderen wären die mit Wasser gefüllten Tränken zu schwer gewesen, um sie in gefülltem Zustand hochzufahren. Der Zeitpunkt des Herunterlassens und die Dauer der Verfügungbarkeit der Rundtränken wurden aufgrund von Erfahrungswerten vorhergehender Versuche (Manz, 2005; Remy, 2005; Heubach, 2007; Küster, 2007) gewählt. Ein zu frühes Herunterlassen der Rundtränke birgt zum Beispiel die Gefahr des Ertrinkens von Enten, die jünger als 25 Lebenstage sind. Die Tiere können die Rundtränke noch nicht selbstständig verlassen, falls sie in diese hineingeklettert sind.

Die ursprüngliche Zahl der verfügbaren Rundtränken wurde aufgrund der Ergebnisse der ersten Durchgänge

(hoher Wasserverbrauch, Durchnässung der Einstreu) in den folgenden Durchgängen in zwei der drei Betriebe (Betrieb 1 und 3) um 30–50 % reduziert (Tab. 1). Insgesamt betrachtet gab es zwischen den Durchgängen mit kompletter und reduzierter Rundtränkenanzahl nur bei den Parametern Augenentzündung und Nasenlochverstopfung signifikante Unterschiede, die an entsprechender Stelle erwähnt werden. Bei der Darstellung der untersuchten Parameter wurden die Durchgänge mit kompletter und reduzierter Anzahl jedoch zusammengefasst.

TABELLE 1: *Übersicht über die in der Studie beteiligten drei Entenmastbetriebe mit Angabe der jeweiligen Stalldetails (u. a. Anzahl der begleiteten Durchgänge, Mastplätze, Besatzdichte und Mastdauer, verwendete Einstreu sowie Angaben zu den verfügbaren Nippel und Rundtränken)*

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Anzahl der Durchgänge	16	10	16
Mastplätze	8670	7140–7500	13 515
Umtrieb in Maststall	17.–22. LT	19. LT	17.–21. LT
Mastdauer (Tage)	37–43	38–47	38-45
Besatzdichte (Tiere/m²)	6,6	6,3-6,6	6,7
Besatzdichte (kg/m²)	19,8	18,8–19,3	20,1
Einstreu	Weizenstroh 75 % Gerstenstroh 25 %	Weizenstroh 50 % Gerstenstroh 5% Dinkelspelzen 45 %	Weizenstroh 80 % Gerstenstroh 20 %
Nippeltränkenlinien	2	4	3
Anzahl Nippel	745	809	1228
Tiere/Nippel	11,6	8,8–9,3	11
Auffangschale	ja (8 x 8 cm)	nein	nein
Wasserversorgung	öffentl. Netz	öffentl. Netz	eigener Brunnen
Durchgänge mit kompletter RT-Anzahl	4	0	4
Tiere/RT (komplett)	133	-	163
Durchgänge mit reduzierter RT-Anzahl	4	5	4
Tiere/RT (reduziert)	263	223–234	246

RT = Rundtränke; LT = Lebenstag

Untersuchung der Tiergesundheit und der Tränkwasserqualität

Neben Verhaltensbeobachtungen wurden bei jedem Besuch 100 Enten hinsichtlich des Gefieders (Qualität und Verschmutzung) und der Tiergesundheit (Nasenlochverstopfungen, Augenentzündungen und Hornhautverletzungen, Hyperkeratose und Nekrose der Paddel, Ergebnisse werden nur teilweise hier dargestellt) untersucht. Dabei wurden willkürlich 50 Tiere auf der Nippeltränkenseite (20 Tiere vorne, 15 in der Mitte und 15 Tiere hinten im Stall) und 50 Tiere auf der Rundtränkenseite (15 Tiere vorne, 15 in der Mitte und 20 Tiere im hinteren Stallbereich) ausgewählt. Für die mikrobiologische Wasseruntersuchung hinsichtlich Gesamtkeimzahl und Anzahl an *Enterobacteriaceae* wurden bei jedem Betriebsbesuch mithilfe von sterilen Einwegspritzen die Sammelwasserproben direkt aus den Nippeltränken, falls vorhanden, aus den Auffangschalen sowie den Rundtränken gezogen. Die Rundtränkenwasserproben wurden immer zwei Stunden nach Herunterlassen der Tränke entnommen, d. h. um ca. 12:00 Uhr. Die restlichen Proben (Nippeltränke, Auffangschale und ggf. Brunnen) wurden zur selben Zeit gezogen. Sämtliche Wasserproben wurden nach der Ziehung sofort gekühlt, bei 4 °C gelagert und nach dem Transport im Labor bearbeitet.

Staub- und Ammoniakmessungen

Im Rahmen eines Bestandsbesuchs wurden gleichzeitig Gesamtstaub- und Schadgasmessungen vorgenommen. Das Staubsammelgerät wurde hierzu zusammen mit den Ammoniakmessgeräten in einen Drahtkorb gelegt. Sämtliche Geräte waren so ausgerichtet, dass sie sich etwa auf Schnabelhöhe der Enten befanden. Die Messungen erfolgten in jedem Betrieb an exakt festgelegten Messpunkten, die unter dem Gesichtspunkt Tränke-, Futter- oder Ruhebereich ausgewählt worden waren. Aufgrund der unterschiedlichen Stallbreiten ergaben sich 35 Messpunkte für Betrieb 1, für Betrieb 2 und 3 jeweils 45 Messpunkte. Der Gesamtstaub wurde mit dem Modell 8520 DUSTTRAKTM Aerosol Monitor der Firma TSI, Shoreview (USA) nach 30 Sekunden Wartezeit ab Erreichen des Messpunktes gemessen. Das Ablesen der Ammoniakmessgeräte (Dräger Mini/Warn, Firma Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck, Deutschland) erfolgte parallel zum Ablesen des Staubgeräts. Da sowohl die Staub- als auch die Ammoniakwerte von der Art und Häufigkeit der Stalleinstreu abhängig sind, wurden sowohl der Einstreuzeitpunkt als auch die Einstreuart mit erfasst. Zwischen dem Einstreuen durch den Landwirt und den Staub- und Ammoniakmessungen lagen mehrere Stunden bzw. es wurde bei zweimal täglichem Einstreuen das zweite Einstreuen nach Beendigung der Messungen durchgeführt.

Statistische Auswertung Die statistische Auswertung erfolgte durch die Programmpakete Microsoft® Excel® für Mac Excel 2010, PASW Statistics 18.0 und R. Sie wurde durch das Statistische Beratungslabor (StaBLab) der Ludwig-Maximilians-Universität München und das Steinbeis-Forschungszentrum ancoreStatistics (www.ancore-statistics.de) unterstützt. Letzteres führte die Auswertung der Bonitur mithilfe des Computerprogramms R (R Development Core Team, 2010) in der Version 2.11.1. durch. Als statistisch signifikant wurden diejenigen Ergebnisse angesehen, deren p-Werte kleiner als das Signifikanzniveau von 0,05 waren. Um die Betriebe untereinander zu vergleichen wurde für die Parameter Gesamtkeimzahl, *Enterobacteriaceae*, Ammoniak und Staub der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Um eine bessere Approximation an die Normalverteilung zu erhalten wurden die Werte transformiert (ln[Gesamtkeimzahl], ln[1+*Enterobacteriaceae*], ln [1+Ammoniak] und ln[1+Staub]). Der Einfluss von Tagestemperatur und -luftfeuchte auf die Gesamtkeimzahl und die Zahl an *Enterobacteriaceae* wurde mittels multiplem linearen Regressionsmodell berechnet. Für die Auswertung der Boniturmerkmale Nasenlochverstopfung und Augenentzündung wurde der Qui-Quadrat-Test nach Pearson sowie zusätzlich ein kumulatives Regressionsmodell (nur Augenentzündung) angewendet.

Ergebnisse

Tränkwasserqualität

Nachfolgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über die ermittelten mikrobiologischen Werte der Tränkwasser-

TABELLE 2: *Gesamtübersicht über die Gesamtkeimzahl und die Anzahl an Enterobacteriaceae in KbE/ml von allen Tränkeformen in den Versuchsbetrieben (NT = Nippeltränke; AS = Auffangschalen; RT = Rundtränke; n = Anzahl an Proben; die Rundtränkenprobe setzt sich aus vier Einzelproben zusammen)*

		Betrieb 1			Betrieb 2		Betrieb 3	
		NT	AS	RT	NT	RT	NT	RT
Gesamtkeimzahl	n	62	62	15	75	10	89	15
	MW	13 209	5 174 411	2 467 313	6012	4 686 666	13 536	4 957 211
	SEM	2891	564 137	409 647	1187	1 691 069	3298	2 018 201
	Median	7050	3 750 000	1 950 625	3900	2 680 000	7450	1 777 500
	SD	22 764	4 442 019	1 586 559	10 285	5 347 630	31 115	7 816 460
	Min	500	900 000	506 625	200	496 667	75	372 750
	Max	170 000	27 900 000	5 933 333	85 000	16 750 000	260 000	25 525 000
Anzahl an *Enterobacteriaceae*	n	42	44	11	79	10	66	12
	MW	29	47 300	22 142	163	10 947	105	11 176
	SEM	9	11 057	5064	54	1826	53	4233
	Median	10	26 500	20125	10	11 468	20	5212
	SD	60	73 344	16 796	485	5777	433	14 665
	Min	0	0	1293	0	1800	0	849
	Max	310	430 000	58 000	3000	20 325	3500	51 000

untersuchung. Die festgestellte Gesamtkeimzahl an KbE/ml schwankte sowohl von Tränkeform zu Tränkeform als auch von Betrieb zu Betrieb.

Während der Mittelwert der Nippeltränken von Betrieb 1 (13 210 ± 2891 KbE/ml) dem von Betrieb 3 (13 536 ± 3298 KbE/ml) nahezu glich, lag der Mittelwert der Nippeltränken von Betrieb 2 deutlich niedriger (6013 ± 1188 KbE/ml). Bei den Mittelwerten der Rundtränken verhielt es sich anders. Hier ähnelten sich die Mittelwerte von Betrieb 2 (4 686 667 ± 1 691 069 KbE/ml) und Betrieb 3 (4 957 211 ± 2 018 201 KbE/ml). Betrieb 1 hingegen lag mit einer Keimzahl von 2 467 314 ± 409 648 KbE/ml (MW ± SEM) darunter. Betrieb 1 verfügte zusätzlich noch über Auffangschalen unter den Nippeltränken. In diesen wurde die höchste Keimbelastung gemessen (MW ± SEM: 5 174 412 ± 654 137 KbE/ml, Max.: 27 900 000 KbE/ml). Betrieb 3 wurde statt mit Trinkwasser über Brunnenwasser versorgt. Es entsprach nach eigenen Qualitätsprüfungen ebenfalls Trinkwasserqualität (8 ± 7 KbE/ml).

Die mittleren Gesamtkeimzahlen in KbE/ml in den Rundtränken lagen in allen Versuchsbetrieben signifikant ($p < 0{,}001$, t-Test für unabhängige Stichproben, ln[Gesamtkeimzahl]) höher als die an den Nippeltränken. In Betrieb 1 konnte in den zusätzlichen Auffangschalen, insgesamt gesehen, die höchste mittlere Gesamtkeimzahl ermittelt werden. Sie lag sowohl signifikant über der Gesamtkeimzahl der Nippeltränken als auch über der der Rundtränken.

Hinsichtlich der Anzahl an *Enterobacteriaceae* in KbE/ml waren ebenfalls Schwankungen zu beobachten. Bei den Nippeltränken waren sie innerhalb des ersten Betriebs mit einem Mittelwert von 29 ± 9 KbE/ml am geringsten. Die mittleren Keimgehalte von Betrieb 2 (163 ± 55 KbE/ml) und 3 (105 ± 53 KbE/ml) lagen geringfügig höher. Bei der Anzahl von *Enterobacteriaceae* in den Rundtränken wurde im Betrieb 1 ein mittlerer Keimgehalt von 22 143 ± 5064 KbE/ml gemessen. Betrieb 2 (10 948 ± 1827 KbE/ml) und Betrieb 3 (11 177 ± 4234 KbE/ml) lagen geringfügig niedriger. Mit 47 300 ± 11 057 KbE/ml war der mittlere Gehalt an *Enterobacteriaceae* in den Auffangschalen am höchsten. Auch das Brunnenwasser von Betrieb 3 erfüllte Trinkwasserqualität (Anzahl *Enterobacteriaceae*: 0 KbE/ml).

Ähnlich wie bei der Gesamtkeimzahl lag auch die mittlere Anzahl an *Enterobacteriaceae* in den Rundtränkenproben in allen Versuchsbetrieben signifikant ($p < 0{,}001$, t-test für unabhängige Stichproben, ln[1+*Enterobacteriaceae*]) höher als die an den Nippeltränken. Auch in den Auffangschalen (Betrieb 1) konnte ein signifikant höherer Keimgehalt als in den Nippeltränken festgestellt werden. Ein signifikanter Unterschied im Hinblick auf die Anzahl an *Enterobacteriaceae* konnte in den Tränkeangeboten Auffangschalen und Rundtränken nicht ermittelt werden ($p = 0{,}656$, t-test für unabhängige Stichproben, ln[1+*Enterobacteriaceae*]).

Um zu überprüfen, ob die Tagestemperatur und die Tagesluftfeuchte einen Einfluss auf die Gesamtkeimzahl (KbE/ml) oder die Anzahl an *Enterobacteriaceae* (KbE/ml) hatten, erfolgte die Auswertung mittels multiplem linearen Regressionsmodell (Tab. 3).

Eine signifikante Wirkung beider Parameter auf die Gesamtkeimzahl oder die Anzahl an *Enterobacteriaceae* konnte nicht festgestellt werden. Die Wechselwirkungen Probenart*Tagestemperatur, zentriert und Probenart*Tagesfeuchte, zentriert innerhalb des jeweiligen multiplen linearen Regressionsmodells waren für beide Parameter nicht signifikant.

Betrachtet man die Tränkwasseruntersuchung auf Salmonellen, so konnten in allen drei Betrieben Salmonellen nachgewiesen werden (10 x *S. Cholerasuis*; 3 x *S. Arizonae*; 2 x *S. Kottbus*). Bei den insgesamt 226 untersuchten Wasserproben aus den Nippeltränken konnten in einer davon Salmonellen nachgewiesen werden (n = 1, 0,44 %, Betrieb 1). In den 62 Proben aus den Auffangschalen konnte in neun Proben (14,5 %, alle Betrieb 1) ein positiver Nachweis erfolgen. Bei den Rundtränken mit 184 Proben waren in fünf Proben Salmonellen nachweisbar (2,71 %, alle drei Betriebe).

TABELLE 3: *Multiples lineares Regressionsmodell ln(Gesamtkeimzahl), (Anzahl n = 308; R2 = 0,874, korrigiertes R2 = 0,870) bzw. ln(1 + Enterobacteriaceae), (Anzahl n = 245; R2 = 0,730, korrigiertes R2 = 0,717); MW Tagestemperatur: 17,78 °C; MW Tagesluftfeuchte: 87,71 %; der Parameter Probenart umfasst die Tränken: Nippeltränke, Auffangschalen und Rundtränken*

Parameter	Signifikanz	
	Gesamtkeimzahl	*Enterobacteriaceae*
Probenart	< 0,001	< 0,001
Tagestemperatur, zentriert	0,954	0,562
Tagesfeuchte, zentriert	0,995	0,85
Probenart* Tagesfeuchte, zentriert	0,288	0,533
Probenart* Tagestemperatur, zentriert	0,776	0,257

Stallklima (Staubgehalt und Ammoniak)

In der Abbildung 3 werden alle erhobenen Staubwerte (n = zehn Durchgänge [Betrieb 2] bzw. n = 16 Durchgänge [Betrieb 1 und 3]; Anzahl an Messpunkten pro

Besuch: Betrieb 1: 35 Messpunkte; Betrieb 2 und 3: 45 Messpunkte) zusammenfassend dargestellt. Insgesamt gesehen wurde eine durchschnittliche Staubkonzentration in der Stallluft zwischen 0,53 ± 0,09 (Betrieb 2, Versuch, 1. ZF) und 1,08 ± 0,2 mg/m³ (Betrieb 1, Kontrolle, 2. ZF) festgestellt. In Betrieb 1 und 3 konnte eine tendenzielle Reduzierung des Staubgehalts der Stallluft bei Vorhandensein der Rundtränken ermittelt werden. Die Staubwerte in Betrieb 2 blieben annähernd konstant.

Nach t-Test Berechnungen (ln[1+Staub]) übten weder das Vorhandensein der Rundtränken (Kontrolle vs. Versuch) noch das Zeitfenster (1. oder 2. Besuch) einen signifikanten Effekt auf den Staubgehalt der Stallluft in allen Versuchsbetrieben aus.

In Abbildung 4 werden alle erhobenen Ammoniakwerte zusammenfassend dargestellt. Die Anzahl der Durchgänge und Messpunkte der jeweiligen Betriebe entsprechen denen der Staubgehalt-Messungen. Es wurde insgesamt eine durchschnittliche Ammoniakkonzentration zwischen 4,33 ± 1,21 ppm (Betrieb 2, Kontrolle, 1. Zeitfenster) und 8,76 ± 0,24 ppm (Betrieb 2, Versuch, 2. Zeitfenster) ermittelt. Während in Betrieb 1 und 3 die Ammoniakkonzentrationen zu den Versuchsbesuchen hin annährend konstant blieben oder abnahmen, war in Betrieb 2 ein Anstieg der Ammoniakwerte zu beobachten.

Nach t-Test-Berechnungen (ln [1+Ammoniak]) wurde der Ammoniakgehalt in der Stallluft weder durch die Rundtränken (Kontrolle vs. Versuch) noch über das Zeitfenster (1. oder 2. Besuch) signifikant beeinflusst.

Tiergesundheit (Augenentzündung und Nasenlochverstopfung)

Betrachtet man alle drei Betriebe zusammen, dann hatten die bonitierten Enten in den einzelnen Betrieben zu 82,4–86,7 % keine Augenentzündung, 9,6–12,8 % hatten eine einseitige und 3,8–4,8 % eine beidseitige Augenentzündung (Abb. 5). Während es in Betrieb 2 keinen Unterschied zwischen den durchgeführten Kontroll- und Versuchsdurchgängen gab, hatten die Enten in Betrieb 1 und Betrieb 3 in den Versuchsdurchgängen weniger Augenentzündungen als in den Kontrolldurchgängen ($p < 0{,}001$, Qui-Quadrat-Test nach Pearson). Auch im Stallseitenvergleich gab es in Betrieb 2 keinen Unterschied. In Betrieb 1 und Betrieb 3 dagegen traten in den Versuchsdurchgängen auf der Rundtränkenseite weniger Augenentzündungen auf als auf der Nippeltränkenseite. Diese Unterschiede waren zum Teil signifikant. Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Rundtränken hatte in Betrieb 1 und 3 (jeweils $p < 0{,}001$, Qui-Quadrat-Test nach Pearson) einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Augenentzündungen. In beiden Betrieben hatten die Enten mit Zugang zu der reduzierten Anzahl an Rundtränken signifikant weniger Augenentzündungen. In Betrieb 2 fanden keine Durchgänge mit kompletter Rundtränkenanzahl statt. Zur weiteren Analyse der Augenentzündungen wurde das kumulative logistische Regressionsmodell verwendet. Der Mittelwert der metrischen Prädiktoren betrug für Staub 0,82 mg/m³ und für Ammoniak 6,74 ppm. Sie wurden jeweils stallseitenabhängig ermittelt. Die Schwellenwerte für die Augenentzündung in Bezug auf

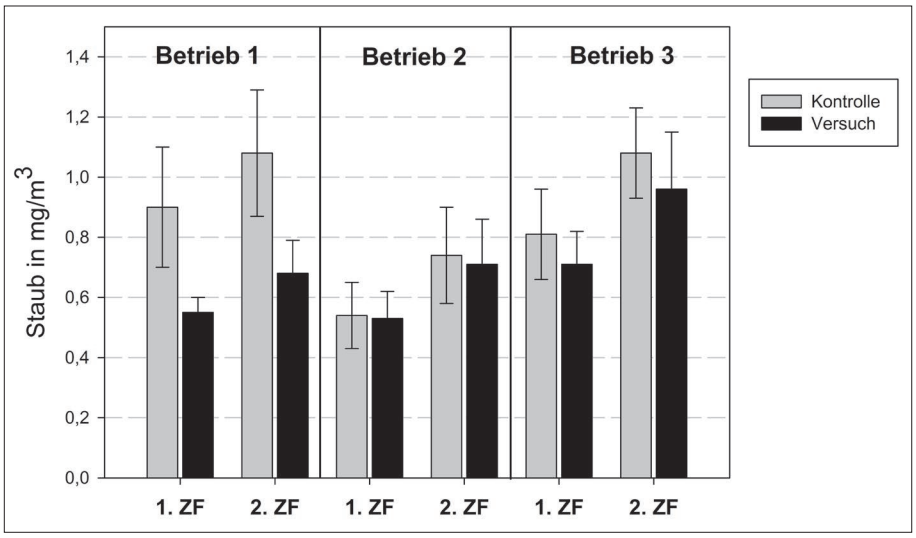


ABBILDUNG 3: *Übersicht des durchschnittlichen Staubgehaltes in mg/m³ in allen drei Betrieben im Vergleich (Mittelwerte ± SEM; n = 10 [Betrieb 2]) Durchgänge bzw. 16 Durchgänge (Betrieb 1 und 3); pro Besuch wurden an 35 (Betrieb 1) bzw. 45 (Betrieb 2 und 3) Messpunkten Staubwerte ermittelt, ZF = Zeitfenster (1. ZF = 28.–32. LT, 2. ZF = 35.–39. LT).*

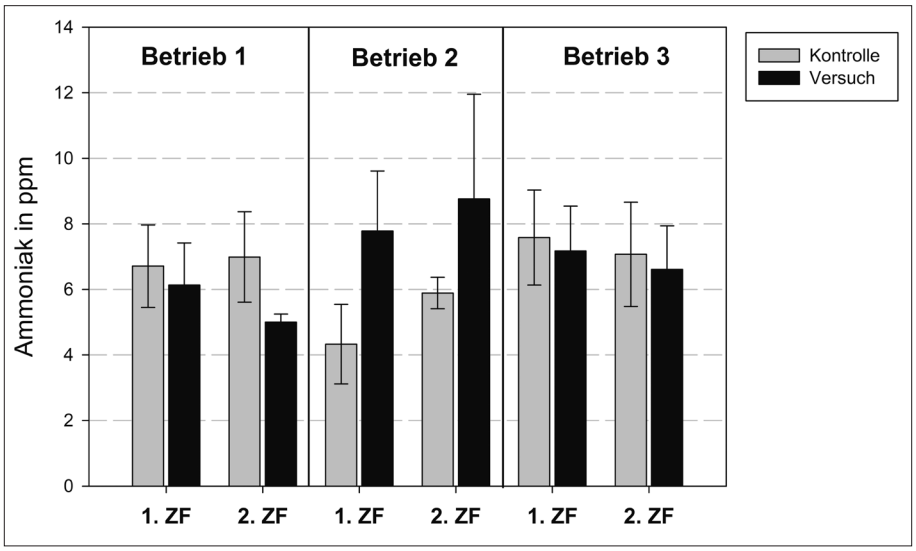
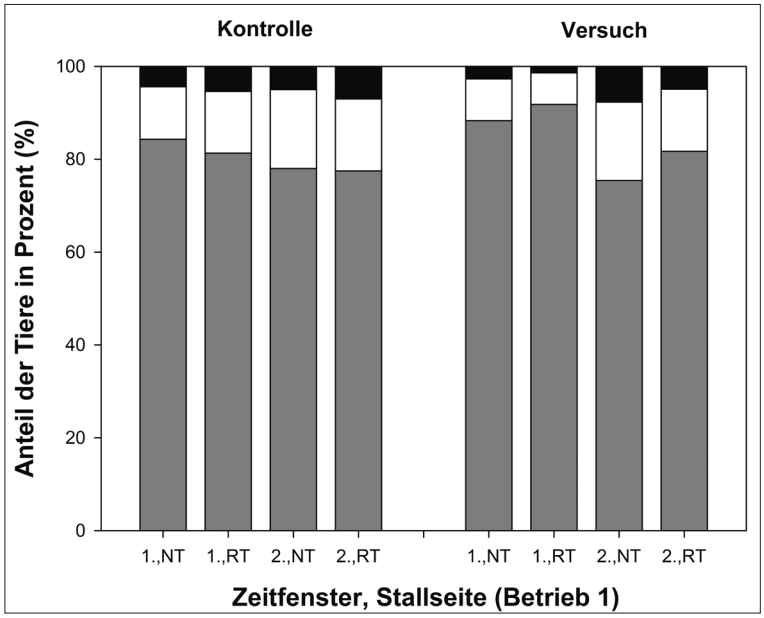
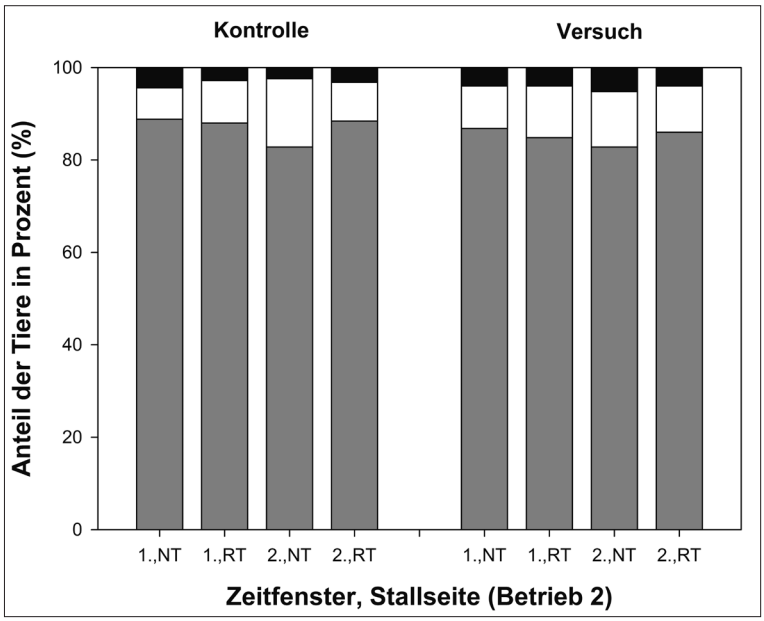


ABBILDUNG 4: *Übersicht über den durchschnittlichen Ammoniakgehalt in ppm (MW ± SEM) in allen drei Betrieben im Vergleich (n = 10 [Betrieb 2]) Durchgänge bzw. 16 Durchgänge (Betrieb 1 und 2); pro Besuch wurden an 35 (Betrieb 1) bzw. 45 (Betrieb 2 und 3) Messpunkten Ammoniakwerte ermittelt, ZF = Zeitfenster (1. ZF = 28/32. LT, 2. ZF = 35.-39. LT).*





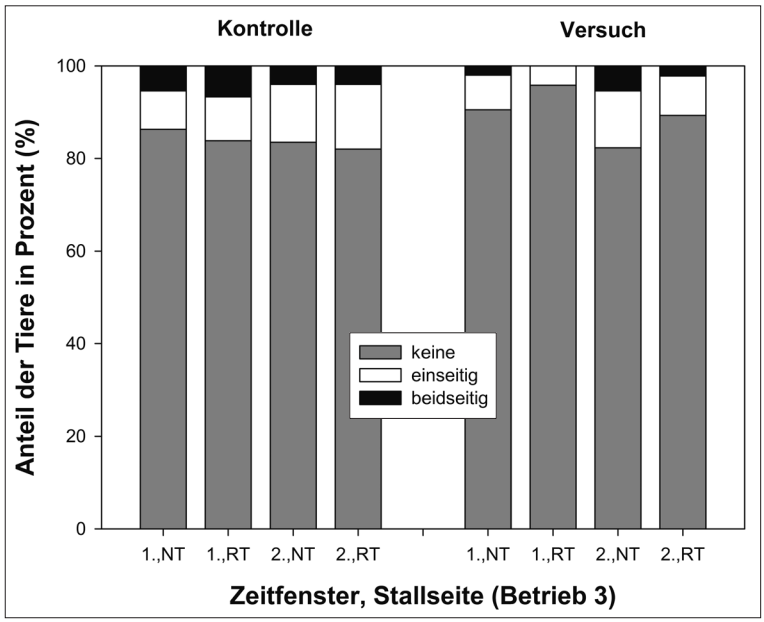


ABBILDUNG 5: *Übersicht über den durchschnittlichen Anteil der Tiere in Prozent (%) mit Augenentzündung in allen drei Betrieben, unterschieden nach Tränke (Kontrolle, Versuch mit Rundtränke), Besuch (1 = 1. Besuch, 2 = 2. Besuch) und Stallseite (NT = Nippeltränkenseite, RT = Rundtränkenseite), Betrieb 1: Durchgang I-VIII, n = 350–400 Enten pro dargestelltem Balken; Betrieb 2: Durchgang I-V, n = 250 Enten pro dargestelltem Balken; Betrieb 3: Durchgang I-VIII, n = 400 Enten pro dargestelltem Balken.*

die Modelle Betrieb*Besuchsart*Staub, zentriert und Betrieb*Besuchsart*Ammoniak, zentriert lauteten:

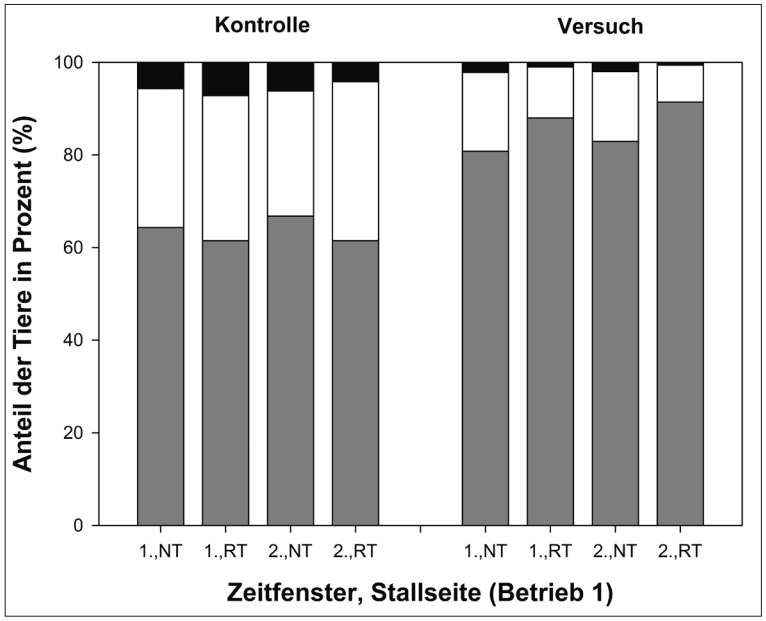
- $\theta 1 = 1{,}79$ bzw. 1,96
- $\theta 2 = 3{,}22$ bzw. 3,44

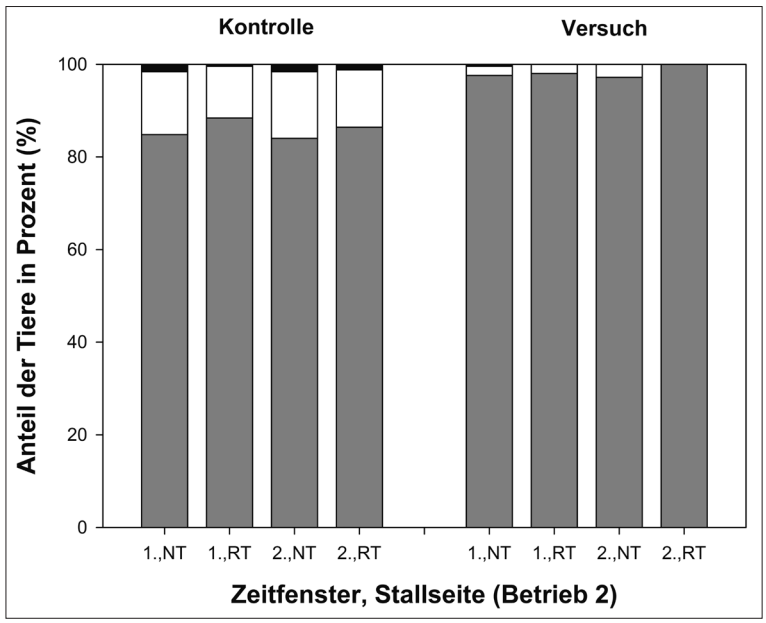
Wie bereits aus den relativen Häufigkeiten in Abbildung 5 ersichtlich, waren die jeweiligen kumulierten Chancen sehr hoch. Die Chance, eine Ente ohne Augenentzündung zu beobachten, war um das 6,0 (bzw. 7,1)-fache höher als eine Ente mit Augenentzündung (exp[1,79] bzw. exp[1,96]). Das Risiko, eine beidseitige Augenentzündung anzutreffen, war um das ca. 25,0 (bzw. 31,2)-fache geringer als keine oder eine einseitige Augenentzündung (exp[3,22] bzw. exp[3,44]). Diese Interpretationen gelten auch hier nur bei Annahme der jeweiligen Mittelwerte der metrischen Prädiktoren.

Bei Betrachtung des eigentlichen Modells Augenentzündung Betrieb*Besuchsart*Staub, zentriert fiel auf, dass mit zunehmender Staubkonzentration grundsätzlich die kumulierten Chancen für eine Augenentzündung geringer wurden. Es erhöhte sich daher die Anzahl an Augenentzündungen. Eine signifikante Verschiebung ($p < 0{,}001$) der Schwellenwerte war jedoch lediglich in Betrieb 1 und Betrieb 3 in den Kontrolldurchgängen zu beobachten (Betrieb 1, Kontrolle: $\beta = 0{,}79$, $p < 0{,}001$; Betrieb 3, Kontrolle: $\beta = 0{,}92$, $p < 0{,}001$).

Das Modell Augenentzündung Betrieb*Besuchsart*Ammoniak, zentriert verhielt sich nicht so einheitlich wie das Regressionsmodell Staub. In Betrieb 1 und in Betrieb 2 hatte ein Anstieg der Ammoniakkonzentration einen negativen linearen Einfluss auf die Zahl der Augenentzündungen. Sie nahmen folglich zu. Dieser Einfluss war nur in Betrieb 1 während der Kontrolldurchgänge ($\beta = 0{,}08$, $p < 0{,}001$) und in Betrieb 2, bei den Versuchsdurchgängen signifikant ($\beta = 0{,}03$, $p = 0{,}009$). In Betrieb 3 waren keine signifikanten Zusammenhänge nachweisbar (Kontrolle: $\beta = -0{,}01$, $p = 0{,}390$; Versuch: [$\beta = -0{,}03$, $p = 0{,}112$]).

Die bonitierten Enten hatten in den einzelnen Betrieben zu 74,2–93,7 % freie Nasenlöcher, zu 5,5–22,0 % eine einseitige und zu 0,7–3,8 % eine beidseitige Nasenlochverstopfung (Abb. 6). In den Versuchsdurchgängen gab es in allen Betrieben signifikant weniger Nasenlochverstopfungen als in den Kontrolldurchgängen (Betrieb 1–3: $p < 0{,}001$). Bezüglich der Veränderung zwischen den beiden Besuchen gab es keine stallübergreifende Tendenz. Im Stallseitenvergleich gab es in den Kontrolldurchgängen keinen signifikanten Unterschied, in den Versuchsdurchgängen dagegen waren auf der Rundtränkenseite weniger Nasenlochverstopfungen zu beobachten als auf der Nippeltränkenseite (Betrieb 1: $p < 0{,}001$, Betrieb 3: $p < 0{,}001$). Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Rundtränken hatte in allen drei Betrieben einen





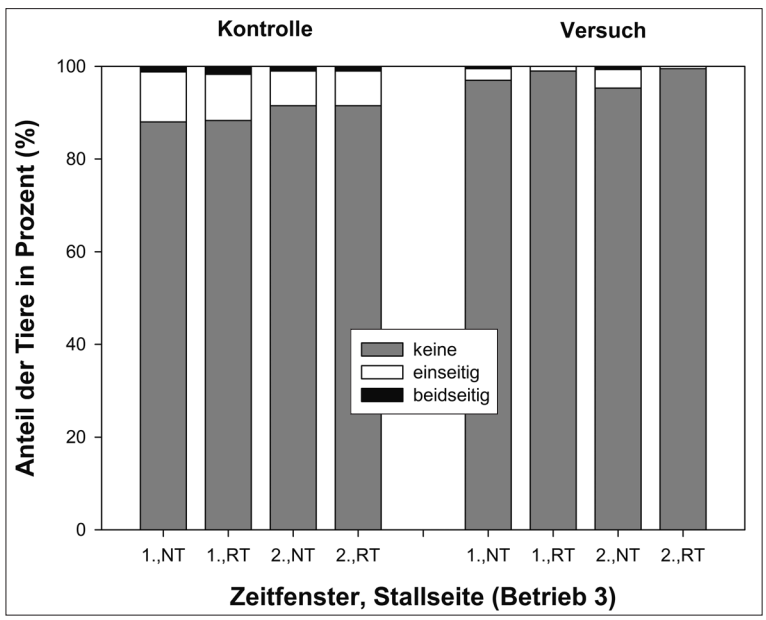


ABBILDUNG 6: *Übersicht über den durchschnittlichen Anteil der Tiere in Prozent (%) mit Nasenlochverstopfung in allen drei Betrieben, unterschieden nach Tränke (Kontrolle, Versuch mit Rundtränken), Besuch (1 = 1. Besuch, 2 = 2. Besuch) und Stallseite (NT = Nippeltränkenseite, RT = Rundtränkenseite), Betrieb 1: Durchgang I-VIII, n = 350–400 Enten pro dargestelltem Balken; Betrieb 2: Durchgang I-V, n = 250 Enten pro dargestelltem Balken; Betrieb 3: Durchgang I-VIII, n = 400 Enten pro dargestelltem Balken.*

signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Nasenlochverstopfungen (Betrieb 1–3: $p < 0{,}001$). Während in Betrieb 1 die Zahl der Nasenlochverstopfungen mit zunehmender Rundtränkenanzahl signifikant zurück ging ($p < 0{,}001$), hatten die Enten in Betrieb 3 mit Zugang zu der reduzierten Anzahl an Rundtränken etwas weniger Nasenlochverstopfungen (98,7 % keine) als mit der kompletten Anzahl an Rundtränken (96,0 % keine). Die Enten ohne den Zugang zu den Rundtränken wiesen signifikant mehr Nasenlochverstopfungen (89,8 % keine) auf als die beiden Gruppen mit Rundtränken ($p < 0{,}001$). In Betrieb 2 fanden keine Durchgänge mit kompletter Rundtränkenanzahl statt. Alle statistischen Berechnungen bezüglich der Nasenlochverstopfungen wurden mittels Qui-Quadrat-Test nach Pearson berechnet.

Diskussion

Es bestehen besondere Anforderungen an die Wasserqualität und -hygiene bei der Produktion von Lebensmittel liefernden Tieren. Die Gesundheit und Leistung der Nutztiere wird durch diesen Umstand entscheidend beeinflusst. Es gibt keine rechtliche Fixierung, die das Tränkwasser für Tiere, vergleichbar der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2001) für Menschen, regelt. Hartung und Kamphues (2000) sehen bei einer vollständigen inhaltlichen Übertragung der TrinkwV (2001) auf Tiere keine praktikable Umsetzung, wobei eine Orientierung für Lebensmittel liefernde Tiere durchaus sinnvoll erscheint. Es wurden im Rahmen des 28. Umwelthygieneseminars „Wasserqualität und Tierhaltung – Bedeutung für Umwelt und Gesundheit“ am 18.02.2000 an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover zwölf Leitsätze für die Wasserversorgung der Haustiere erarbeitet. Kamphues et al. (2007) erweiterte die Thematik mit den „Empfehlungen zur Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkwasser für Lebensmittel liefernde Tiere unter Berücksichtigung der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen“. Seit Juni 2007 existiert ein Orientierungsrahmen zur Beurteilung der Tränkwasserqualität, der seitens des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, vormals BMELV) den Ländern und der Wirtschaft in der Bundesrepublik zur Anwendung bereitgestellt wurde. In diesem Orientierungsrahmen werden insbesondere die Rechtsgrundlagen für Tränkwasser und Maßstäbe für die Bestimmung der Qualität dargestellt sowie Tipps zur Probennahme erteilt und Orientierungswerte für bestimmte Parameter empfohlen.

Die originäre hygienische Qualität des eingespeisten Wassers wies in allen drei Betrieben Trinkwasserqualität

auf und erfüllte somit auch die Vorgaben des „Orientierungsrahmens hygienische Qualität von Tränkwasser zur futtermittelrechtlichen Beurteilung von Tränkwasser (2007)". Diese Qualität konnte jedoch bei den Wasserangeboten in den Auffangschalen und Rundtränken grundsätzlich nicht mehr gehalten werden (Tab. 2). Nach Kamphues und Schulz (2002) kommen für die hohe durchschnittliche Gesamtkeimzahl, da die originäre Qualität des Wassers Trinkwasserqualität entsprach, entweder die Technik der Wasserbereitstellung oder die Kontamination des Wassers im Bereich der Tränkevorrichtung infrage. Da keine Zwischenbevorratung des Wassers erfolgte und die Förderstrecke des Wassers nach jedem Mastdurchgang gereinigt wurde, ist der Grund des hohen Keimgehalts in den Tränkeangeboten, Auffangschalen und Rundtränken selbst zu suchen. Der Nachteil offener Tränken, der in der Gefahr der Verunreinigung durch Kot besteht, ist bekannt (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., 2009). Während der Besuche konnte visuell auch eine Verschmutzung mit Futterresten, Federn und Staubpartikeln beobachtet werden. Der besonders hohe Gesamtkeimzahlgehalt in den Auffangschalen im Vergleich zu den Rundtränken kann eventuell dadurch erklärt werden, dass das Wasser dort relativ lange stand und sich regelrechte „Kontaktsuppen" bilden konnten. Der Mittelwert der Gesamtkeimzahl der Rundtränke von Betrieb 1 (2 467 31 ± 409 648 KbE/ml) wich gering von Betrieb 2 (4 686 667 ± 1 691 069 KbE/ml) und Betrieb 3 (4 957 211 ± 2 018 202 KbE/ml) ab. Bei den Nippeltränken konnte in Betrieb 2 der niedrigste Gesamtkeimzahlgehalt (6012 ± 1188 KbE/ml) festgestellt werden. Die Mittelwerte der Nippeltränken von Betrieb 1 (13 210 ± 2891 KbE/ml) und 3 (13 536 ± 3298 KbE/ml) ähnelten sich stark. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2000) sieht einen Nippel pro zehn Tiere vor. Ein niedrigeres Tiere/Nippel-Verhältnis könnte eventuell zu einer geringeren Verschmutzung der Nippeltränke führen und somit die Gesamtkeimzahl geringer halten. Ein Einfluss der Tagestemperatur auf die Gesamtkeimzahl in KbE/ml konnte nicht ermittelt werden, obwohl bei sommerlichen Temperaturen in der Mittagszeit (Probenentnahme RT: 12:00 Uhr) ein Keimanstieg zu erwarten gewesen wäre. Es ist eine geringe Standzeit des Tränkwassers zu vermuten. Daraus kann eine gute Annahme der Rundtränken durch die Enten gefolgert werden. Die hohe Gesamtkeimzahl in KbE/ml in Rundtränken und die noch höhere Gesamtkeimzahl in Auffangschalen, deren beider Keimgehalte sich betriebsabhängig signifikant zu dem der Nippeltränken unterschieden, hatten offensichtlich nach den eigenen Untersuchungen keine gesundheitliche Auswirkung auf die Enten. Nach Angaben der Mäster musste keiner der von uns wissenschaftlich begleiteten Durchgänge behandelt werden. Die durchschnittlichen Verluste in der Mastphase betrugen nach Damme et al. (2010) 2,71 % während der Kontrolldurchgänge und 2,42 % während der Versuchsdurchgänge mit Zugang zu den Rundtränken.

Wie bei der Gesamtkeimzahl, so war auch die *Enterobacteriaceae*-Anzahl in KbE/ml in den Nippeltränkenproben am geringsten, gefolgt von den Rundtränken und den Auffangschalen. Die Keimgehalte der beiden letztgenannten verhielten sich betriebsabhängig signifikant zu denen der Nippeltränkenproben. Der fast dreimal so hohe *Enterobacteriaceae*-Gehalt der Auffangschalen, verglichen mit den Rundtränken (Tab. 2), könnte erklären, warum insgesamt gesehen, in den Auffangschalen die höchste Anzahl der zu den *Enterobacteriaceae* gehörenden Salmonellen gefunden werden konnten. Ebenso wie bei der Gesamtkeimzahl in KbE/ml konnte kein Einfluss der Tagestemperatur auf die Anzahl an *Enterobacteriaceae* in KbE/ml ermittelt werden.

Insgesamt wurden 226 Nippeltränken-, 62 Auffangschalen- und 46 Rundtränkenproben, die sich aus je vier Einzelproben zusammensetzten, auf Salmonellen untersucht. 15-mal konnten diese festgestellt werden. Die Salmonellenfunde verteilten sich auf eine Nippeltränkenprobe (n = 226; 0,44 %), neun Auffangschalenproben (n = 62; 14,5 %) und fünf Rundtränkenproben (n = 184; 2,71 %). In den Betrieben 2 und 3 war stets nur die Rundtränkenprobe, welche die offenen Tränkesysteme am Ende des Stalls umfasste, betroffen. In den Ecken des Stalls befanden sich nach eigenen Beobachtungen häufig Kümmerer. Sie könnten an einer latenten Salmonellose gelitten und Keime ausgeschieden haben, oder es handelte sich bei den gefundenen Salmonellen um Darmpassanten. Am häufigsten war das Serovar *S. Choleraesuis* (zehnmal), gefolgt von *S. Arizonae* (dreimal) und *S. Kottbus* (zweimal) vertreten. Es ist fraglich, inwieweit die Kontamination des Tränkwassers zu einer Belastung des Tieres oder des Schlachtkörpers und somit des Menschen führte. Da im Rahmen des Feldversuchs keine Kloakentupferproben an lebenden Tieren entnommen wurden und über die bakteriellen Fleischuntersuchungen keine Details bekannt waren, ist hinsichtlich dieser Thematik keine Aussage zu treffen. Diese Untersuchungen legen aus Verbraucherschutzgründen zwei Handlungsstrategien nahe: Zum einen sollte bedacht werden, ob auf Auffangschalen verzichtet werden sollte, da in ihnen in Betrieb 1 60 % (= neun Proben) der Salmonellen nachgewiesen worden sind. Zum anderen ist das tägliche Reinigen offener Tränken, wie vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (2009) veröffentlicht, unabdingbar. Für die Reinigung kann aufgrund dieser Ergebnisse ein Zeitpunkt zeitnah zum Befüllen der Rundtränken empfohlen werden.

Eine negative Beeinträchtigung der Gesundheit von Pekingenten konnte in dieser Studie nicht festgestellt werden. Auch nachteilige Auswirkungen durch die Rundtränken in Hinsicht auf die Mastendgewichte der Pekingenten (Kontrolle: 3,00 kg/Tier vs. Versuch: 2,99 kg/Tier [E: 0,048]) und die Gesamt-Verluste in % (Verluste während Mastphase, Transport und Schlachthof; Kontrolle: 5,05 % vs. Versuch 4,75 % [SE: 0,388]) konnten durch die Landesanstalt für Landwirtschaft im Rahmen des Feldversuchs nicht festgestellt werden. Laut Lundqvist et al. (2006) kommen die Enten relativ gut in nasser, schmutziger Umgebung zurecht. Diese Aussage bestätigte sich auch in vorliegender Studie. Es bleibt dennoch zu beachten, dass es sich in der vorliegenden Studie lediglich um die Ergebnisse von drei Betrieben handelt. Auch wenn in der vorliegenden Studie in den drei untersuchten Betrieben keine negativen Effekte der Keimzahlen im Wasser auf die Entengesundheit festzustellen waren, so beinhalten hohe Keimzahlen grundsätzlich ein Risiko, die sich unter anderen Haltungs- und Herkunftsbedingungen in anderen Betrieben durchaus negativ auf die Entengesundheit auswirken könnten. Neben einem guten Management der Elterntierherden und der Qualität der eingestallten Küken ist für die Gesunderhaltung der Tiere ein gutes Stallklima sowie Hygienemanagement während der Mastphase dringend erforderlich.

Wie der Abbildung 5 zu entnehmen ist, betrug der am höchsten gemessene Mittelwert an Staub 1,08 ± 0,21 mg/m³. In keinem der Betriebe konnte mittels t-Test-Berechnungen binnen eines Zeitfensters eine signifikante Beeinflussung der Staubwerte durch die Besuchsart festgestellt werden. Auch ein signifikanter Einfluss des Zeitfensters innerhalb der Tränkeart (Kontrolle vs. Versuch) war nicht zu ermitteln. Der durchschnittliche Staubgehalt betrug während der Kontrollbesuche zwischen 0,54 ± 0,11 (Betrieb 2, 1. ZF) und 1,08 ± 0,21 mg/m³ (Betrieb 2, 2. ZF). Während der Versuchsbesuche lag er hingegen zwischen 0,53 ± 0,09 (Betrieb 2, 1. ZF) und 0,96 ± 0,19 mg/m³ (Betrieb 3, 2. ZF). Auch wenn keine Signifikanz ermittelt werden konnte, so besteht jedoch eine auffallende Tendenz, dass die Staubwerte während der Versuchsdurchgänge mit Rundtränken absinken. Der Staubmittelwert eines jeden Versuchsbesuchs lag unter dem des dazugehörigen Kontrollbesuchs. Der Hauptgrund für das Absinken der Staubwerte war wahrscheinlich im Anstieg der Luftfeuchte zu suchen. Sie war bei den Versuchsbesuchen durch das Angebot der Rundtränken im Durchschnitt erhöht (Mittelwert der relativen Luftfeuchte in %: Betrieb 1: 87,42 [Kontrolle]vs. 90,95 [Versuch]; Betrieb 2: 89,37 [Kontrolle] vs. 92,19 [Versuch]; Betrieb 3: 80,99 [Kontrolle] vs. 85,00 [Versuch]). Die Luftfeuchte ist laut Hoy et al. (2006) ein beeinflussender Faktor des Staubgehalts.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die hier ermittelten Staubmittelwerte unter den vom Institut für Arbeitssicherheit gesetzlich geforderten 10 mg/m³ für einatembare Stäube, unter der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geforderten maximalen Arbeitsplatzkonzentration von 4 mg/m³ (Hoy et al., 2006), unter dem durchschnittlichen inhalierbaren Staubgehalt in Geflügelställen von 3,60 mg/m³ (Petermann, 2006) und unter der von Zucker et al. (2005) ermittelten durchschnittlichen Staubkonzentration von 1,4 mg/m³ (Min.: 0,3 mg/m³; Max.: 10,3 mg/m³) in Entenställen lagen.

Die mittleren Ammoniakwerte dieser Studie lagen stets unter 10 ppm. In den Vereinbarungen der verschiedenen deutschen Bundesländer über die Haltung von Pekingenten sowie in den Empfehlungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (2000) heißt es, dass der Ammoniakgehalt im Tierbereich in der Stallluft unter 10 ppm liegen sollte und dauerhaft 20 ppm nicht überschreiten darf. Den höchsten Ammoniakdurchschnittswert erreichte Betrieb 2 mit 8,76 ± 3,19 ppm (2. Zeitfenster, Versuchsdurchgang). Wie bei den Staubwerten konnte in keinem der Betriebe mittels t-Test-Berechnungen innerhalb eines Zeitfensters ein signifikanter Einfluss der Tränkevariante auf die Ammoniakwerte festgestellt werden. Eine Beeinflussung der Ammoniakkonzentration der Stallluft durch den Zeitpunkt des Besuchs war ebenfalls nicht erkennbar. Auch die Stallseite schien keinen Einfluss auf den Ammoniakgehalt der Luft zu besitzen. Hierfür ist der Grund, wie bei den Staubwerten auch, wahrscheinlich in der Unterdrucklüftung zu suchen.

Insgesamt gesehen ist das Ergebnis dieser Untersuchungen akzeptabel, denn in den Versuchen von Manz (2005) wurde gegen Ende der Mast eine dauerhafte Überschreitung der Ammoniakwerte von 20 ppm festgestellt. In den Versuchsdurchgängen von Heubach (2007) betrug der mittlere Ammoniakgehalt im Stall zwischen 9,0 ppm und 15,5 ppm. In beiden Vorversuchen lagen somit die Werte über den hier festgestellten Mittelwerten.

Als Gründe für den relativ niedrigen Ammoniakgehalt kommen in Betracht:

– Anordnung der Rundtränken (in jedem Stall wurde die Rundtränke auf der Seite, zu welcher sich das Gefälle neigte und sich die Abflüsse befanden, angebracht. Der Wasserablauf war so gut wie möglich gewährleistet.)

– Höhenanpassung Tränken (eine optimal angepasste Höheneinstellung der Tränke minimiert die Gefahr feuchter Einstreu [Damme und Hildebrand, 2002]; sofern die Tränke zu hoch eingestellt ist, wird sie zum Beispiel von den Enten so lange in Schwingung versetzt, bis eine Wasseraufnahme möglich ist; dabei kann Wasser überschwappen und zu feuchter Einstreu führen.)

– Zeitlich eingeschränkter Zugang zur Rundtränke (für eine zeitliche Einschränkung des Wasserzugangs sprechen nicht nur wasserhygienische und wirtschaftliche Vorteile; die Durchfeuchtung der Einstreu kann so in Grenzen gehalten werden, was sich positiv auf Luftfeuchtigkeit und Ammoniakgehalt auswirkt.)

– Einstreu (Strohhäcksel, wie sie vorwiegend eingesetzt wurden, verkleben sich in Verbindung mit Feuchtigkeit und lassen den Ammoniak nicht entweichen [Schmitz, 2007]. Tägliches Einstreuen, wie es in den Vereinbarungen der Länder Bayern [2003] und Niedersachsen [2003] und den Empfehlungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft [2000] gefordert wird, wurde in den Versuchsbetrieben durchgeführt und ist unerlässlich, um den Ammoniakgehalt der Stallluft bei Einsatz der Rundtränke positiv zu beeinflussen. Gegen Mastende sollte sogar zweimal täglich eingestreut werden. Die Landesanstalt für Landwirtschaft stellte betriebsunabhängig einen signifikant höheren Strohverbrauch während der Besuchsart Versuch fest. Dieser war notwendig, um die Feuchtigkeit in der Einstreu, welche vor allem bei der arttypischen Ausführung der Badebewegung entsteht, aufzusaugen und die Entstehung einer hohen Luftfeuchte zu minimieren [siehe Höhenanpassung der Tränke.])

– Lüftung (eine gute Luftrate verdünnt zum einen den Ammoniakgehalt der Stallluft, und zum anderen wird ein starker Anstieg der Luftfeuchtigkeit verhindert. Diese entstammt laut Pingel [2008] vor allem dem hohen Wassergehalt von frischem Entenkot [85–90 %]. Feuchtes, basisches Milieu, in welchem die harnstoffabbauenden Bakterien am besten bei sommerlichen Temperaturen arbeiten [Müller und Schlenker, 2004; Damme und Hildebrand, 2002], kann durch gute Lüftung gemildert werden.).

Mit Zugang zu den modifizierten Rundtränken traten in den Versuchsdurchgängen auch weniger Augenentzündungen auf als in den Kontrolldurchgängen. Küster (2007) konnte dagegen wegen des sehr geringen Aufkommens an Augenentzündungen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Tränkeformen beobachten. In Betrieb 1 und Betrieb 2 wurden in den Versuchsdurchgängen auf der Rundtränkenseite weniger Augenentzündungen festgestellt als auf der Nippeltränkenseite. In den Kontrolldurchgängen konnte kein Unterschied zwischen den Stallseiten festgestellt werden, sodass der Einfluss von Zugluft (Kopp, 2005), dem die Enten auf einer bestimmten Seite eines Stalles ausgesetzt sein könnten, in dieser Studie ausgeschlossen werden konnte. Mit Zunahme der Mastdauer traten in Betrieb 1 und Betrieb 3 mehr Augenentzündungen auf. Aufgrund dieser Ergebnisse ist anzunehmen, dass sich andere Faktoren wie äußere Umweltbedingungen und Stallklima

negativ auf die Augen auswirken und das Entstehen von Augenentzündungen begünstigen, wie es auch von Kopp (2005) und von Luttitz (2005) beschrieben wurde. Laut Kopp (2005) ist aufgrund der Vielfalt der möglichen Faktoren, die häufig auch zusammenwirken, unter Praxisbedingungen das Auftreten von leichten Konjunktivitiden kaum zu vermeiden.

Die Auswertung der Augenentzündung in Hinsicht auf die nachweislich signifikante Beeinflussung des Ammoniaks zeigte sich literaturkonform. Mit ansteigendem Ammoniakgehalt erhöhte sich die Chance für eine Augenentzündung (Ahmad, 1969; Saif, 2008). Eine Keratokonjunktivitis führt nach Saif (2008) zu einem tränenden Auge. Die Wahrscheinlichkeit für eine schmutzigere Augenumgebung steigt, da sich nun Schmutzpartikel mit Tränenflüssigkeit verkleben können. Somit erhöht der Anstieg des Ammoniakgehalts die Wahrscheinlichkeit für eine Augenentzündung und eine verschmutzte Augenumgebung. Hinsichtlich des Einflusses des Staubgehalts auf die Augen fällt ebenfalls auf, dass eine Erhöhung des Staubgehalts das Risiko für eine Augenentzündung ansteigen lässt.

Die Nasenlöcher der Enten werden durch das sogenannte Schnabelwaschen gereinigt. Die Ente taucht den Schnabel in das Wasser und bläst zur Säuberung Luft durch die Nasenlöcher (Reiter, 1997). An den Nippeltränken war es den Enten nicht möglich den Schnabel zu waschen, was laut Simantke und Fölsch (2002) dazu führt, dass die Nasenlöcher der Tiere verschmutzen und verstopfen. Tatsächlich verminderte das zusätzliche Angebot der modifizierten Rundtränken das Auftreten von Nasenlochverstopfungen und Verlegungen der Nasenhöhlen. In den Versuchsdurchgängen hatten die Enten deutlich weniger Nasenlochverstopfungen und Verlegungen der Nasenhöhlen als in den Kontrolldurchgängen, in denen sie nicht die Möglichkeit hatten, die Schnäbel einzutauchen. Ein Unterschied in der Anzahl der Nasenlochverstopfungen zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Besuchszeitpunkten konnte weder mit noch ohne Zugang zu den Rundtränken beobachtet werden. Im zweiten Besuch traten in Betrieb 2 auf der Rundtränkenseite der Kontrolle und in Betrieb 3 auf der Nippeltränkenseite des Versuchs signifikant weniger Verlegungen der Nasenhöhlen auf als beim ersten Besuch. In allen anderen Fällen war die Abnahme der verlegten Nasenhöhlen nicht signifikant. Da diese Veränderung zwischen den Besuchen in unterschiedlichen Ställen, auf verschiedenen Stallseiten und einmal mit und einmal ohne Zugang zu den Rundtränken eintrat, kann keine sichere Erklärung gefunden werden. In den Versuchsdurchgängen waren auf der Rundtränkenseite weniger Nasenlochverstopfungen zu beobachten als auf der gegenüberliegenden Nippeltränkenseite. Dies könnte an der Nutzung des Wasserangebots zum Schnabelwaschen liegen, während es ohne zusätzliches Wasserangebot keinen Unterschied zwischen den Stallseiten gab. In Betrieb 2 hatten in den Versuchsdurchgängen insgesamt so viele Tiere freie Nasenlöcher, dass ein Unterschied zwischen den Stallseiten nicht signifikant war. Da in Betrieb 2 – anders als in den beiden anderen Betrieben – bei fast der Hälfte der Durchgänge mit Dinkelspelzen eingestreut wurde und diese weniger Staub entwickeln als Stroheinstreu, könnte auch die unterschiedliche Einstreu Einfluss auf das Auftreten von Nasenlochverstopfungen und Verlegungen der Nasenhöhlen gehabt haben.

In einem experimentellen Versuchsdesign wäre sicherlich die beidseitige Anordnung der Rundtränken gewählt worden, um die Voraussetzungen für einen Wahlversuch, Rundtränke versus Nippeltränke, zu optimieren. Da es sich um einen Feldversuch handelte, konnten die Rundtränken jeweils nur auf der Gefälleseite des Stalles installiert werden, und die Tränken waren somit nur auf einer Stallseite für die Enten zugänglich. In den Untersuchungen zum Verhalten der Pekingenten, die parallel zu dieser Datenerhebung stattfanden, konnte sehr deutlich gezeigt werden, dass es keinen Unterschied im Verhalten der Enten in den Kontrolldurchgängen, sprich in den Durchgängen ohne Zugang zu den Rundtränken, gab. Eine Präferenz der Enten für eine bestimmte Stallseite konnte somit ausgeschlossen werden. Zudem wurden bei jedem Betriebsbesuch 200 Enten auf der Stallseite mit ausschließlich Nippeltränken markiert und die Seitenwechsel dieser Enten in der nachfolgenden Videobeobachtung ausgewertet. Detaillierte Ergebnisse zum Verhalten und zu den Seitenwechseln der Enten werden in einer Folgepublikation dargestellt (Rauch et al., 2016). Beim Einsatz der Rundtränken kommt es sowohl zu einem vermehrten Arbeitsaufwand (Kontrolle der Höheneinstellung und Reinigen der Rundtränken, vermehrtem Einstreuen, häufigerem Gülleabtransport) als auch zu veränderter Beschaffenheit der Gülle. Die während der Versuchsdurchgänge von Enten vermehrt ausgeschiedene Wassermenge (nach Damme et al. [2010] stieg der Wasserverbrauch signifikant bei Zugang zu den Rundtränken um 14 % [2,7 l/Ente] im Vergleich zur Kontrolle) konnte nicht wie in den Kontrolldurchgängen durch Stroheinstreu ausreichend gebunden werden, weshalb der Anteil an nicht gebundener Gülle stieg. Da die Stallungen mit ihrem geringen Gefälle von 0,5–1,0 % und mit unzureichender Anzahl und Durchmesser der vorhandenen Abflüsse nicht auf das zusätzlich anfallende Spritzwasser ausgelegt waren, durchnässte die Einstreu und es kam auf der Gefälleseite zur Bildung von Pfützen, die von den Enten auch zur Wasseraufnahme genutzt wurden. Dies ist aus hygienischer Sicht äußerst bedenklich. Aufgrund der gerade beschriebenen Problematik der starken Durchnässung der Einstreu wurde die Rundtränkenanzahl nach den Ergebnissen der ersten Durchgänge um 30–50 % reduziert. Dies zeigt, wie wichtig ein guter Wasserabfluss ist. Ausreichendes Gefälle in Kombination mit gut funktionierender Entwässerung sollte daher in Neu- und Umbauten von Entenmastställen unbedingt berücksichtigt werden. Auch der Einbau von Kunststoffrosten mit darunter liegenden Güllekanälen ist denkbar. So könnte das von Enten genutzte Wasser direkt in Entwässerungskanälen aufgefangen und anfallende Exkremente besser durch Stroheinstreu gebunden werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle gewonnen Erkenntnisse deutlich machen, dass die modifizierte Rundtränke AquaDuc T® gegenüber der Nippeltränke von den Pekingenten eindeutig bevorzugt wurde. Sie stellt für die Enten eine Bereicherung dar, da sie ihnen ein Eintauchen des Kopfes, arttypisches Trinken und Seihen, Gefiederpflege mit Wasser und ein Schnabelwaschen und Reinigen der Augen ermöglicht. In den hier dargestellten Gesundheitsbeurteilungen (Augenentzündung und Nasenlochverstopfung) schnitten die Enten mit Zugang zu den Rundtränken fast immer besser ab als die Tiere mit ausschließlichem Zugang zu den Nippeltränken. Bei den insgesamt 42 wissenschaftlich

begleiteten Mastdurchgängen mit jeweils zwei Betriebsbesuchen gab es vereinzelte Ausnahmen. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die Enten, die in den Versuchsdurchgängen auf der Rundtränkenseite hinsichtlich Augenentzündungen und Nasenlochverstopfungen bonitiert wurden, besser abschnitten als die Enten auf der Nippeltränkenseite des Versuchsdurchganges. Dies lässt die Vermutung zu, dass die Anordnung der Rundtränken optimiert werden könnte, indem diese auf beiden Stallseiten angeboten werden. Allerdings ist die Installation der Rundtränken an das Vorhandensein eines Gefälles auf der jeweiligen Stallseite gebunden, so dass die beidseitige Bereitstellung von Rundtränken nur in Neubauten oder mit einer entsprechenden Unterkonstruktion (inkl. entsprechendem Entmistungssystem) aus erhöhten Rosten realisierbar scheint.

In dieser Studie lag sowohl die Gesamtkeimzahl als auch die Anzahl an *Enterobacteriaceae* in KbE/ml in den Rundtränken stets höher als an den Nippeltränken (Mittelwert Gesamtkeimzahl in KbE/ml: Nippeltränke 10 950; Rundtränke 3 955 846). Dennoch konnte in dieser Studie keine negative Beeinträchtigung der Gesundheit von Pekingenten festgestellt werden. Eine gute Tränkehygiene ist für die Gesundheit der Enten essenziell.

Weitere Untersuchungen, wie z. B. die Untersuchung der Schlachtkörper, könnten darüber hinaus wichtige Ergebnisse liefern. Das zusätzliche Angebot der Rundtränken AquaDuc T® stellte sich demnach mit den hier untersuchten Parametern für die Entenmast auch aus tierhygienischer Sicht durchaus als akzeptabel heraus.

Danksagung

Das Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), ehemalige Bezeichnung Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV), über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) gefördert (FKZ: UGV04070807086) und baute auf dem Forschungsprojekt A/03/13 „Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer und wirtschaftlicher Aspekte“ auf.

Conflict of interest

Es bestehen keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderen persönlichen Interessen an einem Produkt, Service und/oder einer Firma, welche die in diesem Manuskript dargestellten Inhalte oder Meinungen beeinflussen könnten.

Literatur

Ahmad MB (1969): Specific and non-specific conditions affecting Avian Eyes. The Vet Bull 39(10): 681–687.

Bader F (2013): Untersuchungen zur Etablierung von modifizierten Rundtränken in Kombination mit optimiertem Wasserabfluss zur tiergerechten Wasserversorgung bei der Haltung von Pekingmastenten und ihr Einfluss auf das Verhalten und die Tiergesundheit in der Praxis. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Damme K, Hildebrand RA (2002): Geflügelhaltung: Legehennen, Hähnchen, Puten; Management, Tierschutz, Umwelt, Ökonomie. Ulmer, Stuttgart.

Damme K, Zapf K, Heyn E, Bergmann S, Harnisch N, Hirsch N, Erhard MH (2010): Offene Tränken verteuern die Mast. DGS 31: 35–41.

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft EV (2000): Entenmast – Merkblatt 292. Frankfurt am Main.

Folorunso OR, Kayode S, Onibon VO (2014): Poultry Farm Hygien: Microbiological Quality Assessment of Drinking Water Used in Layer Chickens Managed under Battery Cage and Deep Litter Systems at Three Poultry Farms in Southwest Nigeria. Pak J Biol Sc 17: 74–79.

Harnisch N (2012): Einsatz von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierverhalten und wasserassoziierte Gesundheitsparameter. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Hartung J, Kamphues J (2000): Benötigen wir eine Tränkwasserverordnung? Empfehlungen zur Wasserversorgung von Nutz- und Liebhabertieren. Dtsch Tierarztl Wochenschr 107: 343–345.

Heubach MC (2007): Untersuchungen zu Alternativen in der Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Gesichtspunkte. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Hirsch N (2011): Einsatz von modifizierten Rundtränken als tiergerechte Wasserversorgung für Pekingmastenten unter Praxisbedingungen und ihr Einfluss auf Tierhygiene und verschiedene Gesundheitsparameter. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Hoy S, Gauly M, Krieter J (2006): Nutztierhaltung und -hygiene: Grundwissen Bachelor. Ulmer, Stuttgart.

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.

Kamphues J, Schulz I (2002): Praxisrelevante Aspekte der Wasserversorgung von Nutz- und Liebhabertieren. Übersichten zur Tierernährung 31: 65–107.

Kopp J (2005): Feldstudie zur artgemäßen Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer und wirtschaftlicher Aspekte. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft EV (2009): Wasserversorgung in der Geflügelhaltung; Wasserbedarf – Technik – Management. Darmstadt. KTBL-Heft 83.

Küster Y (2007): Tierfreundliche Haltungsumwelt für Pekingenten – Untersuchungen zu Rundtränken, Duschen und Ausläufen unter Berücksichtigung des Verhaltens, der Tiergesundheit und der Wirtschaftlichkeit. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Lundqvist ML, Middleton DL, Radford C, Warr GW, Magor KE (2006): Immunoglobulins of the non-galliform birds: Antibody expression and repertoire in the duck. Dev Comp Immunol 30: 93–100.

Von Luttitz H (2004): Enten und Gänse halten. Ulmer, 4. Aufl., Stuttgart.

Manz M (2005): Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten unter Berücksichtigung hygienischer Aspekte. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Müller W, Schlenker G (2004): Kompendium der Tierhygiene: Gesundheitsschutz, Tierschutz, Umweltschutz, Verbraucherschutz. Lehmann, Berlin.

Näther G, Alter T, Martin A, Ellerbroek L (2009): Analysis of risk factors for *Campylobacter* species infection in broiler flocks. Poult Sci 88:1299–1305.

Oester H, Fröhlich E, Hirt H (1997): Wirtschaftsgeflügel. In: Sambraus HH, Steiger A (Hrsg.): Das Buch vom Tierschutz. Enke Verlag, Stuttgart.

Petermann S (2006): Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von Nutztierställen; ein tierärztlicher Leitfaden. Enke, Stuttgart.

Pingel H (2008): Enten und Gänse, Ulmer, Stuttgart (Hohenheim).

Rauch E, Damme K, Firnkäs N, Hirsch N, Erhard MH, Bergmann S (2016): Verhalten als ein Indikator des Wohlbefindens beim Einsatz der AquaDuc T® Rundtränke bei Pekingmastenten unter Feldbedingungen. Berl Münch Tierärztl Wochenschr 129 (1/2): 28–39.

Reiter K (1997): Das Verhalten von Enten (*Anas platyrhynchos* f. *domestica*) (Literaturstudie). Arch Geflügelk 61 (4): 149–161.

Remy FB (2005): Tiergerechte Wasserversorgung von Pekingenten (*Anas platyrhynchos* f. *domestica*) unter dem Aspekt Tierverhalten und Tiergesundheit. München, LMU, veterinärmed. Fak., Diss.

Renwick SA, Irwin RJ, Clarke RC, McNab WB, Poppe C, McEwen SA (1992): Epidemiological associations between characteristics of registered broiler chicken flocks in Canada and the *Salmonella* culture status of floor litter and drinking water. Can Vet J 33: 449–458

Saif YM (2008): Noninfectious diseases. In: Diseases of poultry. Blackwell, Ames, Iowa, 1178–1179.

Schmitz C (2007): Für Stroh spricht sein günstiger Preis. DGS 44: 20–26.

Simantke C, Fölsch DW (2002): Ethologische Begründung des Wasserbedarfs von Pekingenten bei der Stallmast. Gutachten im Auftrag von: „Vier Pfoten e. V." Hamburg. Witzenhausen

Zucker BA, Scharf P, Kersten C, Müller W (2005): Einfluss einer Biowäscher-Chemowäscher-Kombination auf die Emission von Bioaerosolen aus einem Entenmaststall. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 65: 370–373.

Empfehlungen, freiwillige Vereinbarungen, Gesetzestexte, Orientierungsrahmen, Richtlinien und Verordnungen

Hygienische Qualität von Tränkwasser – Orientierungsrahmen zur futtermittelrechtlichen Beurteilung, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007),http://www.bmel.de/DE/Tier/Tierernaehrung/_texte/Orientierungsrahmen-Traenkwasser.html, Datum des Zugriffs: 07.04.2015

Europaratsempfehlung für die Haltung von Pekingenten (1999): Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen: Empfehlungen in Bezug auf Pekingenten (*Anas Platyrhynos*), angenommen auf der 37. Sitzung des ständigen Ausschusses am 22. Juni 1999, URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/EU-Haltung-Pekingenten.pdf?__blob=publicationFile, Datum des Zugriffs: 07.04.2015

Trinkwasserverordnung (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Novellierung vom 21. Mai 2001.

Vereinbarung des niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der niedersächsischen Geflügelwirtschaft über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten (2003): Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2003), http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ml.niedersachsen.de%2Fdownload%2F72726%2FPekingentenvereinbarung.pdf&ei=wJUjVZXqJYyhsAHAsYTYDA&usg=AFQjCNG51jXY3rxFoCfMEz8k3hxNektIaw, Datum des Zugriffs: 07.04.2015.

Vereinbarung zwischen dem bayerischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz, dem bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten und dem Landesverband der bayerischen Geflügelwirtschaft über die Mindestanforderungen an die Haltung von Pekingmastenten (2003): Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz (2003), Referat 108 (Tierschutz), AZ. 108-42503/2-497.

Korrespondenzadresse:
Dr. Elke Rauch
Veterinärwissenschaftliches Department
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung
Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
Veterinärstr. 13/R
80539 München
rauch@lmu.de