

**Aus dem Institut für Geflügelkrankheiten
und dem Institut für Tierpathologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Korrelationen zwischen dem Befiederungszustand,
der intestinalen Mikrobiota, sowie
von pathohistologischen Untersuchungen an Organen
bei konventionell gehaltenen Mastputen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Lara Elisabeth Jaeger
Tierärztin aus Düsseldorf**

**Berlin 2020
Journal-Nr.: 4056**

**Aus dem Institut für Geflügelkrankheiten
und dem Institut für Tierpathologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Korrelationen zwischen dem Befiederungszustand, der intestinalen Mikrobiota, sowie
von pathohistologischen Untersuchungen an Organen
bei konventionell gehaltenen Mastputen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt durch
Lara Elisabeth Jaeger
Tierärztin
aus Düsseldorf**

**Berlin, 2020
Journal- Nr.: 4056**

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Hafez Mohamed Hafez
und
Univ.-Prof. Dr. Achim Gruber
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Marcus Fulde

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

turkeys, feathers, skin, duodenum, jejunum, caecum, pancreas, histology,
pathology, animal welfare

Tag der Promotion: 16.09.2020

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<https://dnb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-96729-077-6

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2020

Dissertation, Freie Universität Berlin

D188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2020

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Einleitung.....	7
1.1 Federpicken und Kannibalismus	7
1.2 Schnabelbehandlung im Kontext zum Tierschutz und zur Praxis	7
1.3 Fachlicher Hintergrund dieser Arbeit.....	8
1.4 Strategie und Hypothese der Dissertation.....	10
2 Literaturübersicht.....	13
2.1 Federpicken und Kannibalismus als multifaktorielles Geschehen	15
2.2 Haltungsstress	17
2.3 Stallstrukturierung und Besatzdichte	18
2.4 Lichtregime	20
2.5 Genetik	21
2.6 Fütterungsregime.....	23
2.7 Clostridien.....	28
3 Material, Methoden und Tiere.....	29
3.1 Verwendete Materialien.....	29
3.2 Auswahl der beprobten Tiere	29
3.3 Probenmaterial für die histologische und mikrobiologische Untersuchung.....	30
3.3.1 Hautproben	30
3.3.2 Darmproben.....	31
4 Methoden.....	32
4.1 Vorbehandlung der Proben	32
4.1.1 Vorbehandlung der Proben für die histologische Untersuchung	32
4.1.2 Vorbehandlung der Proben für die bakteriologische Untersuchung.....	32
4.2 Aufbewahrung der Proben.....	32
4.2.1 Aufbewahrung der für die Histologie vorgesehenen Proben.....	32
4.2.2 Aufbewahrung der für die Bakteriologie vorgesehenen Proben.....	32
4.3 Aufbereitung der Haut- und Darmproben für die histologische Untersuchung	32
4.4 Aufbereitung der Darmproben für die bakteriologische Untersuchung	33
4.5 Auswertung der Proben.....	36
4.5.1 Auswertung der histologischen Schnitte.....	36
4.5.2 Auswertung der bakteriologischen Befunde.....	46
4.6 Statistische Verfahren	46

5	Ergebnisse.....	48
5.1	Histologische Untersuchung.....	48
5.1.1	Zusammenhang von Gefiederschäden und histologischem Nachweis von Immunzellen in der Haut.....	48
5.1.2	Histologische Untersuchung der Pankreata.....	59
5.1.3	Untersuchung auf Branching der Krypten im Darm.....	62
5.2	Bakteriologische Untersuchung.....	64
6	Diskussion und Ausblick.....	66
6.1	Dermale Umgebung der Federfollikel.....	67
6.2	Histologische Untersuchung der Haut.....	68
6.3	Histologische Untersuchung des Darms.....	68
6.4	Bakteriologische Untersuchung des Darms.....	69
6.5	Histologische Untersuchung der Pankreata.....	71
6.6	Untersuchung auf Branching.....	72
6.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	72
7	Zusammenfassung.....	74
8	Summary.....	76
9	Literaturverzeichnis.....	78
10	Anhang.....	91
10.1	Gemittelte Werte je Betrieb.....	91
10.2	Zusätzliche Abbildungen.....	99
10.3	Unabhängige Überprüfung der Statistik.....	100
10.3.1	Bescheinigung von Lukas Holzmeier, Lutterstraße 30, 33617 Bielefeld.....	100
10.3.2	Testergebnisse.....	101
10.3.3	Tabelle mit den Rohdaten.....	112
11	Danksagung.....	114
	Eidesstattliche Erklärung.....	115

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überblick über das Studiendesign.	12
Abbildung 2: Bestimmung der Gesamtkeimzahl, coliformen Bakterien und Clostridien	35
Abbildung 3: Heterophile Granulozyten in der Halshaut (interfollikulär) (HE-Färbung)	38
Abbildung 4: Lymphozyten in diffuser Verteilung (HE-Färbung)	39
Abbildung 5: Lymphozyten in Verteilung in Gruppen (HE-Färbung)	39
Abbildung 6: Lymphozytenvorkommen in breiter Zotte mit zusätzlich Lymphozyten in follikulärer Anordnung (HE-Färbung)	40
Abbildung 7: Lymphozyten in follikulärer Anordnung (HE-Färbung)	40
Abbildung 8: Grad 1 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung)	42
Abbildung 9: Grad 2 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung)	42
Abbildung 10: Grad 3 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung)	43
Abbildung 11: Grad 4 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung)	43
Abbildung 12: Branching der Krypten im Duodenum (HE-Färbung)	45
Abbildung 13: Stirnzapfen ohne Ulzeration und schwerer Entzündung im Vergleich zu Abbildung 14 (HE-Färbung)	48
Abbildung 14: Stirnzapfen mit Ulzeration und schwerer Entzündung (serozelluläre Kruste und eingelagerte Kokken mit heterophilen Granulozyten und Lymphozyten) (HE-Färbung)	49
Abbildung 15: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder ⊕ - und Gefieder ⊖ Puten im Stirnzapfen	50
Abbildung 16: Halshautprobe mit Ulzeration, heterophilen Granulozyten, Lymphozyten und Epithel (HE-Färbung)	50
Abbildung 17: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder ⊕ - und Gefieder ⊖ Puten in Halshautproben	51
Abbildung 18: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder ⊕ - und Gefieder ⊖ Puten an den Lokalisationen Brusthaut (A), Schulterhaut (B), Kloakenhaut (C) und Kloaken-Schleimhaut (D)	52
Abbildung 19: Federlose Stelle mit aktivierten Federfollikeln	53
Abbildung 20: Umgebung eines Federfollikels mit Lymphozytenvorkommen in der Brust (HE-Färbung)	54
Abbildung 21: Federfollikel in der Brust einer Gefieder ⊕ Pute (HE-Färbung)	54
Abbildung 22: Relativer Anteil der Hautproben, in welchen die Umgebung des Federfollikels als „histologisch abweichend“ gewertet wurde	56
Abbildung 23: Lymphozytenansammlung in Zotte des Duodenums (HE-Färbung)	57
Abbildung 24: Lymphozyten in breiter Zotte im Jejunioileum (HE-Färbung)	57
Abbildung 25: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder ⊕ - und Gefieder ⊖ Puten in Hautproben des Duodenums (A), Jejunioileums (B) und Caecums (C)	58
Abbildung 26: Pankreas mit lymphatischen Einrichtungen (aggregiert) (HE-Färbung)	59
Abbildung 27: Verteilung der Pankreata mit lymphatischen Einrichtungen über die 8 Betriebe	60
Abbildung 28: Verteilung der Scores von lymphatischen Einrichtungen in den Pankreata von Puten aus der Gruppe der Gefieder ⊕ und Gefieder ⊖-Tiere	61
Abbildung 29: „Branching“ der Krypten im Darm in den Abschnitten Duodenum, Jejunioileum und Caecum	63
Abbildung 30: Verteilung der Bakterienzahlen der Gefieder ⊕ - und Gefieder ⊖ Puten hinsichtlich A. Gesamtkeimzahl, B. Coliforme, C. Clostridien	65
Abbildung 31: Federlose Stelle mit intakter Haut	67
Abbildung 32: Überprüfung der Verteilung der Infiltrationsgrade auf Vorliegen einer Normalverteilung	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Faktoren, die Federpicken und Kannibalismus beeinflussen können (nach HAFEZ 1997).	16
Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten Materialien und deren Hersteller	29
Tabelle 3: Übersicht über Altersgruppen, Geschlecht und Gruppengrößen der beprobten Puten in den Betrieben	30
Tabelle 4: Beschreibung der Probenentnahmestellen	31
Tabelle 5: Übersicht über die Nährmedien und die darin selektiv angezüchteten Bakterien.....	33
Tabelle 6: Untersuchungsparameter und Lokalisation der histologischen Proben	36
Tabelle 7: Einteilung der Ausprägungsgrade der Infiltrationen.	37
Tabelle 8: Gradeinteilung für lymphatische Einrichtungen, die in Gruppen bzw. "Follikel" vorlagen....	41
Tabelle 9: Übersicht über die histologischen Befunde der dermalen Umgebung von Federfollikeln....	55
Tabelle 10: Verteilung der Scores des Vorkommens von lymphatischen Einrichtungen im Pankreas von Gefieder ⊕ und Gefieder ⊖ Puten	61
Tabelle 11: Anzahl Puten der beiden Gruppen, die positiv für Clostridien in den angegebenen Darmabschnitten waren.....	64
Tabelle 12: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 1	91
Tabelle 13: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 2	92
Tabelle 14: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 3	93
Tabelle 15: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 4	94
Tabelle 16: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 5	95
Tabelle 17: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 6	96
Tabelle 18: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 7	97
Tabelle 19: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 8	98

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
B.U.T	British United Turkeys
bzw.	beziehungsweise
°C	Celsius (Grad)
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm ²	Quadratzentimeter
et al.	et alii (und andere)
Gefieder ⊕	intaktes Gefieder
Gefieder ⊖	Gefiederschäden
h	Stunde
HE	Hämatoxylin-Eosin-Färbung
Hrsg.	Herausgeber
KbE	Kolonie bildende Einheiten
mg	Milligramm
min	Minute
mm	Millimeter
ml	Milliliter
n.d.	nicht durchgeführt / not detected
n.s.	nicht signifikant
µg	Mikrogramm
s	Sekunde
s.u.	siehe unten
s.o.	siehe oben
Tab.	Tabelle
x	multipliziert mit
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Federpicken und Kannibalismus

In der Mastputenhaltung kommt es vielfach zu Schäden des Gefieders und zu Hautverletzungen, die durch gegenseitiges Federpicken entstehen. Federpicken und Kannibalismus treten jedoch nicht nur bei Mastputen auf, sondern sind als Untugenden seit langer Zeit auch bei anderem Wirtschaftsgeflügel und Ziervögeln bekannt. Schon im Jahr 1486 wurde über Federzupfen und Zehenpicken bei Habichten (HILBRICH, 1987) und im Jahr 1879 bei Hühnern (OETTEL 1879) berichtet.

Nach DALTON et al. (2013) kann das schadhafte Pickverhalten bei Mastputen in drei Formen unterteilt werden: erstens das aggressive Picken auf den Kopf, zweitens das ausgeprägte Federpicken und drittens das kannibalistische Picken. Das Ausmaß der Veränderungen reicht vom Auftreten von Hautpartien mit nicht intaktem Gefieder und Hautwunden bis hin zu schweren Hautverletzungen und sogar in einzelnen Fällen zu Mortalität bei den Tieren mit Kannibalismus (ENGELHARDT und VAUPEL 2018). Das Federpicken hat deshalb einen erheblichen Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere und stellt somit ein Problem mit Tierschutzrelevanz dar.

Um die Risikofaktoren durch gegenseitiges Bepicken zu minimieren, wird derzeit weltweit bei nahezu allen konventionell gehaltenen Putenküken prophylaktisch der Hornteil des Oberschnabels gekürzt, gemeinhin auch als „Schnabelbehandlung“ bezeichnet (ENGELHARDT und VAUPEL 2018). Die Schnabelbehandlung wird bei den Küken bereits am ersten Lebenstag unmittelbar nach dem Schlupf in den Brütereien vorgenommen.

Dazu wird bei der Pute üblicherweise die tierschonende Infrarot-Methode angewendet. Der Infrarot-Strahl trennt dabei den Hornteil des Oberschnabels nicht ab, sondern greift in die Gewebestrukturen des Schnabels derart ein, dass der in dieser Weise behandelte Bereich nach etwa zehn bis vierzehn Tagen durch natürliche Reibung bei der Futteraufnahme abfällt. Feingewebliche Untersuchungen zeigen, dass es dabei zu einer Veränderung von Schnabelstrukturen kommt (ENGELHARDT und VAUPEL 2018).

1.2 Schnabelbehandlung im Kontext zum Tierschutz und zur Praxis

In jüngerer Zeit werden jedoch alle nicht-kurativen Eingriffe an landwirtschaftlichen Nutztieren (also auch das Schnabelbehandeln beim Geflügel) zunehmend kritisch hinterfragt. Bei der Diskussion über diese Maßnahmen steht die grundsätzliche Frage im Raum nach deren Unerlässlichkeit sowie nach der Rechtfertigung für den damit verbundenen Eingriff in die Integrität des Tieres und die zugefügten Schmerzen und Schäden. Dabei ist die tierschutzrechtliche Gesetzeslage seit langem unverändert:

Durch die §§ 5 und 6 des TIERSCHUTZGESETZES sind alle nicht-kurativen Eingriffe bei Wirbeltieren, die mit der Zerstörung von Gewebe einhergehen, grundsätzlich verboten („Amputationsverbot“). Das Tierschutzgesetz verfolgt also das Ziel, die Integrität der Tiere zu schützen. Die Schnabelbehandlung darf nach dem Gesetzeswortlaut allerdings in den Fällen vorgenommen werden, in denen „der Eingriff im Einzelfall für die vorgesehene Nutzung des Tieres zu dessen Schutz oder zum Schutz anderer Tiere unerlässlich ist“ und – im Falle des Abtrennen von Hornteilen des Oberschnabels beim Geflügel - von der zuständigen Behörde (Veterinäramt) zuvor genehmigt wurde. Bei der Diskussion über einen

Verzicht auf nicht-kurative Maßnahmen geht es also um das „ob“ dieses Eingriffs; das „wie“ ist dabei rein rechtlich unter anderen Gesichtspunkten zu bewerten.

Dieser nicht-kurative Eingriff ist vom Gesetzgeber nur für den besonders begründeten Ausnahmefall vorgesehen, hat sich aber in der landwirtschaftlichen Putenhaltung zur Routine entwickelt. Gleichzeitig ist es unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen zumindest in der konventionellen Putenmast derzeit nicht vertretbar, auf die vorbeugende Schnabelbehandlung zu verzichten, weil es ansonsten unter den Tieren zu schwerwiegenden gegenseitigen Verletzungen bis hin zu Todesfällen kommt. Gleichwohl besteht Handlungsbedarf, denn selbst bei einem Fortbestehen der routinemäßigen Behandlung des Oberschnabels ist das Grundproblem von aggressiven Verhaltensäußerungen unter den Puten damit nicht gelöst. Insofern muss – unabhängig von der tierschutzpolitischen Diskussion über die Notwendigkeit von Schnabelbehandlungen – eine Lösung gefunden werden, wie dem aggressiven Verhalten von Puten am besten beizukommen ist (ENGELHARDT und VAUPEL 2018). Das Phänomen des Federpickens und des Kannibalismus bei der Pute hat dabei nennenswerte Auswirkungen nicht nur auf die Gesundheit und das Wohlergehen der Tiere selbst, sondern ist auch unter ökonomischen Gesichtspunkten recht unbefriedigend. Minderleistungen, Kümmern, Todesfälle im Bestand sowie erhöhte medikamentelle Aufwendungen und Verwurf am Schlachthof infolge multipler Entzündungen wirken sich nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit der tierhaltenden Betriebe aus. Es besteht also in vielerlei Hinsicht Handlungsbedarf.

Vielfach wird bei der Diskussion über einen Verzicht auf nicht-kurative Eingriffe die Auffassung vertreten, dass Nutztiere generell nicht durch Amputationen an die Haltungssysteme angepasst werden sollen, sondern – geradezu umgekehrt – die Haltungsbedingungen so gestaltet sein sollen, dass intakt belassene Tiere mit ihnen gut zurechtkommen. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass es mit den bisher getesteten Veränderungen in den Haltungsbedingungen allein wohl nicht getan ist; zumindest haben die bisher untersuchten Haltungsvarianten nicht zum gewünschten Ergebnis geführt (SPINDLER et al. 2013). Auch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse über notwendige und praxisgerechte Präventionsmaßnahmen gegen das Federpicken noch lückenhaft sind. Zudem würden die für eine Umstellung der Haltungsverfahren als notwendig angesehen Anpassungen zu erheblichen ökonomischen Nachteilen für die Geflügelhalter führen, die im internationalen freien Wettbewerb stehen. Hier eine ausgewogene Balance zu finden, ist ein schwieriger Prozess, der inzwischen auch eine gesamtgesellschaftspolitische Komponente hat.

Dabei darf in der Putenhaltung jedoch nicht außer Betracht gelassen bleiben, dass Pickaktivitäten, die auch Artgenossen einbeziehen, bei dieser Tierart zum natürlichen Verhaltensrepertoire gehören. Nach DICKSON (1992) übt bereits eine junge Pute im Alter von wenigen Wochen mehrere Tausend Pickschläge pro Tag aus. Das Picken als solches wird sich deshalb kaum vermeiden lassen, weil es als tierartspezifisches, wohl genetisch determiniertes Verhaltensmuster gilt.

1.3 Fachlicher Hintergrund dieser Arbeit

Konkret stand bei der Projektierung die Überlegung im Raum, dass dem Problem des Federpickens und des Kannibalismus möglicherweise eine weitere Ursache zugrunde liegen könnte, die – über die bereits bekannten haltungsbedingten Ursachen hinaus – an dem Auftreten von aggressiven Verhaltensweisen

wie Federpicken und Kannibalismus beteiligt ist. So ist es bei Mastputen selbst bei vermeintlicher Optimierung aller haltungsbedingten Einflussgrößen bisher nicht gelungen, unter Praxisbedingungen auf das Abtrennen von Hornteilen des Oberschnabels zu verzichten und gleichzeitig befriedigende, reproduzierbare Resultate zu erhalten (HAFEZ 1999). Häufig kommt es zu Rückschlägen und zu Tierverlusten selbst bei vermeintlicher Optimierung der Haltungsbedingungen. Entweder treten trotz Verbesserung der Haltungsbedingungen bei einer relevanten Anzahl von Tieren in den jeweiligen Versuchsgruppen immer wieder aggressive Verhaltensweisen auf oder aber ein einmal gelungener Durchlauf lässt sich in einem Wiederholungsdurchgang nicht mit der gebotenen Sicherheit reproduzieren. Ansonsten hätten die zuständigen Veterinärbehörden nicht die für das Schnabelkürzen erforderlichen tierschutzrechtlichen Genehmigungen und diese zudem nicht bundesweit flächendeckend erteilen dürfen, zumal an die tierschutzbehördlichen Genehmigungen besondere, auf den konkreten Einzelfall abgestellte, restriktiv gefasste Bedingungen geknüpft sind (§ 6 Abs. 3 Tierschutzgesetz).

Auch neueste Studien scheinen diese Überlegung zu bestätigen (ENGELHARDT und VAUPEL 2018).

Für ein multifaktorielles Geschehen (SAVORY 1995), das nicht allein von den Haltungsbedingungen beeinflusst wird, spricht vor allem auch, dass Federpicken und Kannibalismus bei konventioneller sowie auch bei ökologischer Putenhaltung anzutreffen sind. Eine erhöhte Häufigkeit ist dabei schon im sehr jungen Aufzuchtalter zu beobachten, selbst wenn Struktur- und Beschäftigungsmaterialien vorhanden sind (BERK et al. 2004, 2013a, 2013b, 2014a, 2014b, HABIG et al. 2013, SPINDLER 2007, VELDKAMP und KIEZEBRINK 2006, SPINDLER et al. 2013, KULKE et al. 2014, 2015, BUSAYI et al. 2006, DUGGAN et al. 2014).

Insofern kann als Zwischenfazit festgehalten werden, dass bei alleiniger Betrachtung nur der bisher untersuchten Haltungsbedingungen ein Verzicht auf das Behandeln des Oberschnabels bei Puten in der konventionellen Tierhaltung nicht die notwendige Sicherheit bietet und daher unter diesem Blickwinkel nicht die alleinige Lösung für den Verzicht auf das Schnabelbehandeln sein kann.

Inwieweit ergänzend hierzu das Fütterungsregime eine besondere Rolle spielen könnte, ist noch weitgehend ungeklärt. Werden verschiedene Studien zusammen betrachtet, wie orientierende Voruntersuchungen auch im Rahmen von Masterarbeiten (in wesentlichen Teilen zusammengefasst dargestellt in dem Übersichtsartikel von ENGELHARDT und VAUPEL (2018)), die ein tierartübergreifender Ausblick unter Einbeziehung etwa der Ausführungen von MATEOS et al. (2012) bei Broilern oder auch die Untersuchungen von JOHANNSON et al. (2016) bei Legehennen, ergeben sich Hinweise auf eine mögliche Wechselwirkung, die die ansonsten bekannten dominierenden Einflussfaktoren über Haltungsbedingungen und Sozialstress ätiologisch ergänzen könnten.

In diesem Zusammenhang kommt noch ein weiterer Aspekt zum Tragen: Derzeit liegt der Fokus wissenschaftlicher Abhandlungen über das Federpicken bei Puten ganz überwiegend auf dem aktiven Pickgeschehen, also auf dem „Aggressor“. Dagegen scheint die Frage, weshalb es trotz Schnabelbehandlung bei dem bepickten Tier zu Gefiederschäden kommt, bisher weitgehend unbeachtet geblieben zu sein. Dieser Aspekt ist deswegen von Bedeutung, weil ein schnabelbehandeltes Tier anatomisch kaum in der Lage sein dürfte, eine intakte Feder aus einem

gesunden Federfollikel zu ziehen, weil genau dies Sinn und Zweck der Schnabelbehandlung ist – es sei denn, dass dieser vorgeschädigt ist. Dies leitet zu der Frage über, inwieweit neben mechanischen Insulten auch entzündliche oder sonst histologisch befundbare Veränderungen in der Haut und besonders im dermalen Umfeld von Federfollikeln eine weitere mögliche Ursache für den lokal auftretenden Federverlust eine Rolle spielen könnten.

Ferner steht die Frage im Raum, weshalb Puten sich oftmals passiv-duldsam verhalten, dass sie sich von Artgenossen teils blutig bepicken lassen.; dies scheint auch bei intensiver Literaturrecherche noch zumindest weitgehend unerforscht. Diese Betrachtungsweise könnte aber insofern wichtig sein, als in die Antwort auf die Frage nach dem „warum“ des passiven Duldens möglicherweise ein wichtiger Hinweis auf die Lösung des Gesamtproblems bei der Pute liegen könnte.

Insofern müssen künftig mehrere Aspekte gemeinsam betrachtet werden: erstens, die haltungsassoziierten Einflüsse, die die Tiere aktiv unter Stress setzen und damit ein verstärktes, agonistisches Bepicken und das Federfressen auslösen; zweitens, der Verlust von Federn trotz erfolgter Schnabelbehandlung; drittens, die Duldung des Pickverhaltens durch andere Tiere in einem bis zu letalem Ausmaß, soweit es über das tierartspezifisch übliche Ausmaß hinaus geht.

Erst wenn es gelingt, alle maßgeblichen Ursachen für das Federpicken und den Kannibalismus unter Kontrolle zu bringen, liegen die Voraussetzungen vor, in der Praxis bei der Haltung von Mastputen auf das routinemäßige Behandeln von Oberschnäbeln künftig verantwortbar zu verzichten. Denn ein Verzicht auf das Behandeln des Putenschnabels darf nicht mit unkalkulierbaren Risiken für die Tiere verbunden sein. Dies würde ansonsten das Tierschutzanliegen, auf zootecnische Maßnahmen zum Schutz der Tiere künftig zu verzichten, ins Gegenteil verkehren und überdies für die betroffenen Tierhalter wohl kaum vertretbare wirtschaftliche Risiken bedeuten.

1.4 Strategie und Hypothese der Dissertation

Bei dem Projekt handelt sich um eine Auftragsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen, die sich in einen größeren Forschungsrahmen einordnet, welcher als Leitziel den Verzicht auf prophylaktisch angewandte zootecnische Maßnahmen verfolgt¹. Schwerpunkt dieser Forschungsprojekte ist die Frage nach der Bedeutung des Fütterungsregimes für innerartliche Aggressionen und Prozesse, die ein vorbeugendes Kupieren notwendig werden lassen. Im Hintergrund dieser Überlegungen stehen insbesondere die Hinweise von JOHANNSON et al. (2016) in Bezug auf Legehennen und von MATEOS et al. (2012) in Bezug auf Broiler, die einen Zusammenhang zwischen der Fütterung und dem Pickgeschehen bzw. der Besiedlung des Darms mit Clostridien nahelegen. Das Vorkommen von *Clostridium perfringens* scheint hierbei als „Leit-Bakterium“ von besonderem Interesse zu sein. *Clostridium perfringens* ist ein beim Geflügel weit verbreitetes, fakultativ pathogenes, Bakterium, das verschiedene letal und nekrotisierend wirkende Toxine bilden kann (KÖHLER 1992). Diese wirken teils hämolysierend, gewebslösend, nekrotisierend oder neurotoxisch (KÖHLER 1992). Die Toxine wirken nicht nur lokal an dem Ort, an dem sie gebildet werden, sondern verteilen sich über Blut und Lymphe systemisch im Organismus und führen zu Schädigungen der Organe (BLOBEL u. SCHLIESSER 1995).

¹ Finanziert wurde die Arbeit im Rahmen eines Projektes durch das Land Nordrhein-Westfalen; Interessenkonflikte bestehen nicht.

Das von *Clostridium perfringens* Typ A unter ungünstigen Bedingungen gebildete Haupttoxin (α -Toxin) schädigt die Zellmembran in vielen Organsystemen, darunter auch Gefäßendothelien und kann somit zu einer relevanten Beeinträchtigung der Blutgefäße führen (FLÜCHTEN 2006).

Die Frage eines möglichen Einflusses des Fütterungsregimes auf das Pickgeschehen gewinnt an Bedeutung, seitdem es aktuell gelungen ist, im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie der Universität Bonn auf der Grundlage eines angepassten Fütterungsregimes in Kombination mit einer moderaten Anreicherung der Haltungsbedingungen sämtliche eingestellten Putenhennen auch ohne Schnabelbehandlung verlustfrei bis zur Schlachtung zu bringen (LEERSCH und NEUHOFF 2019). Für die Tierart Huhn kann dieser Aspekt bereits als gegeben unterstellt werden, weil seit 2017 bei vergleichbarer Fütterungs- und Haltungs-Konzeption auf die bis dahin übliche Schnabelbehandlung in Deutschland grundsätzlich verzichtet werden kann (WESTFÄLISCH-LIPPISCHER LANDWIRTSCHAFTSVERBAND 2017).

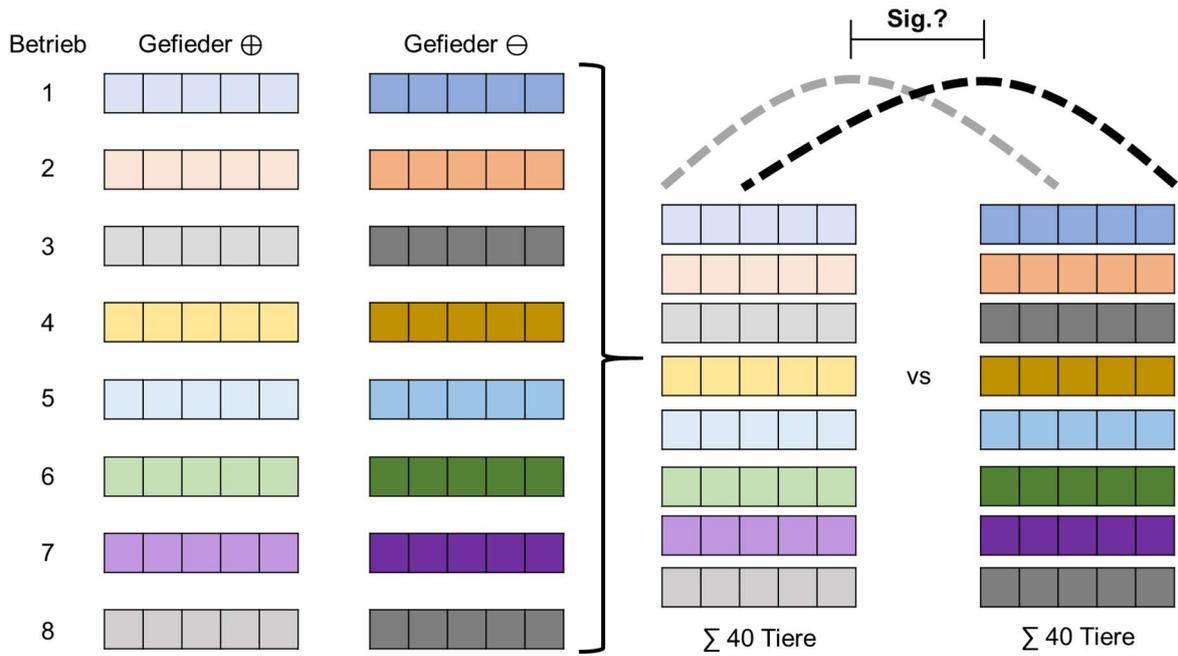
In dieser Studie wurde der Status des Gefieders als Hinweis auf ein vorangegangenes Pickgeschehen angenommen. So könnte ein schlechter Gefiederstatus in der Herde auf ein erhöhtes innerartliches Pickgeschehen hindeuten. Die vorliegende Studie war allerdings konzeptionell nicht darauf ausgerichtet, aus sich heraus Aussagen über mögliche Mechanismen einer Pathogenese zu treffen. Stattdessen ist das Studiendesign rein deskriptiv angelegt, um in einem ersten Schritt beschreibend zu prüfen, inwieweit es eine Korrelation zwischen mikrobiologischen und histologischen Befunden im Darm und histologischen Befunden des Federkleides bzw. der Haut gibt. Dazu wurden aus acht Feldbetrieben einmalig jeweils zehn Mastputen im Alter von acht bis zwölf Wochen entnommen, wovon jeweils fünf dieser Puten ein intaktes Gefieder hatten (Gefieder \oplus Gruppe) und fünf Puten in einem mangelhaften Befiederungszustand waren (Gefieder \ominus Gruppe) (Abb. 1a, links). Anschließend wurde systematisch auf histologischer und bakteriologischer Ebene untersucht (Abb. 1b), inwiefern Unterschiede zwischen der Gesamtheit der beiden Putengruppen beobachtet werden konnten (Abb. 1a, rechts).

Dem Projekt lag folgende Arbeitshypothese zugrunde:

Arbeitshypothese

Mastputen mit makroskopischen Hinweisen auf Bepicktwerden (Gefiederschäden) haben im Vergleich zu Kontrolltieren (ungünstige) histologische und mikrobiologische Abweichungen im Darm und in der Haut, die auf einen Zusammenhang mit intestinalen Stoffwechselveränderungen hinweisen könnten.

A.



B.

Hautstelle	Histologie						Bakteriologie		
	Heterophile Granulozyten	Lymphfölikel	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Federkiefölikel	Branching	Gesamtkeimzahl	Coliforme	Clostridien
Stirnzapfen	x	x	x	x	--	--	--	--	--
Hals	x	x	x	x	x	--	--	--	--
Schulter	x	x	x	x	x	--	--	--	--
Brust	x	x	x	x	x	--	--	--	--
Kloake-Haut	x	x	x	x	x	--	--	--	--
Kloake-Schleimhaut	x	x	x	x	--	--	--	--	--
Duodenum	x	x	x	x	--	x	x	x	x
Jejunioileum	x	x	x	x	--	x	x	x	x
Caecum	x	x	x	x	--	x	x	x	x
Pankreas	--	x	x	x	--	--	--	--	--

Abbildung 1: Überblick über das Studiendesign.

A. Zusammensetzung der beiden zu vergleichenden Grundgesamtheiten. Dabei ist jede Pute als Quadrat dargestellt und die Gruppenzugehörigkeit farblich hervorgehoben (helle Schattierung, Gefieder ⊕ Gruppe; dunkle Schattierung, Gefieder ⊖ Gruppe); Sig., statistische Signifikanz.

B. Systematische Untersuchung jedes Tieres auf histologischer und bakteriologischer Ebene. Die Entnahmestellen zur systematischen Beprobung der Puten sind angedeutet; es handelt sich um ein selbst aufgenommenes Foto. Die rechtsstehende Tabelle gibt an, für welche Lokalisation welche Arten von Untersuchungen durchgeführt wurden (x, Analyse durchgeführt; --, Analyse nicht durchgeführt).

2 Literaturübersicht

Über die Problematik des Federpickens und des Kannibalismus ist viel geforscht worden. Neben publizierten Artikeln gibt es aber auch eine Vielzahl von wissenschaftlichen Studien, die entweder als universitäre Masterarbeiten oder sonstige Projektuntersuchungen grundsätzlich nicht veröffentlicht werden. Allerdings sind auch dies wertvolle Erkenntnisquellen. Dies gilt vor allem auch deshalb, weil den Vorgaben des Studienauftrags entsprechend der methodisch-deskriptive Ansatz dieser Ausarbeitung die Aussagekraft dieser Ergebnisse besonders im Kontext zu klinisch-ätiologischen Studien deutlich werden lässt. Deshalb wurden, soweit diese Studienergebnisse in entsprechenden Übersichtsartikeln publiziert werden, diese Übersichtsartikel als solche sowie ferner auch Projektergebnisse, die nicht allgemein veröffentlicht sind, sondern nur auf konkrete Nachfrage bei den auftraggebenden Stellen verfügbar gemacht werden, in dieser Arbeit zusätzlich mitberücksichtigt.

Wie einleitend gezeigt steht im Hinblick auf einen perspektivischen Verzicht der Schnabelbehandlung beim Geflügel die Frage nach der Notwendigkeit dieses Verfahrens an. Dies gilt nicht nur für Legehennen und Puten, sondern auch für Enten, weil bei diesen Tieren der Schnabel ebenfalls routinemäßig gekürzt wird, um Kannibalismus zu vermindern. Während bei Legehennen und Puten hierfür inzwischen überwiegend die Infrarotmethode üblich ist (ANONYMUS 2016), wird bei Enten dagegen die „cautery only Methode“ bevorzugt. Diese Art der Behandlung hat bei Enten den Vorteil, dass dies nicht zu einer relevanten Gewichtsreduktion führt und auch die damit verbundenen morphologischen Veränderungen vergleichbar nur geringfügig ausgeprägt sind (GUSTAFSON et al. 2007a, GUSTAFSON 2007b).

Federpicken und der Kannibalismus beim Geflügel werden als ein multifaktorielles Geschehen angesehen. Neben der Beinschwäche stellt es gegenwärtig das wohl gravierendste Problem in der Putenmast dar; Federpicken /Kannibalismus haben insofern nicht nur eine hohe Tierschutzrelevanz (FIEDLER und KÖNIG 2006), sondern zugleich auch eine relevante ökonomische Bedeutung (ESKELAND 1981).

Ein Picken auf den Kopf ist häufig bei männlichen Puten bei Einsetzen der Pubertät im Zusammenhang mit Rankkämpfen zu beobachten. Dieses schmerzhafte Picken zielt vorrangig auf den Kopf-, Hals- und Nackenbereich der Tiere (SAVORY 1995; MOINARD et al. 2001; BUCHWALDER und HUBER-EICHER 2003).

Geschlechtsspezifische Untersuchungen zum Pickverhalten sind zumeist nur mit Puten durchgeführt worden, die einen gekürzten Schnabel aufwiesen. Des Weiteren sind die bisherigen Studien entweder nur mit Putenhennen oder nur mit Putenhähnen, nicht aber mit gemischten Gruppen durchgeführt worden. Dies macht einen direkten Vergleich in Bezug auf die Prävalenz von Federpicken und Kannibalismus zwischen den Geschlechtern schwierig.

Bei Erreichen der sexuellen Reife, die mit einer erhöhten Aggressivität einhergeht, zeigen Putenhähne ein vermehrtes Picken auf den Kopf der anderen Tiere als Putenhennen. (LEIGHTON et al. 1985; BUCHHOLZ 1997; BUCHWALDER und HUBER-EICHER 2003). BUSSAYI et al. (2006) beobachteten, dass die männlichen Puten die höchste Aktivität des Beschädigungspickens in der dritten Lebenswoche aufwiesen. Bei den Hennen war dieses Verhalten in der neunten Lebenswoche zu beobachten.

Laut SAVORY (1995) und CLOUTIER et al. (2002) sind Federpicken und Kannibalismus nicht primär aggressiv und nicht auf Verletzungen hin ausgerichtet motiviert. BAUM (1994) nimmt an, dass die Tiere eine gewisse Pickaktivität pro Tag absolvieren müssen. Können sie dieses Verhalten nicht ausleben, so muss das „überschüssige“ Pickbedürfnis anderweitig befriedigt werden. Auch nach den Angaben von BESSEI und BENNEWITZ (2012) ist Federpicken kein primär aggressiver Akt, was das Toleranzverhalten der bepickten Tiere erklärt. Unter ausgeprägtem Federpicken wird eine Beschädigung des Gefieders durch andere Puten verstanden. Hier werden gefiederte Bereiche durch mehrmaliges Bepicken beschädigt, bis hin zum Verlust einzelner Federn. Am häufigsten sind Rücken, Stoß und Flügel betroffen (SAVORY 1995, BUCHWALDER und HUBER-EICHER 2003, BERK 2018).

FELDHAUS und SIEVERDING (2007) gehen davon aus, dass das Federpicken bereits in der Aufzuchtphase einsetzt. Ist das natürliche Futtersuche- und -aufnahmeverhalten in Form von Bodenpicken in geeignetem Substrat derart eingeschränkt, dass sich die Tiere – ähnlich wie bei den Legehennen von WECHSLER und HUBER-EICHER (1998) beschrieben - umorientieren müssen, richten sie als fehlgeleitetes Ersatzverhalten die Pickaktivitäten auf ihre Artgenossen (BERK 2014). In die gleiche Richtung gehen die Untersuchungen von DE HAAS et al. (2014), die zugleich auf die Bedeutung des jungen Lebensabschnittes hervorheben. Die Autoren untersuchten das Federpicken bei Legehennen anhand von 47 Gruppen, davon 39 in Volierenhaltung und acht in Bodenhaltung mit eingebauten Etagen. Sie kamen in dieser Studie zu dem Ergebnis, dass das übermäßige Federpicken maßgeblich eine Verhaltensstörung und in dieser Hinsicht eine Art Ersatzbefriedigung bzw. Umorientierung für das verhaltensgerechte Scharren und Bodenpicken darstellt, sofern das Tier dies im jungen Lebensabschnitt nicht in ausreichender Form ausleben konnte. BLOKHUIS und ARKES (1984) und BLOKHUIS (1986) beschreiben einen gemeinsamen Steuerungsmechanismus für Federpicken und das Picken nach Futter. In dem Maße, in dem die Intensität des Futterpickens abnimmt, steigt das Risiko des Federpickens gegen Artgenossen, wie im Vergleich von Gruppen mit und ohne Einstreu gezeigt werden konnte. Es wird zumindest bei Legehennen angenommen, dass sich das Federpicken aus einem fehlgeleiteten Futteraufnahmeverhalten entwickelt (LUGMAIR 2009).

Federpicken, Federfressen und Kannibalismus werden bisweilen als voneinander unabhängig angesehen, wobei Ursache und auslösende Faktoren jedoch deckungsgleich sein könnten. Diese Formen können unter Feldbedingungen aber auch unmittelbar in Kannibalismus übergehen; es kommt auch vor, dass die Verhaltensauffälligkeiten unabhängig voneinander auftreten (SAVORY, 1995; HARLANDER-MATAUSCHEK u. FEISE 2009). Es bietet sich daher für die anstehende Fragestellung an, Federfressen, Federpicken und Kannibalismus dem gleichen Symptomenkomplex zuzuordnen. In der Literatur sind dazu viele Studien über mögliche Ursachen veröffentlicht. Da sich oftmals zwischen Legehennen und Mastputen eine hohe Übereinstimmung in den Ergebnissen zu den Ursachen von Federpicken und Kannibalismus ergibt, wurden die wichtigsten Aussagen bezogen auf die Themenstellung dieser Arbeit für diese beide Tierarten heran gezogen und ausgewertet. Für Legehennen und Puten gleichermaßen werden als Ursachen und Auslöser von Federpicken, Federfressen und Kannibalismus eine große Anzahl unterschiedlicher Faktoren angenommen, die sich von der Genetik über die Fütterung bis hin zur Haltung im Aufzucht- und Legebetrieb erstrecken. Allgemein wird von einem multifaktoriellen Geschehen ausgegangen (SAVORY 1995).

Das Picken selbst variiert in seiner Stärke von einem leichten Picken, Zupfen bis zum heftigen Federausrupfen. Dies kann bereits zu Beginn der zweiten Lebenswoche auftreten. Das Picken von Artgenossen kann in Kannibalismus übergehen und die dabei zugefügten schweren Verletzungen können sogar zum Tod führen. Eine Studie von SPINDLER und HARTUNG (2013) zeigt, dass durch Kannibalismus bedingte Pickverletzungen vorrangig am Stirnzapfen und an den Flügeln auftreten. Im Mittel lag der prozentuale Anteil an Tieren mit veränderten Stirnzapfen dieser Studie zufolge bei 8,86 %. Jedoch gab es hinsichtlich der Prävalenz von Stirnzapfenveränderungen teilweise deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Herden. Der Anteil unbeschädigter Stirnzapfen schwankte dabei je nach Herde zwischen 0,0% und 34,4 %.

2.1 Federpicken und Kannibalismus als multifaktorielles Geschehen

Nach den Angaben von HAFEZ (1996) kommen Federpicken und Kannibalismus bei Puten sowohl in der Auslaufhaltung als auch bei der Intensivhaltung vor. Sie führen zu Federverlusten verbunden mit Wärmeverlusten bei Küken, Verletzungen, Schmerzen, Leiden, erhöhter Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Todesfällen. Gefährdet sind meist nackte Hautpartien am Kopf und die Bereiche Hals, Augen, Zehen, Rücken, Flügel, Nasen-Fleischzapfen, Kehllappen und Schwanz. Puten rotten sich oft zusammen, um kleinere und schwächere Tiere zu picken. Schwache Puten mit Erkrankungen des Bewegungsapparates sind häufiger vom Federpicken und Kannibalismus betroffen.

Untersuchungen zum Problemkreis Federpicken und Kannibalismus wurden auch in der ökologischen Haltung von Puten durchgeführt. Nach Untersuchungen von SPINDLER und HARTUNG (2013) werden auch in dieser Haltungsform als mögliche Ursachen für Federpicken neben exogenen Faktoren wie etwa Rangordnungskämpfe, Eintritt der Geschlechtsreife vor allem auch über fütterungsbedingte Einflüsse berichtet. Dies ist dieser Studie zufolge vor allem ein Mangel an bestimmten Futtermittelinhaltsstoffen, wie Calcium-, Vitamin-, Aminosäuren- oder ein allgemeiner Futtermangel.

Über die Ursache des Federpickens und Kannibalismus und deren Bekämpfung liegen zahlreiche Untersuchungen sowie unterschiedliche Ansichten und Empfehlungen vor. Eine bewertende Literaturübersicht über diesen Komplex bei Puten wurde von ZYLLA-BLUM (1993) veröffentlicht. Obwohl verschiedene endogene (u.a. genetische Einflüsse) als auch exogene Umweltfaktoren und Einflüsse für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus verantwortlich gemacht werden, fehlt jedoch bislang ein endgültiger eindeutiger Beweis dafür, was dieses Verhalten letztlich hauptverursachend auslöst. Die Vorgänge sind komplexer Natur und es gibt kaum einen Faktor wie Stallklima, Sozialstress und Bewegungsmangel, der nicht als potentiell auslösend für diese Untugend in Frage kommen kann. Diese Faktoren können sowohl additiv wirken, als auch in Wechselwirkung miteinander treten. Was in einem Betrieb als auslösende Ursache angesehen und zum Teil erfolgreich unterbunden werden kann, kann in anderen Betrieben vollkommen ungültig sein. Faktoren, die als mögliche Auslöser angesehen werden, sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Faktoren, die Federpicken und Kannibalismus beeinflussen können (nach HAFEZ 1997)

Endogene Faktoren	Exogene Faktoren
Genetik (Geflügeltierart, Rasse, züchterische Beeinflussung)	Haltungsbedingungen
Geschlecht	Stallklima
Alter	Stalleinrichtungen
	Temperatur
	Licht
	Besatzdichte
	Gruppengröße
	Futterzusammensetzung
	Futterstruktur

Die Ursachen und die Entwicklung von Federpicken und Kannibalismus bei Puten sind noch nicht eindeutig geklärt (DALTON et al. 2013, DUGGAN et al. 2014, DALTON 2017). Es wird von einem multifaktoriellen Geschehen in Bezug auf die Ursache dieser Verhaltensstörung ausgegangen. Dadurch ist es schwierig, das Problem zu analysieren und geeignete Lösungsansätze zu finden. Zahlreiche Faktoren werden in der Literatur diskutiert. Dazu gehören die Haltungsbedingungen, das allgemeine Management, die Gruppengröße (und damit die Besatzdichte), die Lichtqualität, die Fütterung sowie der allgemeine Sozialstress bei der Mast. Aber auch mangelhafte Stallstrukturierungen und ein zu geringer Einsatz von Beschäftigungsmaterialien werden als auslösende Faktoren in Betracht gezogen. Diskutiert und analysiert wird auch das Bepicken von Artgenossen im Zusammenhang mit Auseinandersetzungen, bei Kämpfen oder zum Imponieren. Die Genetik der Tiere und die Häufigkeiten von Federpicken und Kannibalismus bei männlichen und weiblichen Tieren werden ebenfalls untersucht, um dem Fehlverhalten auf den Grund zu gehen (MARTRENCAR 1999, ELLERBROCK 2000, BUCHWALDER und HUBER-EICHER 2004, BUSAYI et al. 2006, STRAßMEIER 2007, DALTON et al. 2013, MARCHEWKA et al. 2013, DALTON 2017). Bei Enten konnten COLTON und FRALEY (2014) zeigen, dass durch eine Anreicherung der Umwelt Federpicken reduziert und die Gefiederqualität sowie das Wohlbefinden gesteigert wird.

Zur Bekämpfung ist neben einer optimalen Umweltgestaltung die schnelle Absonderung verletzter Tiere aus dem Bestand aus Tierschutzgründen unbedingt erforderlich (HAFEZ, 1996). Zahlreiche Autoren raten zum Entfernen der Picker auch unter dem Aspekt, dass dann innerhalb der Herde der Lerneffekt für das Picken möglichst gering gehalten wird. Zum Ablenken der Tiere wird das Verstreuen von grünen, fünfmarkstück- bis handtellergroßen Plastikteilen im Stall bzw. Maissilage empfohlen. Eine weitere Möglichkeit ist die Verdunkelung des Stalls durch Verwendung von grünen Jalousien. Die derzeit angewandte Methode, bei Puten den Oberschnabel zu kürzen, verhindert zwar nicht vollständig das Picken und Kannibalismus, es hilft jedoch die Folgeschäden in der Regel zu begrenzen. Nach den Angaben von ELLENDORFF (1995) fehlt bislang der wissenschaftliche Nachweis, dass fachgerechtes Schnabelkürzen beim Geflügel zu nachhaltigen Schmerzen oder Leiden führt. Hingegen sind jedoch bei Unterlassung des Schnabelkürzens die daraus resultierenden Verletzungen ohne Zweifel mit langanhaltenden Schmerzen, Leiden und Schäden verbunden. Dass eine Schnabelbehandlung hingegen zu relevanten patho-histologisch nachweisbaren Veränderungen in den Schnabelstrukturen im Sinne von Schädigungen führt, zeigt eine Auswertung von ENGELHARDT und VAUPEL (2018)

anhand von umfänglichen Fotodokumentationen des chemischen Veterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamts Rhein-Ruhr Wupper.

2.2 Haltungstress

Um die wichtigsten auslösenden Co-Faktoren für das Federpicken näher zu untersuchen, sind besonders auch bei Mastputen vielfache wissenschaftliche Untersuchungen vorgenommen worden. Wie relevant dabei etwa die Abwesenheit von Strukturelementen die Puten unter Stress zu setzen scheint, zeigt eine deskriptive Studie der Universität Bonn (MÜLLER 2015) anhand der histologisch vergleichenden Untersuchung von adrenalen und interrenalen Flächenanteilen in den Nebennieren. Das Verhältnis zwischen den adrenalen und interrenalen Flächenanteilen in den Nebennieren-Körpern wird von vielen Autoren für einen wertvollen Parameter bei der Einschätzung pathologischer Zustände beim Geflügel gehalten (WELLS und WIGHT, 1971, BHATTACHARYYA und GHOSH, 1972, SILLER et al. 1975). In der Studie von MÜLLER (2015) zeigt der Vergleich von mit und ohne Strukturelemente gehaltenen Puten einen signifikanten Unterschied in der Ausbildung der Nebennieren: die Gegenwart von Strukturelementen war mit vergleichsweise geringeren Interrenalfächenanteilen verbunden. Weil bei Vögeln chronischer Stress bekanntermaßen zu einer Vergrößerung der interrenalen Anteile in der Nebenniere führt (GARREN und BARBER, 1955, FREEMAN, 1970, AIRE, 1980), lässt nach Einschätzung der Autorin der so gezeigte Unterschied auf eine geringere chronische Stressbelastung in der Haltung mit Strukturelementen schließen. Auch hatte die Verwendung von Strukturelementen einen Einfluss auf die Charakterisierung der Nebennieren-Interrenalfächen, was nach ihrer Einschätzung auf eine höhere Stressbelastung bei Tieren ohne Strukturelemente schließen lässt.

Stressfaktoren spielen ohnehin eine wichtige Rolle bei den Ursachen für das Pick-Geschehen in Geflügelbeständen – und dies sogar generationenübergreifend. So konnten DE HAAS et al. (2014) zeigen, dass maternaler Stress besonders bei weißen Legehennen-Hybriden sogar generationenübergreifend ein nicht zu vernachlässigendes Risiko für die Entstehung von Angstmechanismen beim Nachwuchs darstellt und auf diese Weise bei den Nachkommen maladaptives Verhalten, wie z.B. Federpicken, begünstigt. So konnten sie bei im Mittel 40 Wochen alten weiblichen Elterntiere nachweisen, dass diese die Verhaltensentwicklung von ihren Nachkommen bereits vor dem Schlupf maladaptiv beeinflussen. Diese Verhaltensentwicklung werde via Hormontransfer über das Ei, daneben aber auch über epigenetische Wege, also über Mechanismen vererbbarer Chromosomen-Modifikationen übertragen, die nicht auf Veränderungen der DNA-Sequenz beruhen. Der Nachwuchs gestresster Elterntiere reagiert dann nachweislich mit einem höheren Angstlevel als der Nachwuchs weniger gestresster Elterntiere. Diese Effekte traten besonders bei weißen Hybridtieren auf. Bei braunen Hybriden scheint dagegen die Ängstlichkeit der Nachkommen mehr von der Umwelt (Einstreu, Besatzdichte, soziale Interaktion), als von den Elterntieren beeinflusst zu werden; insgesamt scheinen braune Hybriden ohnehin stressstabiler zu sein. Nur bei weißen Hybriden konnten auch hohe maternale Blutspiegel des „Stresshormons“ Corticosteron nachgewiesen werden. Corticosteron hat vielfältige Auswirkungen, unter anderem bei der Regulation der Verhaltensweisen, dem Wohlbefinden und den aktiven und passiven Bewältigungsstrategien gegenüber Umwelteinflüssen. Es handelt sich hierbei um deskriptiv angelegte Studien, die als solche den Fragen nach der ursächlichen Bedeutung von züchterischer Beeinflussung nicht nachgehen.

Den Zusammenhang zwischen dem „Stresshormon“ Corticosteron und dem Auftreten von Federpicken bei Legehennen haben EL-LETHEY et al (2001) untersucht. Danach kam es nach Applikation von Corticosteron über das Futter bei 11-19 Wochen alten Legehennen zu einem signifikanten Anstieg des Federpickens. Allerdings konnte dieses Ergebnis nur bei Legehennen, die auf Stroh gehalten wurden, festgestellt werden. Tiere, welche auf Plastikgitter gehalten wurden, entwickelten generell zwar vermehrtes Federpicken, jedoch führte die Gabe von Corticosteron zu keinem weiteren signifikanten Anstieg des Federpickverhaltens. Die Autoren folgerten daraus, dass der Anstieg von Corticosteron nur bei der Strohhaltung nicht aber bei der Haltung auf Plastikgittern zu signifikant vermehrtem Federpickverhalten führt. In dieser Studie wurde allerdings nicht die Frage untersucht, inwieweit der bei der strohlosen Haltung entstehende Stress als solcher bereits zu derart erhöhten Corticosteronspiegeln im Blut führt, dass es möglicherweise zu einer „Übersättigung“ mit Stresshormonen kommt und daher eine zusätzliche Applikation über das Futter dann keinen sichtbaren Effekt mehr auslöst. Denkbar wäre aber auch, dass mit einer auf strohloser Haltung möglicherweise vermehrten Aufnahme von Kotpartikeln das darin enthaltene Corticosteron über den oralen Weg zu einer Erhöhung der Blut-Konzentration führt.

Auch die Gruppengröße scheint ein relevanter Einflussfaktor im Hinblick auf das Risiko von Federpicken und Kannibalismus zu sein. So konnten BILČÍK und KEELING (1999) zeigen, dass die Gruppengröße ein begünstigender Faktor für Kannibalismus und Federpicken sein kann. Besonders kritisch sind Gruppen von 60 bis 120 Tieren. Es wird angenommen, dass Mastputen zwischen Gruppenmitgliedern und Nicht-Gruppenmitgliedern unterscheiden können (BUCHWALDER und HUBER-EICHER 2003). Als maximale Anzahl von Individuen, die von Puten individuell erkannt werden können, werden 27 Tiere angesehen (KORTHAS 1987). ENGELMANN (1984) vermutet daher, dass in Gruppen gehaltene Tiere ihre Stallgefährten an allgemeinen Merkmalen wie Größe und Körperhaltung erkennen.

CHENG und JEFFERSON (2008) heben neben dem Haltungstress auch den Transportstress bei 17 Wochen alten Junghennen als relevanten Faktor hervor; durch Transportstress könne das Ausleben der Grundbedürfnisse signifikant negativ beeinflusst werden.

2.3 Stallstrukturierung und Besatzdichte

Bei Mastputen zeigen Studien, dass eine Anreicherung der Haltungsumwelt bei Puten dämpfende Effekte auf das Federpicken und den Kannibalismus ausübt. MAYER (1994) berichtet über die Strukturierung der Ställe, indem für angeschlagene Tiere leicht zugängliche Fluchtbereiche in Form einer Unterstellmöglichkeit bereitgestellt werden. Darüber hinaus können einfache Spanholzplatten, die je nach Größe der Tiere an der Längsseite des Stalles in unterschiedlicher Höhe als Podest angebracht werden und als Rückzugsbereiche dienen, um angeschlagene Tiere vor weiteren Attacken zu schützen.

Untersuchungen von MARTRENCAR et al. (2001) zeigen, dass sich durch Anreicherungen mit Metallplatten und Stroh in kleinen Gruppen (216 männliche Tiere) die Anzahl der Pickwunden reduzieren lässt. Zwar zeigten die Tiere in den Anreicherungen eine höhere Pickaktivität, diese jedoch nur in Bezug auf die Objekte, nicht aber auf Artgenossen.

Verbesserungen in der Stallstrukturierung insbesondere mittels Sitzstangen, erhöhten Ebenen, Sichtschutz als Rückzugsmöglichkeit für schwächere Tiere sowie Zugang zu einem Außenklimabereich können auch nach Auffassung vieler weiterer Autoren dazu beitragen, Federpicken und Kannibalismus

zu reduzieren (SHERWIN und KELLAND 1998, BERK und HINZ 2002, WARTEMANN 2005, SPINDLER 2007, LETZGUß 2010, SPINDLER et al. 2013, 2015, KULKE et al. 2015). Diese Aussage trifft auch auf Beschäftigungsmaterial als Möglichkeit zur Anreicherung der Haltungsumwelt zu. Ebenso kann das Angebot von verschiedenen Freilandbereichen und Strukturelemente wie Plateau und Sitzstangen sich positiv auf das Pickverhalten auswirken (STRASSMEIER 2007).

Andere Autoren, wie etwa KEULEN (1999) kommen zu dem Schluss, dass eine angereicherte Umgebung mit Nylonkordeln, Kunststoffketten, Holzwolleballen als Spielobjekt zumindest bei männlichen Puten keinen nachhaltig günstigen Effekt auf Kannibalismus hat. Bei weiblichen Tieren jedoch stellte sie innerhalb der ersten vier Lebenswochen eine leicht positive Beeinflussung fest.

In diesem Zusammenhang auch erwähnenswert ist auch die Studie von DUGGAN et al. (2014). In dieser Studie wurden 49.332 männliche Puten in acht Ställen unter jeweils unterschiedlichen Haltungsbedingungen bis zur 16. Lebenswoche gehalten. Dabei zeigte sich, dass ein Angebot von farbigen Plastikbällen Verletzungen durch Federpicken nicht verhindern konnte.

Eine verbesserte Strukturierung des Stalls mit erhöhten Sitzgelegenheiten für ranghöhere und Rückzugsmöglichkeiten für rangniedrigere Tiere führen ebenso zur Verringerung agonistischer Pickschläge wie ein zusätzlicher Außenklimabereich (BERK und ACHILLES 2002).

Das Risiko des Federpickens ist bei Puten dann erhöht, wenn diese ihre natürlichen Verhaltensmuster nicht adäquat ausleben können. Wissenschaftlich nachgewiesen wurde dies beispielsweise für das Staubbadeverhalten (VESTERGAARD et al. 1993) und auch für das Sozialverhalten (RIEDSTRA und GROOTHUIS 2002). Auch wirkt sich eine hohe Besatzdichte negativ aus, wie die Untersuchungen von BUCHWALDER und HUBER-EICHER (2004) zeigen. Dies ist nach Auffassung der Autoren vor allem darin begründet, dass die Tiere aufgrund des kleineren Platzangebotes weniger scharren, am Boden picken, laufen und Gefiederpflege betreiben können, und so ihr Normalverhalten nicht adäquat ausleben können. Zudem können sie Artgenossen schlechter ausweichen, sodass es häufiger zu Auseinandersetzungen kommt, wie RICHTER (2006) ergänzend dazu herausgefunden hat.

Der negative Einfluss einer sehr hohen Besatzdichte auf das Pickverhalten der Pute wird besonders durch die Untersuchungen von NICHELMANN (1992) deutlich. Seiner Auffassung nach könne dieses Fehlverhalten einzig durch rigorose Verringerung der Besatzdichte beseitigt werden. Er begründet dies damit, dass Federfressen und Kannibalismus bei Wirtschaftsgeflügel Ausdruck von Verhaltensstörungen sind, deren Ursache in chronischen Belastungs- und Stresszuständen liegt, die allein durch hohe Besatzdichte bedingt werden. Auch laut ELLERBROCK (2000) stehen hohe Besatzdichten im direkten Zusammenhang mit Federpicken und Kannibalismus.

Für Legehennen beschrieben VAN KRIMPEN et al (2005), dass die Ursachen für das Federpicken und den Kannibalismus oftmals in Charakter- und Verhaltensmerkmalen liegen, die sich in aggressivem und gestresstem Verhalten untereinander äußern. Langeweile und Beschäftigungsmangel fördern dieses Verhalten. Wichtige Einflussgrößen hierfür sind neben der Genetik überwiegend nicht adäquate Haltungsbedingungen, verschmutzte Einstreu und auch die Besatzdichte. Ängstliche, weniger sozialisierte und vor allem junge Tiere picken öfter als ältere Hennen. Besonders die Bereitstellung von

Einstreu im jungen Lebensalter kann dabei das Federpickverhalten im Alter deutlich reduzieren. Dies deutet nach seinen Erkenntnissen darauf hin, dass Federpicken u.a. ein umgeleitetes Verhalten ist und auf das ursprüngliche Bedürfnis der Tiere zurückgeht, auf dem Boden zu picken oder zu Sandbaden.

2.4 Lichtregime

Auch das Lichtregime scheint eine relevante Rolle beim Pickgeschehen zu spielen. Nach § 4 der Tierschutznutztierhaltungsverordnung ist die tägliche Beleuchtungsintensität und Beleuchtungsdauer bei Stalltieren so zu wählen, dass die Lichtbedürfnisse artentsprechend gedeckt sind. Ist dies nicht gewährleistet, soll der Stall mit künstlichem Licht ausgeleuchtet werden. Bei Geflügel sollte die Frequenz des künstlichen Lichtes der Sehfähigkeit der Tiere angepasst werden und somit flackerfrei sein. In der Literatur sind Lichtfaktoren und deren Auswirkungen auf die Gesundheit und das Verhalten von Puten noch nicht ausreichend belegt (BERK et al. 2017a, 2017b). Hierzu gehören Beleuchtungs- bzw. Bestrahlungsintensität, die Beleuchtungsdauer und das Lichtspektrum.

Da Puten in der Praxis meist in Offenställen gehalten werden, kommt es häufig zu einem intensiven Einfall von Sonnenlicht und infolge dessen zu verstärktem Federpicken und Kannibalismus (FELDHAUS und SIEVERDING 2001). Die Haltung in einem geschlossenen Stall ist bis jetzt die effektivste Maßnahme, um das Beschädigungspicken zu reduzieren. Hierbei muss die Beleuchtung auf einen Wert von unter 5 Lux reduziert werden. In verschiedenen Untersuchungen unter experimentellen Bedingungen wie auch unter Praxisbedingungen wurde dies deutlich (DALTON et al. 2013, BERK et al. 2013a, 2013b, 2014a, 2014b, 2015). In einer Untersuchung von BARBER et al. (2004) konnten die Puten die Lichtintensität frei wählen. Es standen vier Bereiche zur Verfügung (<1, 6, 20 und 200 Lux). In den ersten zwei Lebenswochen hielten sich die Tiere vermehrt in dem Bereich mit 200 Lux auf. In der sechsten Lebenswoche wurden 20 oder 200 Lux bevorzugt. Die Lichtintensitäten von <1 und 6 Lux wurden von den Puten eher vermieden. Eine ähnliche Untersuchung führten BERK et al. (2017c) durch. Hier wurden die Lichtintensitäten von 20 Lux und <20 Lux den Puten zur Wahl gestellt. Die hellere Lichtintensität wurde dabei bis zur 13. Lebenswoche vermehrt genutzt. In den folgenden Wochen war das Verhältnis zwischen beiden Lichtintensitäten ausgeglichen. Beschäftigungsmaterialien wurden öfter in den Bereichen mit einer Beleuchtungsintensität von 20 Lux in Anspruch genommen, und das Beschädigungspicken zwischen den Tieren nahm signifikant ab (BERK et al. 2017c).

Bei einer Studie mit zwei Mastdurchgängen wurde das tagesähnliche Lichtspektrum mit dem einem künstlichen Licht direkt verglichen. Es stellte sich heraus, dass das gelbbetonte Lichtspektrum bei der Beleuchtung unter experimentellen Bedingungen zu einer Reduzierung von Federpicken und Kannibalismus führte (BERK et al. 2015, 2017a). Daraus wurde die Schlussfolgerung abgeleitet getroffen, dass eine Kombination aus Lichtqualität und Stallstrukturierung zur Senkung der Prävalenz von Beschädigungspicken beitragen kann. Eine frühere Langzeitstudie mit Puten in der Aufzuchtphase zeigte ebenfalls, dass die Lichtqualität und die Nutzungsdauer des Lichtes Einfluss auf die Schlachtleistung der Puten haben können (GÜNTHER und WOJTYSIAK 2013).

DUGGAN et al. (2014) führten einen Vergleich zwischen zwei Mastdurchgängen mit unterschiedlicher Lichtintensität durch. Bei einem Durchgang betrug die Lichtintensität 150 – 4800 Lux, bei dem anderen 1 – 338 Lux. Es wurde schnell deutlich, dass die Putenhähne, die unter der höheren Lichtqualität

gehalten wurden, einen erhöhten Drang nach aggressivem Beschädigungspicken zeigten. Infolgedessen wurde bei diesen Tieren ebenfalls auch eine höhere Mortalitätsrate beobachtet.

LEWIS et al. (2000) fanden heraus, dass die Häufigkeit von Verletzungen durch das Beschädigungspicken reduziert werden kann, indem eine Erweiterung des Beleuchtungsspektrums im UV-Bereich vorgenommen wird. Des Weiteren schreiben SHERWIN und KELLAND (1998), dass Puten UV-Licht bevorzugen und daher ein höherer Anteil an UV-Licht zu einem geringeren Auftreten von Federpicken und Kannibalismus beitragen kann.

Andere Studien fanden heraus, dass besonders die Federn im Bereich bestimmter Körperteile eine hohe Reflexion von ultraviolettem Licht aufweisen, insbesondere im Flügel- und Bürzelbereich (SHERWIN und DEVEREUX 1999, MOINARD und SHERWIN 1999). In einer neueren Studie von BARTELS et al. (2017) wird dieser Befund bestätigt. Dabei konnte gezeigt werden, dass in Abhängigkeit vom Alter des Tieres eine reflektierende Wirkung des Gefieders nachgewiesen werden konnte. DUGGAN et al. (2014) verglichen diesbezüglich die Haltung von Puten in einem Offenstall, in dem die Tiere natürlichem UV-Licht ausgesetzt waren, mit der Haltung in einem geschlossenen Stall, der eine Beleuchtung ohne UV-Anteil aufwies. Die Puten in der Offenstallhaltung mit UV-Licht zeigten einen schlechteren Gefiederzustand und eine höhere Mortalitätsrate als die Tiere, die ohne UV-Licht in einem geschlossenen Stall gehalten wurden.

Ein Zusammenhang zwischen unzureichendem UV-Licht in der jungen Aufzuchtphase von Puten und dem Auftreten von Beschädigungspicken findet sich in der Literatur (DALTON 2017). Jedoch ist das Verhältnis zwischen UV-Licht und Beschädigungspicken bei ausgewachsenen Tieren noch nicht ausreichend geklärt. Hier sind nach Dalton weitere Untersuchungen erforderlich. Allerdings stellten SHERWIN und DEVEREUX (1999) bei einer Anreicherung mit UV-Licht bei kleinen Gruppen (100 bzw. 50 Puten) eine signifikante Reduzierung der Pickverletzungen an den Flügeln fest.

Generell dürfte auch die Gefiederfarbe eine wichtige Rolle spielen, wie DILLIER (1991) zeigen konnte. Bei gemeinsamer Haltung von bronzefarbenen und weißen Putenküken fiel auf, dass von beiden Farbschlägen allgemein überwiegend die weißen Küken bepickt wurden. Dagegen wurden die bronzefarbenen Küken kaum bepickt. Vom Autor wird dies begründet mit dem stärkeren Kontrast des weißen Gefieders, welches dieses etwa zu Futterpartikeln bildet.

2.5 Genetik

Auch über einen möglichen genetischen Einfluss auf das Pickverhalten bei Mastputen ist viel geforscht worden. So ergab etwa der Vergleich einer traditionellen und einer modernen Putenlinie unter identischen Umweltbedingungen, dass die moderne Putenlinie eine höhere Prävalenz an schwerwiegendem Federpicken und damit verbundene Verletzungen und notwendigen Behandlungen zeigte (BUSAYI et al. 2006). Die traditionelle Linie wies einen höheren Anteil geringgradigen Federpickens auf, jedoch ohne Verletzungen und notwendige Behandlungen, während bei der modernen Herkunft 32 % der männlichen und 15 % der weiblichen Tiere aufgrund von Pickverletzungen behandelt werden mussten. Vermutet wird, dass Beschädigungspicken bei Puten möglicherweise das Ergebnis von starkem Erkundungspicken sein kann (Busayi et al. 2006). Es gibt keine Angaben bezüglich der Zucht auf negatives Sozialverhalten bei Puten (HAVENSTEIN et al. 2007). Generell liegt

der Fokus in den Zuchtprogrammen vorrangig auf Merkmalen, die zu einer Verbesserung der Profitabilität wie Lebendmasse, Futtermittelverwertung und Brustfleischanteil liegen (WOOD 2009). Jedoch wurden gerade durch die Züchtung auf schnelles Wachstum möglicherweise Puten bevorzugt wurden, die in der sozialen Hierarchie oben stehen und tendenziell einen höheren Anteil an Pickverhalten aufweisen (FLOCK et al. 2007).

Auch die Ergebnisse der Studien von STRASSMEIER (2007) legen einen genetischen Einfluss nahe. Hier wurden die Tiere nicht nur aufgrund ihrer Verletzungen bewertet, sondern auch während des Pickens beobachtet. In dieser Studie konnte konkret nachgewiesen werden, dass die bronzefarbenen Puten nicht nur seltener bepickt werden als die weißen Artgenossen, sondern auch selbst weniger aktiv picken. Letzteres ist mit der Gefiederfarbe nicht zu erklären. Inwieweit dies möglicherweise auch mit einer genetisch bedingten unterschiedlichen Anpassungsfähigkeit an die Haltungsbedingungen oder auch mit Verschiedenheiten in den Stoffwechsellleistungen der jeweiligen Linien in Verbindung steht, wurde in dieser Studie nicht untersucht. Auch Legehennen scheint die Gefiederfarbe eine wichtige Rolle zu spielen. So konnte SPINDLER et al. (2013) an Legehennen zeigen, dass im Vergleich der braunen Linien „Lohmann Brown“ und „Lohmann Tradition“ zu der weißen Linie „Dekalb White“ die weißen Tiere sowohl vom Federpicken, als auch vom direkten Kannibalismus tendenziell häufiger betroffen sind. Ihre Untersuchungsergebnisse legen den Schluss nahe, dass Probleme mit Federpicken und Kannibalismus bei braunen Hühnerrassen eher beherrscht werden können.

In die gleiche Richtung gehen auch die Studien von CHENG und JEFFERSON (2008), die sich mit den genetischen Unterschieden bei Legelinien befassen haben. Sie konnten zeigen, dass es spezielle Legelinien (HGPS-Linie - high group productivity and survivability) gibt, die insgesamt stressresistenter sind als andere (LGPS-Linie – low group productivity and survivability): der Zeitbedarf für das Ausüben von Grundbedürfnisse (Fressen, Trinken und Putzen) unterschied sich zwischen den beiden Linien insofern, als die HGPS-Linien insgesamt mehr tranken und sich intensiver putzten als die LGPS-Linien.

Auch wenn in der Literatur berichtet wird (CHENG et al. 2002), dass HGPS-Linien eine höhere Stresstabilität aufweisen, die durch die höhere Produktivität und Überlebensfähigkeit sichtbar wird, erscheint es eher so, dass die HGPS-Linien zwar ebenfalls Stress empfinden, gleichzeitig aber in der Lage sind, dies im Verhalten zu kompensieren. Dies lässt sich den Autoren zufolge aus der vermehrten Wasseraufnahme und dem vermehrten Putzen schließen. Beide Verhaltensweisen führen dazu, eine erhöhte Körpertemperatur zu senken und die Stoffwechselprozesse in Balance zu bringen.

BESSEI und BENNEWITZ (2012) gehen ebenfalls davon aus, dass Federpicken teilweise genetisch determiniert ist.

Aufgrund der Vielfalt der einbezogenen Selektionskriterien und der geringen Heritabilität (GLATZ und RODDA 2013) ist jedoch nicht von einer schnellen Reduktion in der Prävalenz des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus auszugehen, auch wenn es bereits diesbezüglich selektierte Linien gibt.

2.6 Fütterungsregime

Im Hinblick auf einen möglichen Einfluss der Fütterung auf das Pickgeschehen sei dem besseren Verständnis halber voran gestellt, dass ein intakter Verdauungstrakt mit optimaler Stoffwechsellistung für das Geflügel eminent bedeutsam ist, zumal der Dünndarm der Vögel im Vergleich zum Säugetier verhältnismäßig kürzer ist (ZENTEK und JEROCH, 2013). Hinzu kommt, dass die Länge und das Fassungsvermögen des Verdauungstraktes sowie auch die Verdauungsleistung beim heutigen Nutzgeflügel in besonderer Weise züchterisch beeinflusst wurden und insofern mit der Stoffwechsellistung der Wildtierpopulation nicht mehr vergleichbar sind. Die relative nur sehr geringe Länge des Magen-Darm-Traktes im Vergleich zur Größe des Tieres beträgt beim Geflügel nur 1:6-8 (Schwein 1:14, Wiederkäuer 1:20). Das damit verbundene vergleichsweise geringe Fassungsvermögen des Verdauungstraktes sowie die relativ kurze Verweildauer der Futtermittel scheinen beim Geflügel nach wissenschaftlicher Meinung den Einsatz hochverdaulicher, rohfaserarmer und wenig voluminöser Futtermittel zu bedingen (BELLOF, 2014).

Auf einen möglichen Einfluss der Fütterung auf das Pickgeschehen weist POTTGÜTER (2015) hin. Danach erscheint ein Verzicht auf die derzeit übliche Schnabelbehandlung bei Legehennen ohne angepasste Fütterungsstrategien nicht möglich. Er stellt vor allem zwei Einflussgrößen heraus: Ein wesentlicher Teilaspekt der Fütterungsstrategie sei die tiergerechte Beschäftigung des Geflügels zur Befriedigung des natürlichen Erkundungs- und Futteraufnahmeverhaltens. Dazu sei es wichtig, die Tiere durch die Futterstruktur (z.B. mehlformig) möglichst lange mit dem Fressen zu beschäftigen, gleichzeitig aber auch eine gleichmäßige Futter- und Nährstoffaufnahme zu gewährleisten. Zum anderen habe der Rohfaseranteil eine große Bedeutung. In der Gesamtwichtung aller exogenen und endogenen Einflussgrößen kommt nach seiner Einschätzung der Fütterung allerdings nur eher eine Mitverantwortung zu.

Neue Entwicklungen in der Herstellung und Bearbeitung von Futter im Geflügelsektor sind auch mit Veränderungen in der Futterstruktur verbunden. Der Begriff der Futterstruktur umfasst dabei einerseits die Partikelgröße selbst und auch die Verteilung der Partikelgrößen, andererseits aber auch die Form des Angebots; es geht also darum zu unterscheiden, ob beispielsweise schrotförmiges, pelletiertes oder expandiertes Futter verfüttert wird. In diesem Zusammenhang ist RÖHE (2014) der Frage nachgegangen, inwieweit die Fütterung unterschiedlich strukturierten Futters die Magen-Darm-Funktion sowie die damit verbundene Leistung und Gesundheit von Legehennen beeinflusst. Zu diesem Zweck wurden morphologische, histologische, transportphysiologische und immunologische Untersuchungen des Gastrointestinaltrakts bei Legehennen mit verschiedenen Futtervarianten durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass weder die Partikelgröße des Futters noch die verwendete Futtermühle irgendeinen Einfluss auf die Leistung der Tiere hatten. RÖHE (2014) hat in ihrer Arbeit festgestellt, dass die Form des Futters einen Einfluss auch auf die Menge der Futteraufnahme und damit auf das Verhalten der Tiere hatte. Legehennen, die mit Schrot gefüttert wurden, hatten signifikant höhere Futteraufnahmen als jene, die vergleichsweise das Expandat erhielten. Die Form sowie die Partikelgröße des Futters haben nach RÖHE (2014) einen relevanten Einfluss auf die Entwicklung einzelner Organgewichte des Gastrointestinaltraktes. Legehennen, die mit Schrot anstelle von Expandat gefüttert wurden, hatten signifikant schwerere Drüsen- und Muskelmägen sowie höhere Pankreasgewichte. Außerdem wiesen Hennen, die mit grob vermahlenden Diäten gefüttert wurden, im

Vergleich zu denen, die fein vermahlene Futter erhielten, signifikant höhere Muskelmagengewichte auf. Die Ergebnisse der histologischen Untersuchungen des Dünndarmgewebes veranschaulichten, dass einzig die Form des Futters Einfluss auf die Länge der Darmzotten und Kryptentiefe hatte. Die mit Schrot gefütterten Legehennen hatten signifikant längere duodenale und kürzere ileale Darmzotten als Hennen, die Expandat als Futter erhielten. Untersucht wurden dazu Pankreas, Drüsen- und Muskelmagen sowie die drei Darmabschnitte Duodenum, Jejunum und Ileum. Im Ergebnis hatte die Fütterung von grob vermahlenem Schrot im Vergleich zu Expandat erkennbare Effekte auf die Entwicklung der Organe des Magen-Darm-Traktes und auf die Mikroarchitektur der intestinalen Schleimhaut. Auch KAMPHUES (2014) weist auf das essentielle Bedürfnis von Legehennen nach Raufutter und auf die Bedeutung einer adäquaten Futterstruktur hin.

Auch bei Mastputen scheint es einen Einfluss der Fütterung auf Federpicken und Kannibalismus zu geben, auch wenn hier weiterer Forschungsbedarf besteht (DALTON et al. 2013, MARCHEWKA et al. 2013). Es wird jedoch schon jetzt deutlich, dass verschiedene Fütterungsfaktoren einen Einfluss auf die Verhaltensstörung und somit auch auf die Tiergesundheit haben. Hier sind im Wesentlichen die Futterstruktur, die Futterzusammensetzung, die Futtermengen, die Fütterungsform, die Fütterungsfrequenz sowie bestimmte Futterinhaltsstoffe zu nennen (HAMILTON und KENNIE 1997, WYLIE und HOCKING 1999, SCHULZE BISPING 2015). Ebenfalls ist bekannt, dass Legehennen, die mit pelletiertem Futter versorgt wurden, eine höhere Prävalenz an Gefiederschäden aufweisen als Legehennen, die mit einer geschroteten bzw. mehligem Futterstruktur gefüttert wurden (AERNI et al. 2000). Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Tiere bei dem geschroteten bzw. mehligem Futter länger mit der Nahrungsaufnahme und Nahrungssuche beschäftigten, wodurch das Beschädigungspicken gegenüber ihren Artgenossen reduziert werden konnte. Ähnliche Untersuchungen bei konventionell gehaltenen Mastputen stehen bis jetzt noch aus.

In einer weiteren Studie von HAMILTON und KENNIE (1997) wurde ein Vergleich von ad-libitum und restriktiver Fütterung durchgeführt. Die Ad-libitum-Fütterung führte zu einer Minimierung von Gefieder- und Hautverletzungen. Als weiterer Faktor zur Reduzierung von Verletzungen wurde die Bereitstellung von rohfaserreicherem Futter identifiziert, welches ebenfalls ad libitum zur Verfügung stand (DALTON et al. 2013).

Bei zusätzlichem Angebot von Heu oder Silage, Pickblöcken oder Futterspendern mit Weizenfüllung, Weizenextrudat oder Knäckebrötchen konnte bei Puten eine niedrigere Frequenz aggressiven Pickens beobachtet werden (BERK et al. 2013a, GRAUE 2013, SPINDLER et al. 2015).

Hochleistungslinien, welche gezielt auf schnelles Wachstum und auf einen hohen Brustfleischanteil selektiert werden, zeigen häufig Stoffwechselprobleme, was in der Mastgeflügelhaltung mit dem Begriff der „Darminstabilität“ beschrieben wird (WINDHAUS und STREITS 2011). HUBER (2015) beschreibt, dass hohe Stoffwechselleistungen bei Hühnern, die für das genetisch hohe Leistungsvermögen von Wirtschaftsgeflügel nötig sind, häufig im Zusammenhang mit nicht-infektiösen Erkrankungen stehen. Diese sind neben Erkrankungen zum Beispiel des Bewegungsapparates eben auch Verhaltensstörungen wie Kannibalismus. Die hohe einseitige Stoffwechselleistung ist nach ihrer Erkenntnis verantwortlich für Stoffwechselstress im Bereich der Mitochondrien und des endoplasmatischen Retikulums und führe im Ergebnis zu vermehrter Apoptose oder Autophagie der

Zellen und des Gewebes. RIEGEL (2007) hat hierzu für die Skelettmuskulatur bei der Pute ergänzend dargelegt, dass es zu einer geringeren Kapillarisation des Gewebes, einer eingeschränkten Vasodilatation und zu einer herabgesetzten Nährstoffversorgung des Gewebes kommt. Dadurch ist vor allem der Ionentransport und die CO₂ - Regulation gestört und es werden die Metaboliten (Stoffwechselprodukte) schlechter abtransportiert. Dass bei der Aufarbeitung der Themenstellung der Darmfunktion besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden muss, wird auch anhand einer in Nordrhein-Westfalen landesweit durchgeführten systematischen Sachstandserhebung über die Art und Häufigkeit von antibiotischen Behandlungen und von ausgewählten Tierschutzparametern in der Putenmast deutlich. Diese landesweite Untersuchung hat ergeben, dass in der konventionellen Putenmast etwa 70 % der Diagnosen, die zur Verabreichung von Antibiotika führten, auf eine „Behandlungsbedürftigkeit“ des Verdauungstraktes entfielen (ANONYMUS 2014). Der Verdauungstrakt steht somit im besonderen Fokus tierärztlich-therapeutischer Behandlungen bei Mastputen.

McKEEGAN und SAVORY (1999, 2001) sehen einen direkten Zusammenhang zwischen Federpicken und Federfressen. So nehmen die Tiere zunächst lose Federn vom Boden auf; wenn diese aber im späteren Verlauf der Mast fehlen, blicken sie aktiv die Federn von Artgenossen und versuchen auf diese Weise, weiteren Federn habhaft zu werden. Auch hier sind die Parallelen zu Legehennen unverkennbar: Starke Federpicker, also Tiere, die durch das vielfältige Picken auf ein Federbündel eine hohe Federpickaktivität äußern (BESSEI et al. 1999), nehmen zugleich auch die losen Federn im vermehrten Umfang auf (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). Weil starke Federpicker auch eine hohe Anzahl an Federn fressen, sehen sie diese vermutlich als „Nahrung“ an (HARLANDER-MATAUSCHEK und BESSEI, 2005). Ein möglicher Einfluss der Fütterung auf die Darmflora und damit indirekt auf das Wohlbefinden von Puten wurde von ZDUNCZYK et al. (2013) untersucht. Dabei ging es um die Frage, in wie weit sich die gastrointestinale Morphologie und dessen Funktion durch eine Supplementierung mit ganzen Weizenkörnern verändert. In dieser Studie wurde bei Putenhähnen das Futter mit einem Anteil von bis zu 22,5 % Weizenkörnern supplementiert. Im Gegensatz zur Vergleichsgruppe zeigte die so gefütterte Versuchsgruppe deutliche, günstige Veränderungen in den Parametern der gastrointestinalen Funktion. Konkret äußerte sich dies im geringeren pH-Wert des Drüsenmageninhalts, den längeren Jejunalkrypten, sowie im Caecum den dort geringeren Ammoniak-Konzentrationen, dem geringeren pH-Wert, der erhöhten Anzahl von Bakterien, vor allem von Bifidobakterien, dem geringeren Salmonellenvorkommen und den höheren Konzentrationen von Butansäure und kurzkettigen Fettsäuren. Eine Supplementierung mit ganzen Weizenkörnern beeinflusst demnach die gastrointestinale Funktion positiv und vermindert auch die Ammoniakausscheidung. Auch BECKER und KAMPHUES (2017) wiesen bei Mastputen einen direkten Zusammenhang zwischen der Fütterung und der Größe des Muskelmagens nach. Das Gewicht des Muskelmagens war größer, wenn den Tieren zusätzlich strukturiertes Futter angeboten wurde.

JOHANNSON et al. (2016) konnten bei Legehennen ein direkten dämpfenden Zusammenhang einer Bei-Fütterung mit Gerstensilage auf das Pickgeschehen nachweisen.

Gastro-enterale Effekte beschreibt auch BANK (2010) in ihrer Dissertation. Sie fasst zusammen, dass von vielen Autoren „positive Effekte“ auf die Mikroflora im Gastrointestinaltrakt durch das Angebot von intaktem Getreide bei Mastputen nachgewiesen werden konnten. Mögliche Ursachen hierfür sind die

herabgesetzte Passagezeit sowie eine pH-Wert-Absenkung im Muskelmagen, wodurch dessen Barrierefunktion gegenüber unerwünschter (pathogener) Mikroorganismen herab gesetzt wird. BANK (2010) wies ferner darauf hin, dass es bei Angebot von intaktem Weizen zu einer signifikanten Reduktion von Salmonellen aber auch von anaeroben Bakterien wie z. B. *Clostridium perfringens* gekommen ist.

Eine Reduzierung des Beschädigungspickens bei Puten mit nicht-behandelten Schnäbeln konnte auch erreicht werden, indem den Tieren grob zerkleinertes Weizenstroh zur Verfügung gestellt wurde. Der dabei verzeichnete Rückgang von Pickverletzungen wurde besonders im Bereich des Kopfes, der Flügel und des Schwanzes deutlich (SHERWIN et al. 1999). Die zusätzliche Gabe von Weizenkörnern (MIRABITO et al. 2003) oder die Verwendung von tierischem Eiweiß (HILLER et al. 2014, SCHULZE BISPING 2015) hatten dagegen keinen Einfluss auf das Pickverhalten.

Wird die Futterzusammensetzung nicht korrekt gewählt, kann dies zu einer Verstärkung des Beschädigungspickens zwischen den Tieren führen (HUGHES und GRIGOR 1996).

In Geflügelherden tritt auch das Phänomen des Federfressens auf. MEYER et al. (2013b) gingen der Frage nach, welche Faktoren für das Federfressen bei Legehennen ursächlich sein könnten und inwieweit die Aufnahme von Federn einen Einfluss auf die Darmflora ausübt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Federn für den Verdauungstrakt „Strukturpartikel“ darstellen, die den Darmbakterien als Stickstoff-Quelle dienen. Die Aufnahme von Federn führt zu einer erhöhten Proteinaufnahme, wobei der Hauptbestandteil das nicht-enzymatisch abbaubare Strukturprotein Keratin darstellt. Keratin aus Federn ist ein verwertbares Substrat für die Darmflora und beeinflusst die Zusammensetzung und mikrobielle Proteinfermentation. Federn enthalten viel β -Keratin und die Aminosäuren Leucin, Cystein, Glycin, Alanin und Serin. Ein Mangel an Aminosäuren führt besonders bei den hochleistenden Legehennen zu deutlichen Leistungseinbußen. Für die Junghennenhaltung relevant ist, dass der Bedarf an der schwefelhaltigen Aminosäure Cystein zu Beginn der Aufzucht infolge des Körperwachstums und der intensiven Federbildung besonders hoch ist. Kommt es gerade in dieser Phase zu einer Unterversorgung an Aminosäuren, tritt vermehrt Federpicken und Kannibalismus auf (AMBROSEN und PETERSEN, 1997, SAVORY und MANN, 1999). In diesem Sinne konnten BILČÍK und KEELING (1999) zeigen, dass vor allem junge Tiere im Alter von 27 und 32 Wochen bepickt wurden. Dies stand in unmittelbarer Korrelation mit einem schlecht ausgebildeten Gefieder der Tiere.

MEYER et al. (2012) untersuchten in ihrer Studie, wie sich die Verfütterung von 5% gemahlenden Federn in der Futtermischung auf die Darmbakterien, die daraus resultierenden mikrobiellen Fermentationsprodukte und die Keratin-abbauenden Bakterien im Verdauungstrakt von Hühnern auswirken. Dabei konnte gezeigt werden, dass intestinale Mikroorganismen das aus den Federn stammende Keratin aktiv nutzen. Die Konzentration keratinolytischer Bakterien (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus salivarius*) stieg bei der Aufnahme der Federn besonders im Caecum deutlich an.

Ergänzend dazu haben MEYER et al. (2013b) weitere Aspekte zum Einfluss der Federpickintensität auf die Darmflora näher untersucht. Für diese Studie wurden im Muskelmagen die Anzahl der ganzen Federn und Federteile sowie die mikrobielle Zusammensetzung der Darmflora im Ileum und Caecum

untersucht. Die Studie hat ergeben, dass es Unterschiede in der mikrobiellen Zusammensetzung der Darmflora von Viel- und Wenigpickern gibt. Dies zeigt sich indirekt anhand von Metaboliten wie in erhöhten Propionat-Werten im Caecum von Vielpickern. Dagegen war bei Wenigpickern die Konzentration von Acetat, Butyrat, Valeriat, Putrescine und Cadaverin höher sowie die Menge von Ammonium. Auffällig war in dieser Studie ferner, dass die Laktatwerte im Caecum bei Vielpickern höher waren. Laktat wird bei Sauerstoffmangel, z.B. im Zuge von Überlastung gebildet. Die Blutkonzentrationen von Acetat, Butyrat, Valeriat waren bei Wenigpickern signifikant höher. Diese kurzkettigen Fettsäuren entstehen als bakterielle Fermentationsprodukte durch die Verdauung von unverdaulichen Kohlenhydraten wie Ballaststoffen, resistenten Stärken und Oligosacchariden.

Ein weiteres Ergebnis der Studie von MEYER et al. (2013b) war, dass Vielpicker vergleichsweise mehr ganze Federn aufnehmen als Wenigpicker, bei denen zugleich im Verdauungstrakt hauptsächlich Federbruchstücke wie Federteile und Federpartikel gefunden wurden. Um die sich daraus ergebenden Effekte besser einzuschätzen, wurden Putrescine und Cadaverine näher bestimmt. Dabei ergaben sich hinsichtlich deren Konzentrationen relevante Unterschiede zwischen Vielpickern und Wenigpickern. Bei Wenigpickern war die Menge dieser Abbauprodukte im Ileum deutlich höher. Dies lässt darauf schließen, dass sich der Abbau- und Verwertungsprozess von Federbestandteilen bei Wenigpickern von dem bei Vielpickern unterscheidet. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass bei Wenigpickern der Ammoniakgehalt im Ileum und Caecum deutlich höher war als bei Vielpickern. Dies lässt sich mit einer unterschiedlichen mikrobiellen Darmflora von Vielpickern gegenüber Wenigpickern erklären.

BESSEI und BENNEWITZ (2012) halten es in diesem Zusammenhang für wenig relevant, dass die Ursache des Federpickens das Eiweiß in der Feder ist. Nur 20% des Proteins in den Federn könne im Verdauungstrakt der Tiere verwertet werden. WEIK und KLEBS (2012) schreiben, dass Versuche gezeigt haben, dass die Tiere auch Federn picken, wenn diese mit besonders proteinreichem Futter gefüttert werden.

KAMPHUES (2014) hat weitere wichtige Stoffwechselfolgen zum Federpicken nachgewiesen. So können sich ein Mangel oder Überschuss an NaCl sowie Aminosäuren-Imbalancen bzw. eine Unterversorgung insbesondere mit den Aminosäuren Methionin und Cystin begünstigend auf das Federpicken auswirken. Prophylaktische Maßnahmen sollten deshalb seinen Ergebnissen zufolge stets auch Rezepturkorrekturen in Betracht ziehen. Auf die Futterrezeptur als wichtige Einflussgröße für das Federpicken und den Kannibalismus stellen auch die niedersächsischen Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Jung- und Legehennen ab (ANONYMUS 2013). Darin wird vor allem eine Beziehung zwischen dem Rohfasergehalt der Ration und der Neigung zu Federpicken und Kannibalismus gesehen. Empfohlen wird, in Problemfällen die Rohfasergehalte in den Futtermitteln zu erhöhen. Die niedersächsischen Empfehlungen bilden den gegenwärtigen allgemeinen Erkenntnisstand auf nationaler und internationaler Ebene ab. Auch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft sieht in der Tierernährung eine wichtige Einflussgröße in Bezug auf Federpicken und Kannibalismus. Jede Unterversorgung oder Stoffwechselbelastung - so im Text der Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls, insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen (ANONYMUS 2015) - könne zu Verhaltensstörungen führen und damit Federpicken und Kannibalismus auslösen.

Die Zugabe von tierischem Eiweiß zum Alleinfutter hat dagegen keinen ursächlichen Einfluss auf das Auftreten von akutem Kannibalismus (SPINDLER und HARTUNG 2013). Damit wurde eine häufig aus der Praxis geäußerte Fragestellung aufgegriffen und zugleich die Erklärung dafür geliefert, weshalb es schon zeitlich vor dem Verfütterungsverbot für tierisches Eiweiß im Zuge der BSE-Krise im Jahr 2000 zu Federpicken und Kannibalismus in den Geflügelbeständen kam und es sich hierbei nicht um ein vergleichbar „neues“ Phänomen handelt (WINDHORST 2013).

2.7 Clostridien

Auf die mögliche Relevanz von *Clostridium perfringens* im Hinblick auf dessen potenzielle Bedeutung auf das Pickgeschehen wurde bereits in der Einleitung hingewiesen. So haben MATEOS et al. (2012) bei Broilern dargelegt, dass die Besiedlung des Darms mit *Clostridium perfringens* fütterungsabhängig ist. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang auch eine Untersuchung von BECKER und KAMPHUES (2017) zum Einfluss der Fütterung auf die Besiedlung des Darms mit Clostridien und dem Clostridienvorkommen in Bezug auf den Gefiederstatus von Mastputen. Ihre Erkenntnisse bestätigen den schon von MATEOS (2012) bei Broilern gezeigten Zusammenhang zwischen der Fütterung und der Besiedlung des Darms mit *Clostridium perfringens* jetzt auch bei Mastputen. So konnten bei einem von drei untersuchten Betrieben bei 10 Wochen alten Puten und bei dem anderen der drei untersuchten Betriebe bei 15 Wochen alten Puten signifikant mehr Clostridien in den untersuchten Darmabschnitten Ileum und Caecum nachgewiesen werden, wenn die (Kontroll-) Tiere konventionell gefüttert wurden gegenüber Projektieren, die ein Alleinfutter erhielten, das im Vergleich zur Kontrollgruppe einen höheren Rohfasergehalt enthielt und diesen Tieren zusätzlich in separaten Futtertrögen verschiedene strukturliefernde Futtermittel angeboten wurden. Selbst wenn das separate Futterangebot nur aus ganzen Weizenkörnern bestand, zeigten die Puten im Alter von 10 Wochen noch einen signifikanten Unterschied zwischen Kontrollgruppe und Projektgruppe im Bereich des Ileums. Der quantitative Unterschied im Ausmaß der Darmbesiedlung mit *Clostridium perfringens* war durchaus beachtlich und betrug bis zum Faktor 10^3 KbE/g Chymus. Außerdem konnten die Autoren in ihrer Studie einen sehr hohen Anstieg von Kannibalismus bedingten Verlusten bei nicht-schnabelbehandelten Puten feststellen, wenn das zusätzliche Angebot bzw. die Aufnahme von strukturliefernden Futtermitteln mengenmäßig bzw. zeitlich eingeschränkt war. Zudem zeigten in dieser Studie die bepickten Tiere im Alter von 10 Lebenswochen eine höhere Keimbesiedlung des Darms mit *Clostridium perfringens* als die nicht bepickten Tiere; dies galt sowohl für die konventionell gefütterten Kontrollgruppen als auch für die „angereichert“ mit strukturliefernden Futtermitteln versorgten Projekttiere. Der Unterschied war bei den „konventionell“ gefütterten Tieren vergleichsweise besonders deutlich.

3 Material, Methoden und Tiere

3.1 Verwendete Materialien

Eine Übersicht über die bei der Laboruntersuchung verwendeten Materialien ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten Materialien und deren Hersteller

Materialien	Hersteller
Anaerocult Atmospärensysteem	VWR International GmbH
Brilliance E.coli/ Coliform Selektivagar	Oxoid Deutschland
Combitip advanced (0,5 ml)	VWR International GmbH
Medikamenten Tüten	Henry Schein Vet GmbH
Nähragar 1	Sifin Diagnostik GmbH
Petrischalen steril	Sarstedt AG & Co KG
Trimethoprim Feststoff	Scholz Labor Klinik
TSN Agar Clostridium perfringens Selektivagar	Fluka, Th. Geyer Berlin GmbH
Zentrifugenröhrchen	Th. Geyer Berlin GmbH
Peptonwasser	Oxoid Deutschland
1 ml Spitzen, gestopft	Sarstedt AG & Co KG

3.2 Auswahl der beprobten Tiere

Die Datengrundlage dieses Projektes bildeten acht konventionell wirtschaftende Betriebe, die Mastputen der Linie „B.U.T. Big 6“ halten. Diese acht Betriebe wurden zufällig und auf Vorschlag der nordrhein-westfälischen Puten Erzeugergemeinschaft ausgewählt. Entsprechend den tierschutzrechtlichen Vorschriften wurden das Vorhaben selbst sowie die konkreten Maßnahmen am Tier den jeweils zuständigen Veterinärämtern Borken, Rhein-Erft-Kreis, Kleve, Soest angezeigt. Die Anzeige selbst war das Ergebnis eines jeweils dazu geführten erläuternden, persönlichen Gesprächs mit den zuständigen MitarbeiterInnen in den jeweiligen Veterinärämtern.

Es wurden 80 Mastputen aus insgesamt acht Betrieben beprobt (Abb. 1). Die Proben wurden im Rahmen einer Tötung mit Organentnahme entnommen. Die Tötung der Tiere wurde entsprechend den tierschutzrechtlichen Vorschriften den jeweils zuständigen Veterinärbehörden angezeigt; sie erfolgte grundsätzlich durch eine Betäubung mittels stumpfen Schlags auf den Kopf und anschließendem Genickbruch.

Zum Zeitpunkt der Beprobung der Tiere befanden sich diese jeweils zwischen der 8. und 12. Lebenswoche (Tab. 3). In jedem der acht Betriebe wurden die Puten nur zu einem einmaligen Zeitpunkt entnommen und untersucht. Es handelte sich um Feldbetriebe, bei denen keine konkreten Angaben über das Fütterungs- und Behandlungsregime vorlagen; es wurde von den Betriebsleitern lediglich zugesichert, dass diese den Bedingungen einer praxisüblichen Putenmast entsprächen. Deshalb wurde zum Zeitpunkt der Auswahl der Tiere umso mehr sorgfältig darauf geachtet, dass im Bestand keinerlei klinische Anzeichen für eine infektiöse Erkrankung vorlagen und die zu beprobenden Tiere augenscheinlich – unter Ausklammerung der Beurteilung des Befiederungszustands (s. u.) – gesund waren. Die Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über Merkmale der beprobten Mastputen und deren Bestände.

Tabelle 3: Übersicht über Altersgruppen, Geschlecht und Gruppengrößen der beprobten Puten in den Betrieben

m = Hahn, w = Henne.

/	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 5	Betrieb 6	Betrieb 7	Betrieb 8
Alter (Wochen)	8	11	12	10	12	12	12	10
Geschlecht (m/w)	w	m	m	m	w	m	m	m
Bestandsgröße	5000	6800	6800	7000	9000	7500	2350	7200

Von zehn Tieren je Bestand wurden fünf Tiere jeweils zufällig ausgesucht, bei denen das Federkleid erkennbar weitgehend intakt war (im Folgenden „Gefieder \oplus “ genannt); für die Auswahl der anderen fünf Mastputen war maßgebend, dass das Federkleid dieser Tiere Gefiederschäden oder federlose Stellen aufwies, diese also aufgrund des klinischen Befundes als „Tiere mit Gefiederschäden“ identifiziert worden waren (im Folgenden „Gefieder \ominus “ genannt) (Abb. 1). Alle beprobten Mastputen wurden vor Einleitung der weitergehenden Untersuchungen pathologisch-anatomisch untersucht, um sicherzustellen, dass keine makroskopisch erkennbaren Erkrankungen mit Ausnahme der Federkleidveränderungen vorlagen.

3.3 Probenmaterial für die histologische und mikrobiologische Untersuchung

Nach Vorauswahl der Tiere und Bestätigung des pathologisch-anatomisch unauffälligen Befundes wurden von den Tieren jeweils Proben von verschiedenen Lokalisationen der Haut und des Darms sowie vom Pankreas entnommen. Bei der Auswahl des zu beprobenden Hautareals wurde darauf geachtet, Hautproben über den Körper verteilt zu nehmen, um einen Überblick über die gesamten Hautbereich der Pute zu erhalten und zudem die Hautpartien zu berücksichtigen, die erfahrungsgemäß intensiv bepickt werden.

Alle Proben waren für eine histologische Untersuchung (Hämatoxylin-Eosin-Färbung) bestimmt. Die Darmproben wurden zusätzlich bakteriologisch untersucht. Zu den konkreten Schritten der Untersuchungen wird auf das Kapitel 4 verwiesen.

3.3.1 Hautproben

Bei allen 80 Puten wurden die Hautproben unmittelbar nach der Tötung der Tiere noch auf dem Betrieb jeweils in einer Größe von etwa 5 cm² an den in Tabelle 4 beschriebenen Lokalisationen A bis E entnommen. Die Proben wurden mit freundlicher Unterstützung von Frau Tierärztin Dr. Julia Maasjost am Institut für Geflügelkrankheiten der FU Berlin zur histologischen Untersuchung vorbereitet.

Tabelle 4: Beschreibung der Probenentnahmestellen

Hautprobe A	Stirnzapfen; soweit dieser infolge von Kannibalismus nicht mehr vorhanden war, stattdessen das Integument im Bereich des Stirnzapfens
Hautprobe B	Haut am Übergang von unbefiederter zur befiederten Region im dorsalen Bereich des Halses
Hautprobe C	Haut aus dem Bereich der Brust
Hautprobe D	Haut aus dem Bereich zwischen den Schulterblättern am Rücken
Hautprobe E	Kloakenhaut (am dorsalen Bereich der Kloake, wobei die Probe so entnommen wurde, dass das Hautstück einen Bereich der Kloakenschleimhaut und auch einen Teil der Körperhaut enthält)
Hautprobe F.1	Duodenum mit jeweils anhaftendem Pankreas
Hautprobe F.2	Jejunioileum
Hautprobe F.3	Caecum

Von jeder Hautprobe wurde die interfollikuläre Dermis jeweils histologisch untersucht auf das Vorkommen von Immunzellen und deren jeweiligen Ausprägungsgrad im Gewebe:

- Infiltrationen mit heterophilen Granulozyten,
- Vorkommen von Lymphozyten; diese wurden weitergehend wie folgt differenziert:
 1. diffuser Verteilung,
 2. Verteilung in Gruppen (als intermediärer Zustand zwischen diffuser und follikulärer Anordnung),
 3. Verteilung in follikulärer Anordnung.

Wurden in dem histologischen Präparat Federfollikel vorgefunden, wurde zusätzlich deren perifollikuläre, dermale Umgebung ausgewertet im Hinblick auf das Vorkommen von:

- heterophilen Granulozyten,
- Lymphozyten,
- Blutungen,
- Hyperkeratosen.

3.3.2 Darmproben

Unter Berücksichtigung der Themenstellung dieser Arbeit, die auf eine Abklärung einer möglichen Korrelation zwischen Gefiederschäden und intestinal-mikrobiellen Prozessen abzielt, wurde zusätzlich Darmgewebe beprobt (Tab. 4, Proben F.1 bis F.3). Die Darmabschnitte wurden histologisch und bakteriologisch untersucht. Beide Untersuchungsverfahren erfolgten jeweils an unmittelbar benachbarten Darmabschnitten.

Zur histologischen Untersuchung der Darmproben wurden unmittelbar nach der Tötung der Tiere noch auf dem Betrieb jeweils 2 cm lange Darmabschnitte mit der sie jeweils umgebenden peritonealen Umkleidung entnommen.

Zur bakteriologischen Untersuchung wurden von den jeweiligen Darmabschnitten aus den Darmsegmenten, die unmittelbar neben den Proben für die histologischen Untersuchungen gelegen waren, ebenfalls jeweils 2 cm lange Darmabschnitte ausgewählt. Diese wurden im Abstand von 1,5 cm jeweils mit Bindfäden abgebunden und anschließend so herausgetrennt, dass kein Darminhalt verloren ging und der Chymus vor Umwelteinflüssen geschützt war.

4 Methoden

4.1 Vorbehandlung der Proben

Je nach vorgesehener Untersuchung wurden die Proben noch auf dem Betrieb vorbereitend unterschiedlich behandelt.

4.1.1 Vorbehandlung der Proben für die histologische Untersuchung

Die für die histologischen Untersuchungen bestimmten Proben von Haut und Darm wurden unmittelbar nach deren Entnahme in verschließbare, zuvor im Institut für Tierpathologie der Freien Universität beschriftete Einwegbecher, die mit jeweils 20 ml 4%iger Formaldehydlösung befüllt waren, einzeln überführt. Die Darmproben wurden in der Formaldehydlösung leicht hin- und hergeschwenkt, um den in den Darmproben befindlichen Chymusrest schnell und schonend zu entfernen und somit zugleich eine unmittelbare Fixierung des Darmgewebes zu gewährleisten.

4.1.2 Vorbehandlung der Proben für die bakteriologische Untersuchung

Zur bakteriologischen Untersuchung wurde der zu untersuchende, an beiden Enden fest abgebundene Darmabschnitt jeweils in einen Sterilbeutel überführt. Dieser ist zuvor im Institut für Geflügelkrankheiten der Freien Universität Berlin beschriftet worden. Anschließend wurde die überschüssige Luft vorsichtig entfernt und unmittelbar darauf wurde der dann verschlossene Beutel in Trockeneis so gelegt, dass dieser von Trockeneis vollständig umschlossen wurde. Das Trockeneis befand sich in einer wärmeisolierten und kälteisolierenden verschließbaren Transportbox.

4.2 Aufbewahrung der Proben

4.2.1 Aufbewahrung der für die Histologie vorgesehenen Proben

Die verschlossenen Probenbecher wurden nach Beendigung des Betriebsbesuchs mittels Kurierfahrzeug zum Institut für Tierpathologie der Freien Universität Berlin gebracht und dort bis zur zeitnahen Aufarbeitung für die histologische Untersuchung bei Raumtemperatur (20°C) zwischengelagert.

4.2.2 Aufbewahrung der für die Bakteriologie vorgesehenen Proben

Die auf dem Betrieb jeweils in eine Transportbox mit Trockeneis verbrachten Darmproben wurden unmittelbar nach Beendigung des Betriebsbesuchs per Kurier zum Institut für Geflügelkrankheiten der Freien Universität Berlin gebracht. Sofort nach Ankunft wurden die im Trockeneis befindlichen Beutel mit den darin enthaltenen Darmproben in den institutseigenen Gefrierschrank verbracht und bei -80°C eingefroren. Unter diesen Bedingungen wurden die Proben ununterbrochen bis zur Aufarbeitung der bakteriologischen Untersuchungen aufbewahrt.

4.3 Aufbereitung der Haut- und Darmproben für die histologische Untersuchung

Vor Probenaufbereitung wurden eine Verblindung durchgeführt, indem den Proben in zufälliger Reihenfolge eine fortlaufende Nummer zugewiesen wurde, sodass die fortlaufende Nummer keinen Rückschluss auf die Gruppenzugehörigkeit zuließ. Die Verblindung wurde aufgehoben, nachdem alle Proben aufbereitet und ausgewertet wurden.

Zur Aufbereitung der Haut- und Darmproben für die histologische Untersuchung wurde die Probe aus dem Probengefäß mittels Pinzette entnommen. Von jeder Probe wurde mit dem Skalpell ein Präparat von etwa von 25x20x10 mm (Länge x Breite x Höhe) geschnitten und diese in eine Kapsel überführt. Die Hautproben wurden dabei entlang der Federwuchsrichtung geschnitten; die Darmproben dagegen quer zur Längsachse. Anschließend wurden die so zugeschnittenen Proben für mind. 24h weiterhin in einer 4%igen Formaldehydlösung fixiert. Nach dieser Fixierung wurden die Proben zunächst mit Leitungswasser gespült und anschließend über eine aufsteigende Alkoholreihe entwässert und in Paraffin eingebettet. Dazu wurde das in der Kapsel befindliche Gewebe mit erhitztem, flüssigem Paraffin übergossen und zum Aushärten auf eine Kühlplatte gelegt. Am Ende dieses Prozesses lagen die Gewebeproben in Paraffinblöcken vor.

Aus den so entstandenen Paraffinblöcken wurden mittels eines Rotationsmikrotoms jeweils ca. 5 µm dicke Schnitte angefertigt. Von jeder Gewebeprobe wurde jeweils ein Mikroschnitt auf jeweils einen Objektträger gebracht, nachdem sie zuvor in einem Wasserbad mit destilliertem Wasser zum Strecken überführt worden waren. Daraufhin sind die Proben 10 min bei 100°C im Brutschrank getrocknet worden, sodass sie auf dem Objektträger fixiert waren und als fertige Schnitte selbst längerfristig lagerfähig waren.

Zur Färbung der Proben wurden diese zunächst in Xylol entparaffiniert und mit einer aufsteigenden Alkoholreihe behandelt. Anschließend erfolgte eine Hämatoxylin-Eosin-Färbung.

4.4 Aufbereitung der Darmproben für die bakteriologische Untersuchung

Die bakteriologische Untersuchung der Darmproben erfolgte in mehreren Schritten und wurde von Herrn Gerzon Motola Bursch, tierärztlich tätig im Institut für Geflügelkrankheiten der FU Berlin, freundlich unterstützt. Zunächst wurde der jeweilige Darmabschnitt aus dem Gefrierschrank entnommen und für 1h bei Raumtemperatur aufgetaut. Mit einem sterilen Sektionsbesteck (2 Pinzetten, 1 Schere) wurde das verschlossene Darmstück eröffnet und aus dem darin befindlichen Darminhalt jeweils 0,5 g mittels eines sterilen Löffels in ein zuvor mit 4,5 ml Peptonwasser befülltes steriles Glasröhrchen überführt. Anschließend wurde die Suspension für 20s mittels einem Vortexmischer gut durchmischt. Zur Erstellung einer Verdünnungsreihe wurde daraufhin von dieser Suspension eine Menge von 0,5 ml in das nächste Röhrchen gegeben und 10 s ebenfalls mittels eines Vortexmischers durchmischt, bevor dann daraus wiederum 0,5 ml entnommen und in das nächste Röhrchen überführt wurde; dieser Vorgang wiederholte sich in 10er Stufen bis zur 7. Verdünnungsstufe (bis 10⁻⁷).

Zur differenzierenden Anzucht der Bakterien wurden die in der Tabelle 5 gezeigten Nährmedien verwendet:

Tabelle 5: Übersicht über die Nährmedien und die darin selektiv angezüchteten Bakterien

Nährmedien	Selektiv angezüchtete Bakterien
Nähragar 1	Aerobe Gesamtkeimzahl
Brilliance <i>E.coli</i> / Coliform Selektivagar	Coliforme Bakterien
Tryptone-sulfite-neomycin (TSN) Agar- <i>Clostridium perfringens</i> Selektivagar	Clostridien

Zur Bestimmung der Aeroben-Gesamtkeimzahl wurde Nähragar 1 und für die Bestimmung von coliformen Bakterien wurde Brilliance *E.coli*/ Coliform Selektivagar verwendet.

Die bakteriologische Untersuchung von *Clostridium perfringens* wurde auf TSN Agar Clostridium perfringens Selektivagar nach den Angaben von MARSHALL et al. (1965) durchgeführt. Zur Unterdrückung des unerwünschten Wachstums von *Enterokokken* wurde dem TSN-Agar eine Stammlösung mit Trimethoprim und Chloroform zugesetzt.

Die Nähragar und die TSN-Agar wurden selbst hergestellt. Für die Nähragar wurde 35 g des pulverförmigen Agars in 1 Liter Aqua dest. suspendiert und gelöst. Für die Herstellung der TSN-Agar wurden 20g des Pulvers mit 1 Liter Aqua dest. vermischt; dazu wurde auf 1 Liter Agar 1ml Stammlösung gegeben. 1 ml Stammlösung bestand aus 10mg Trimethoprim, welches in 1ml Chloroform gelöst war. Anschließend wurde das Nährmedium autoklaviert.

Aus der Pepton-Ausgangssuspension und den anschließenden 7 Verdünnungslösungen wurden jeweils 10µl Suspension mittels einer Dispensierspitze auf die drei in der Tabelle 5 genannten Nährmedien gegeben; deren Beimpfung erfolgte jeweils im Doppelansatz. Dies entspricht 48 Beimpfungen pro Darmprobe; auf jedem Nährmedium wurden jeweils 8 Beimpfungen angebracht, sodass insgesamt pro Darmprobe 6 Nährmedien verwendet worden sind. Die nur partielle, auf eng begrenzte Areale des Nähragars begrenzte Beimpfung erfolgte in Anlehnung an die Arbeit von ISIK (2004).

Zur Markierung der Beimpfungsstellen für die einzelnen Verdünnungen wurde eine Schablone angefertigt, die jeweils unter das zu beimpfende Nährmedium gelegt wurde. Es wurde der Anfangspunkt markiert und das Material im Uhrzeigersinn auf die Platten aufgebracht (Abb. 2).

Anschließend wurden die Nähragar und die Brilliance Agar bei 37°C für 24 Stunden inkubiert. Die Zeit der Bebrütung des TSN Agar unter anaeroben Bedingungen betrug 24 Stunden bei 46°C. Unmittelbar nach Abschluss der Bebrütung wurden die Platten ausgewertet.

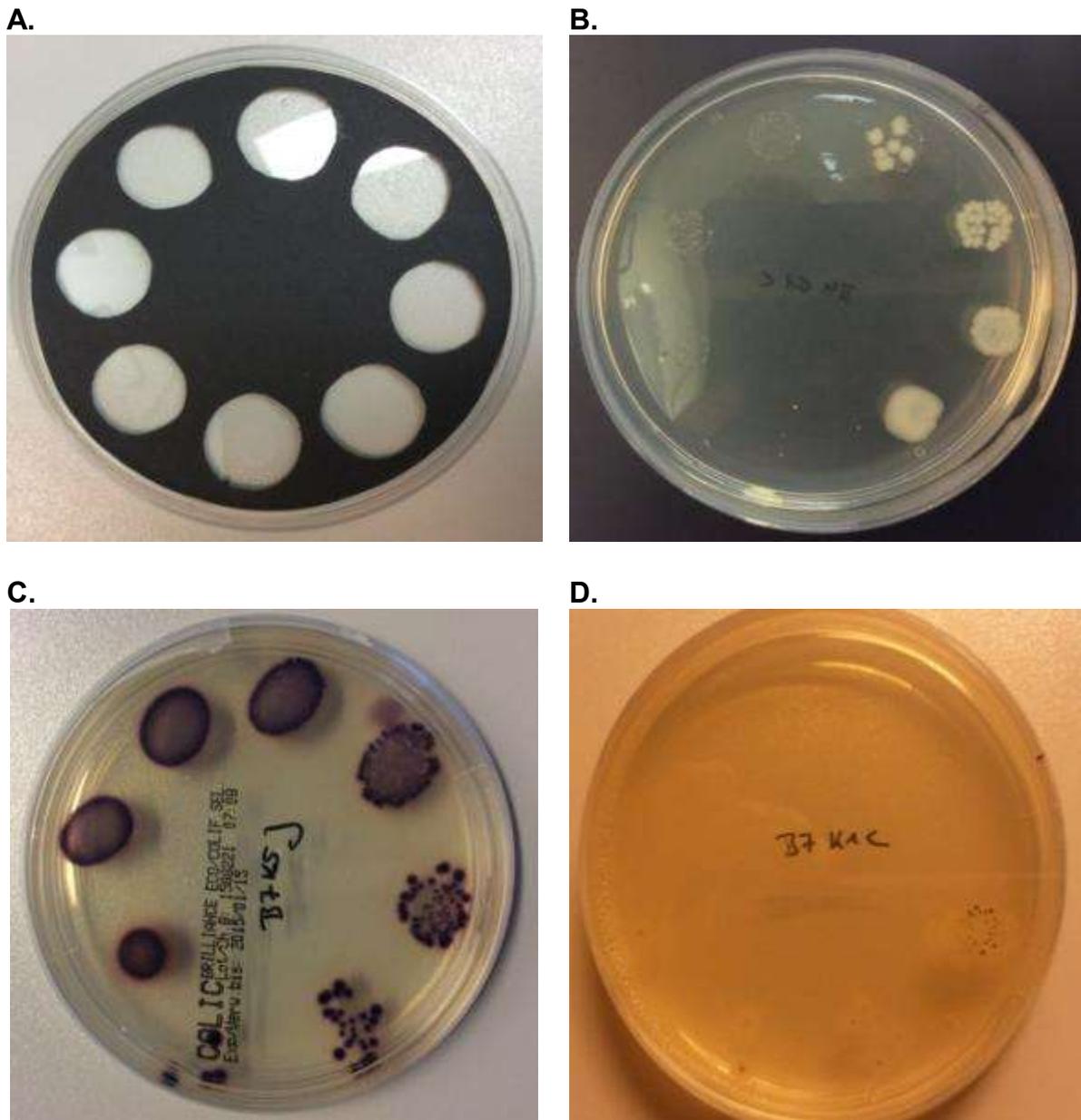


Abbildung 2: Bestimmung der Gesamtkeimzahl, coliformen Bakterien und Clostridien
 (a) Schablone für das Aufbringen der bakteriologischen Proben auf den Agar
 (b) Nähragar mit der Gesamtkeimzahl in verschiedenen Verdünnungsstufen
 (c) Brilliance Selektivagar mit Coliformen Bakterien in verschiedenen Verdünnungsstufen
 (d) TSN-Agar mit Clostridien in verschiedenen Verdünnungsstufen

4.5 Auswertung der Proben

Die Auswertung der histologischen Schnitte erfolgte geblendet jeweils in einem Cluster bezogen auf die jeweilige Lokalisation; so konnte gewährleistet werden, dass subjektive Einflüsse bei der Auswertung auf ein Minimum reduziert wurden.

Die bakteriologischen Bestimmungen erfolgten jeweils unmittelbar am Ende der Bebrütungszeit.

4.5.1 Auswertung der histologischen Schnitte

Um der Frage nachzugehen, inwieweit bei Puten der Nachweis von Immunzellen in den einzelnen Geweben und Organen mit Gefiederschäden einher geht, wurden alle Proben auf das Vorkommen von heterophilen Granulozyten und Lymphozyten untersucht und – bezogen auf die jeweilige Lokalisation - auf Gruppenebene (Gefieder \oplus und Gefieder \ominus Gruppe) ausgewertet. Heterophile Granulozyten sind beim Geflügel die dominierende Leukozytenfraktion im Rahmen der Immunantwort zur Bekämpfung akuter, vor allem bakterieller Infektionsprozesse (HARMON 1998, WELLS et al. 1998, FUDGE 2000), als auch für die Beurteilung von länger anhaltendem Stress (GROß et al. 1983). Die einzelnen Untersuchungsschritte erfolgten in folgender Reihenfolge: Zunächst wurden die Proben aus den Hautpartien und anschließend aus den Darmabschnitten histologisch auf das Vorkommen von Immunzellen vom Typ heterophile Granulozyten und Lymphozyten untersucht (Tab. 6). Als Zusatzuntersuchung wurden anschließend auch die Umgebung der Federfollikel, das Pankreas und das Branching in den Krypten in die histologische Betrachtung einbezogen.

Tabelle 6: Untersuchungsparameter und Lokalisation der histologischen Proben

Untersuchungsparameter	Lokalisation
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Stirnzapfen
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Halshaut
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Brusthaut
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Schulterhaut
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Kloake-Haut
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Kloake- Schleimhaut
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Duodenum
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Jejunoileum
heterophile Granulozyten und Lymphozyten	Caecum

4.5.1.1 Infiltration mit heterophilen Granulozyten

Zur Bestimmung des Ausprägungsgrads einer Infiltration mit heterophilen Granulozyten wurden diese in die Grade von 1 bis 7 eingeteilt (Tab. 7).

Tabelle 7: Einteilung der Ausprägungsgrade der Infiltrationen.

Grad	Optisch bewertete Anzahl (auf dem Präparat)
Grad 1	vereinzelt
Grad 2	vereinzelt-geringgradig
Grad 3	geringgradig
Grad 4	geringgradig-mittelgradig
Grad 5	mittelgradig
Grad 6	mittelgradig-hochgradig
Grad 7	hochgradig

Bei der Gesamtbewertung wurde wie folgt vorgegangen:

Das Ausmaß der Infiltration einer Probe mit Immunzellen ist ein Produkt aus den Befunden „Ausprägungsdichte“ (s.o. – mit Grad 1 bis 7) und anteiliges Vorkommen in der Probe (als prozentuale Angabe). Das so ermittelte Ergebnis erlaubt demnach eine Aussage darüber, wie viel Prozent des Schnittes mit den entsprechenden Zellen in welchem Grad infiltriert war. Bei dieser Berechnungsweise kommen jedoch rein mathematisch auch Zahlen mit einer Kommastelle vor, da es sich um eine einfache Multiplikation aus zwei Faktoren (Ausprägungsdichte und relative Vorkommenshäufigkeit in der Probe) handelt.

Um die Kategorien besser darstellen zu können, wurden alle Ergebnisse gleichermaßen mit dem Faktor 10 multipliziert, um auf diese Weise gerade Zahlen zu erhalten. So entstehen Kategorien von 1 bis maximal 70. Die Kategorie 70 steht also für eine Probe mit einem flächigen Vorkommen von Immunzellen (=100%) in maximaler Dichte (Grad 7); ein Beispiel zeigt die Abbildung 3.

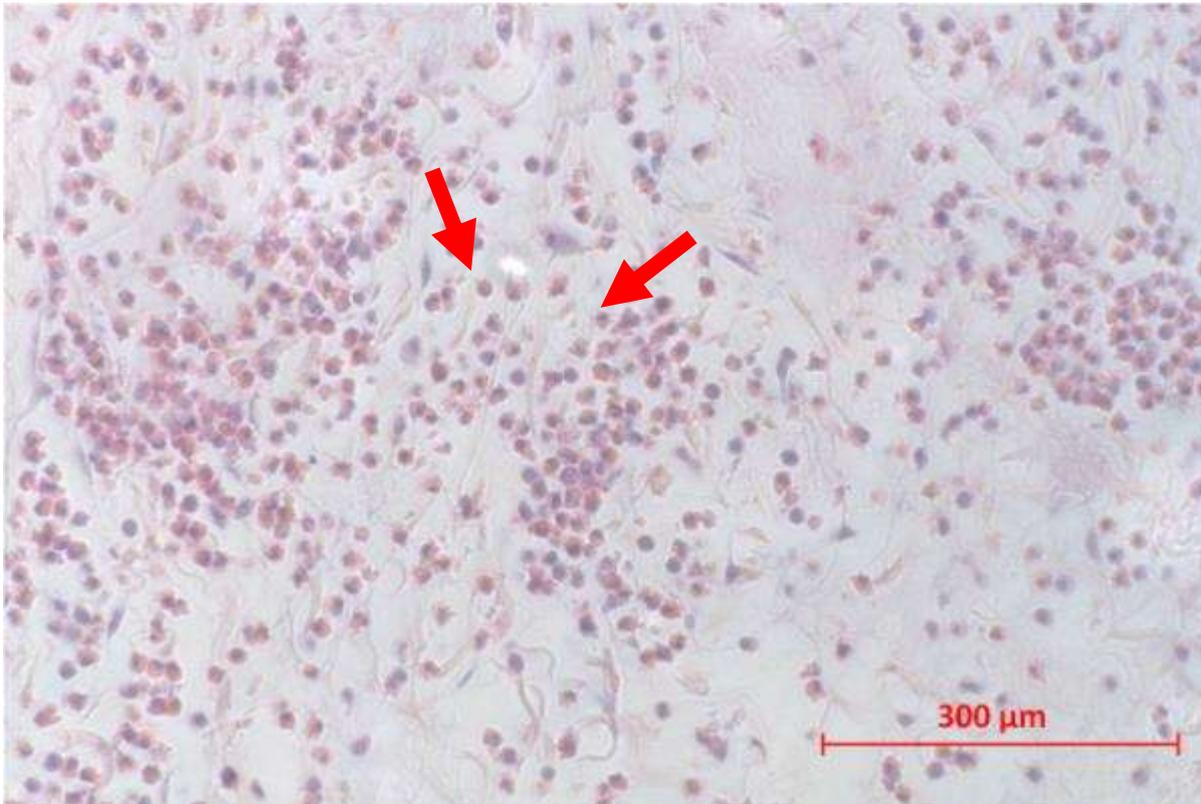


Abbildung 3: Heterophile Granulozyten (interfollikulär) (HE-Färbung; Halshaut); Tier B2K3 gemäß Tabelle 10.3.3

4.5.1.2 Vorkommen von Lymphozyten

Alle Proben wurden mit Ausnahme des den Darm umgebenden Peritoneums auf das Vorhandensein von Lymphozyten untersucht. Die Bestimmung des Ausprägungsgrads eines diffusen Vorkommens mit Lymphozyten war identisch mit der Einteilung von heterophilen Granulozyten (s. 4.5.1.1). Bei Lymphozyten wurde zusätzlich erfasst, in welchem Verteilungsmuster diffuse Anordnung (Abb. 4), Anordnung als Gruppen (als intermediärer Zustand zwischen diffuser und follikulärer Anordnung, Abb. 5) oder in follikulärer Anordnung (Abb. 6, 7) diese in der jeweiligen Gewebeprobe vorlagen.

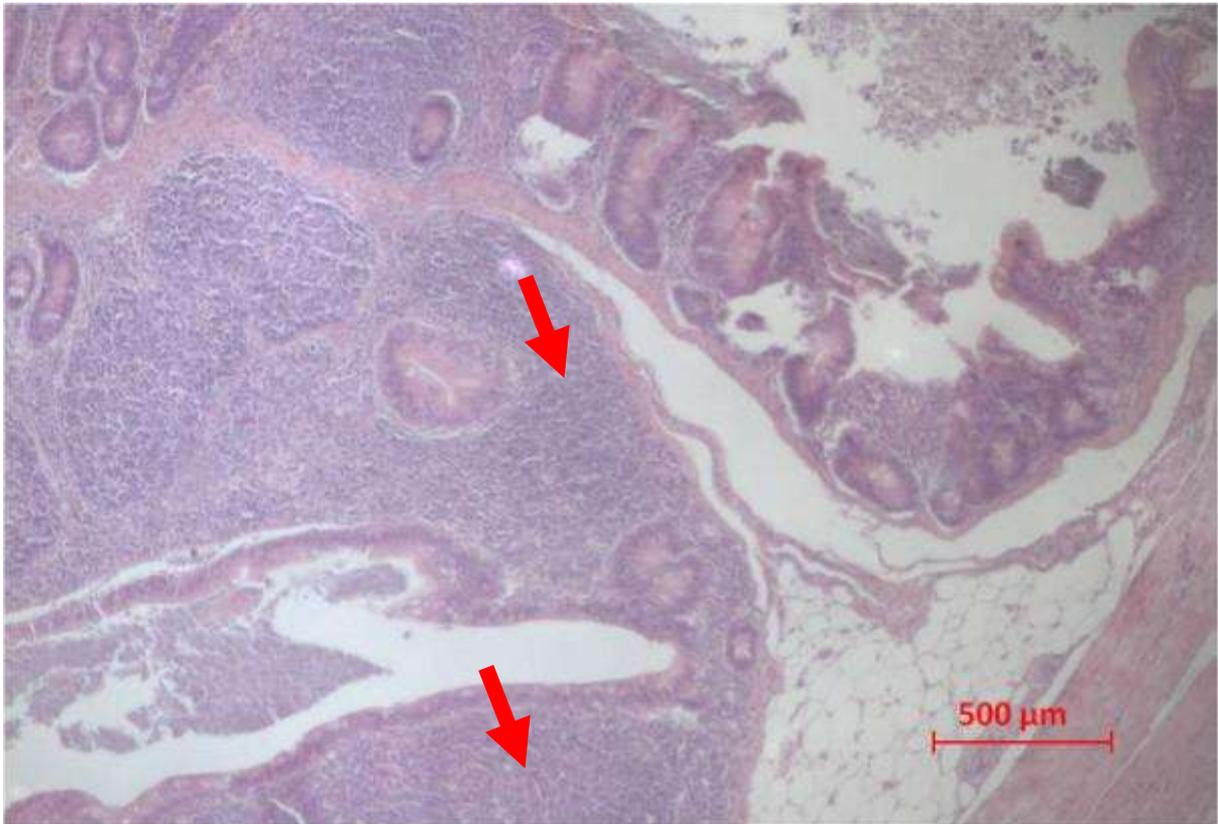


Abbildung 4: Lymphozyten in diffuser Verteilung (HE-Färbung; Caecum); Tier B3K2 gemäß Tabelle 10.3.3

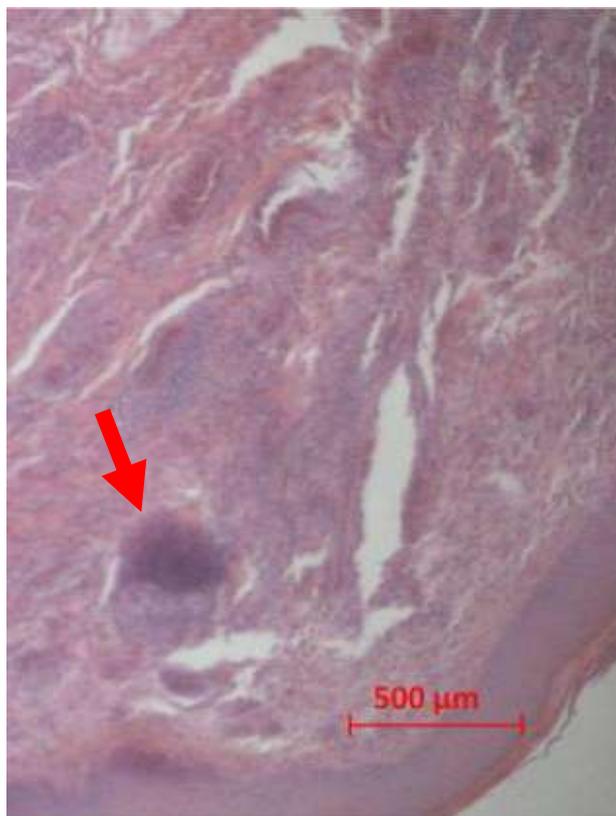


Abbildung 5: Lymphozyten in Verteilung in Gruppen (HE-Färbung; Brusthaut); Tier B1K5 gemäß Tabelle 10.3.3

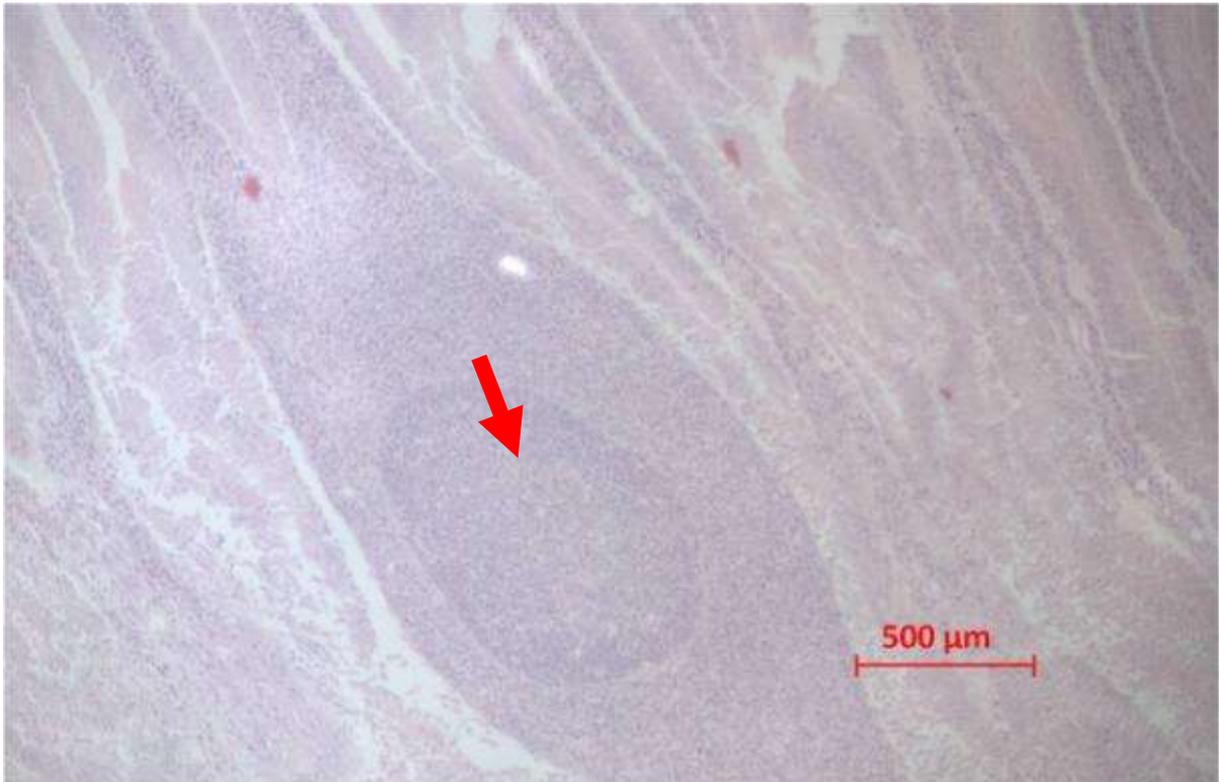


Abbildung 6: Lymphozytenvorkommen in breiter Zotte mit zusätzlich Lymphozyten in folliculärer Anordnung (HE-Färbung; Duodenum); Tier B2G4 gemäß Tabelle 10.3.3

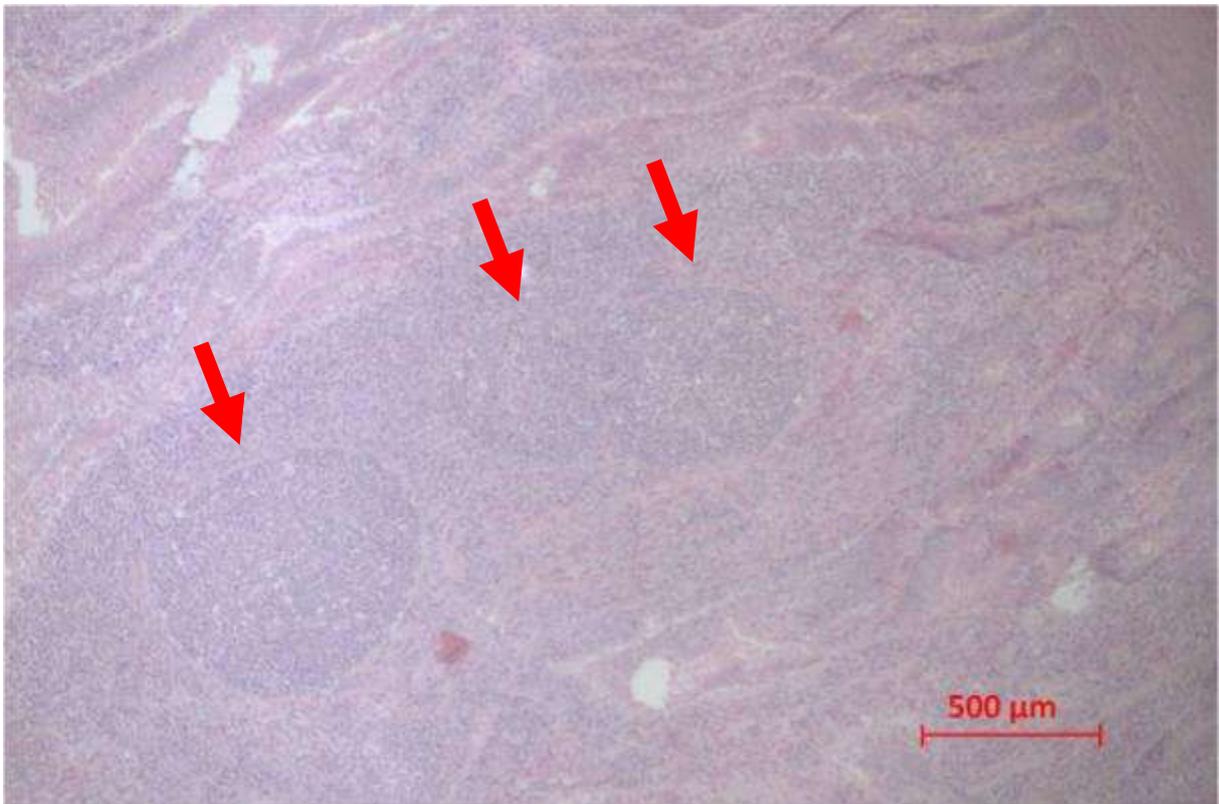


Abbildung 7: Lymphozyten in folliculärer Anordnung (HE-Färbung, Duodenum); Tier B6G3 gemäß Tabelle 10.3.3

Bei Lymphozyten, die sich im Präparat in Gruppenanordnung oder in folliculärer Anordnung (Darmgewebe) zeigten, musste aufgrund der fokalen Verdichtung eine andere Einteilung vorgenommen werden als bei deren Vorkommen in diffuser Verteilung. Dazu wurde zunächst ermittelt, wie viele Gruppen bzw. „Follikel“ in der jeweiligen Probe nachweisbar waren. Als zweiter Faktor kam die Größe der Gruppe bzw. des „Follikels“ hinzu. Die Größe der Gruppen bzw. der „Follikel“ wurde in vier Graden eingestuft (Tab. 8). Abbildungen 8 bis 11 zeigen unterschiedlich große Lymphozytenvorkommen in der Haut der Kloake bei einer Gefieder \ominus Pute.

Tabelle 8: Gradeinteilung für lymphatische Einrichtungen, die in Gruppen bzw. "Follikel" vorlagen

Grad	Optisch bewertete Größe (im Verhältnis zum Mikroskop-Sichtfeld)
Grad 1	klein
Grad 2	mittel
Grad 3	groß
Grad 4	sehr groß

Aus diesen beiden Faktoren ergibt sich folgende Gesamtbewertung: Zur Ermittlung des Ausprägungsgrades in einer Probe mit Immunzellen, die nicht diffus verteilt waren, sondern in Gruppen oder in folliculärer Anordnung vorlagen, wurden die jeweils in einem histologischen Präparat nachweisbaren „Lymphfollikel“ oder Gruppenanordnung gezählt und mit dem jeweiligen Umfang der aggregierten Lymphozyten-Ansammlung – eingeteilt in die Kategorien 1 bis 4 - multipliziert. War die Größe der Gruppenanordnung bzw. des „Follikels“ in einem Präparat jeweils unterschiedlich, ging dies exakt so mit der jeweiligen unterschiedlichen Gewichtung in die Berechnung ein. Eine Korrektur der so ermittelten Werte um den Zahlenfaktor 10 (wie bei der Berechnung der Ausprägung bei diffusem Vorkommen aus Gründen der besseren Darstellbarkeit so vorgesehen) war hier nicht nötig, weil durch dieses Berechnungsverfahren stets nur ganze Zahlen herauskamen. Dadurch ergaben sich in einigen Proben sehr hohe Zahlenwerte; dies hatte jedoch den Vorteil, dass durch die so besonders deutlich werdende Binnendifferenzierung in den Vorkommensgraden – auf die es in dieser vergleichenden Betrachtung ankam – eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Puten untereinander möglich ist.

Aus methodischen Gründen wurde bei den Untersuchungen der perifollikulären Abschnitte der Haut auf das Vorhandensein von Lymphozyten darauf verzichtet, deren Anordnung (diffus, in Gruppenanordnung, Anordnung in Follikeln) differenziert auszuwerten; es wurde lediglich eine qualitative Bewertung vorgenommen.

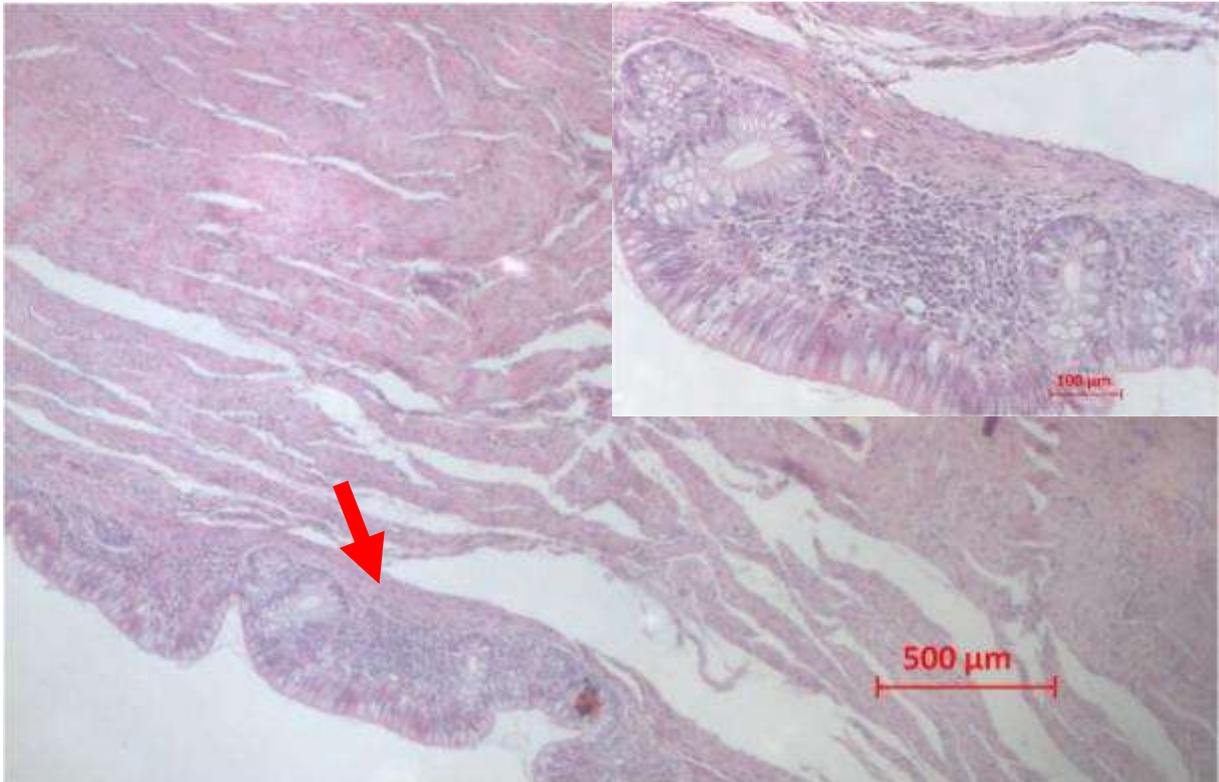


Abbildung 8: Grad 1 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung; Kloakenschleimhaut); Tier B1K3 gemäß Tabelle 10.3.3

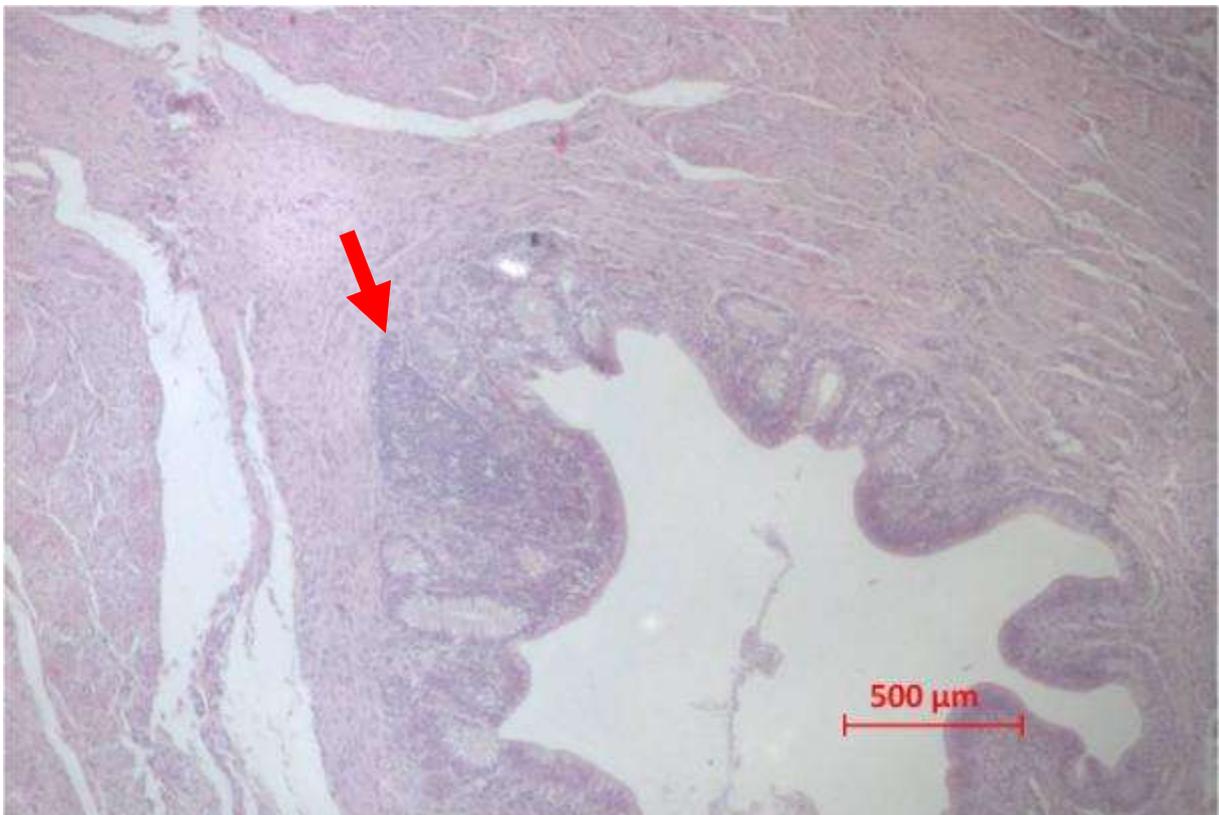


Abbildung 9: Grad 2 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung; Kloakenschleimhaut); Tier B1K3 gemäß Tabelle 10.3.3

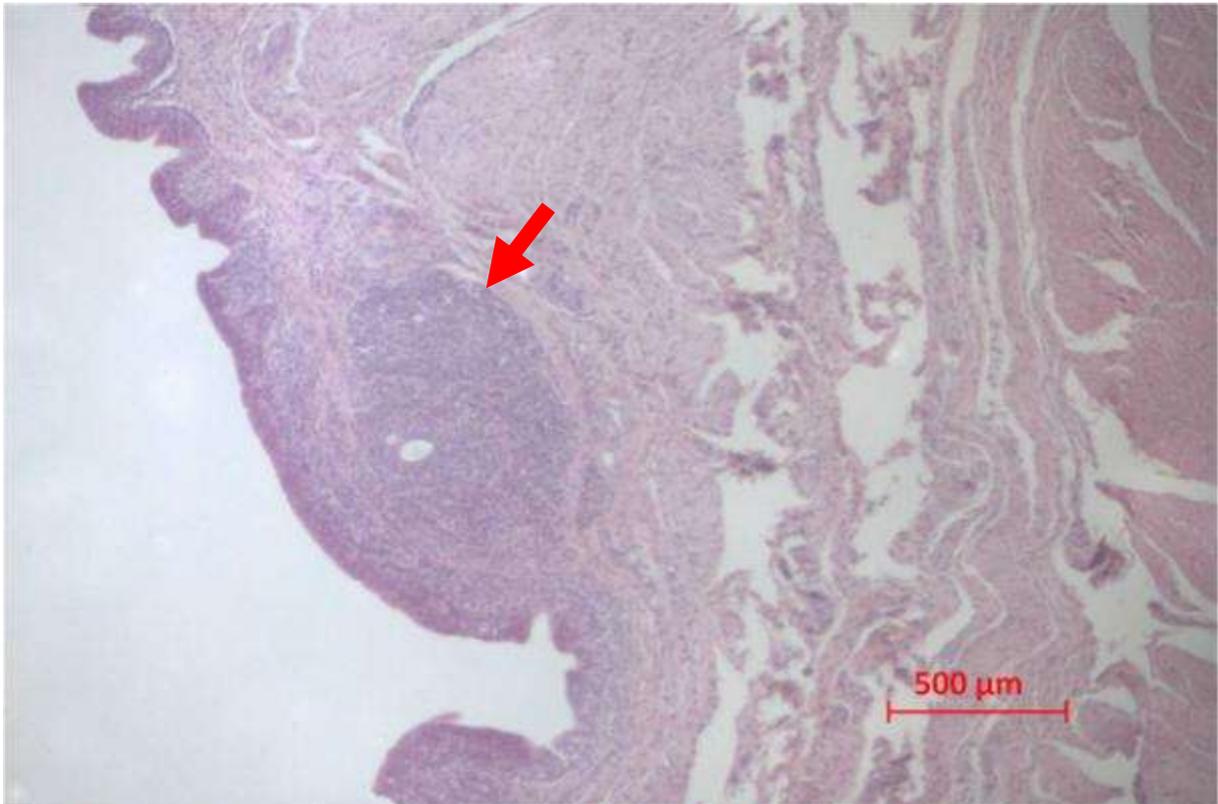


Abbildung 10: Grad 3 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung; Kloakenschleimhaut); Tier B1K3 gemäß Tabelle 10.3.3

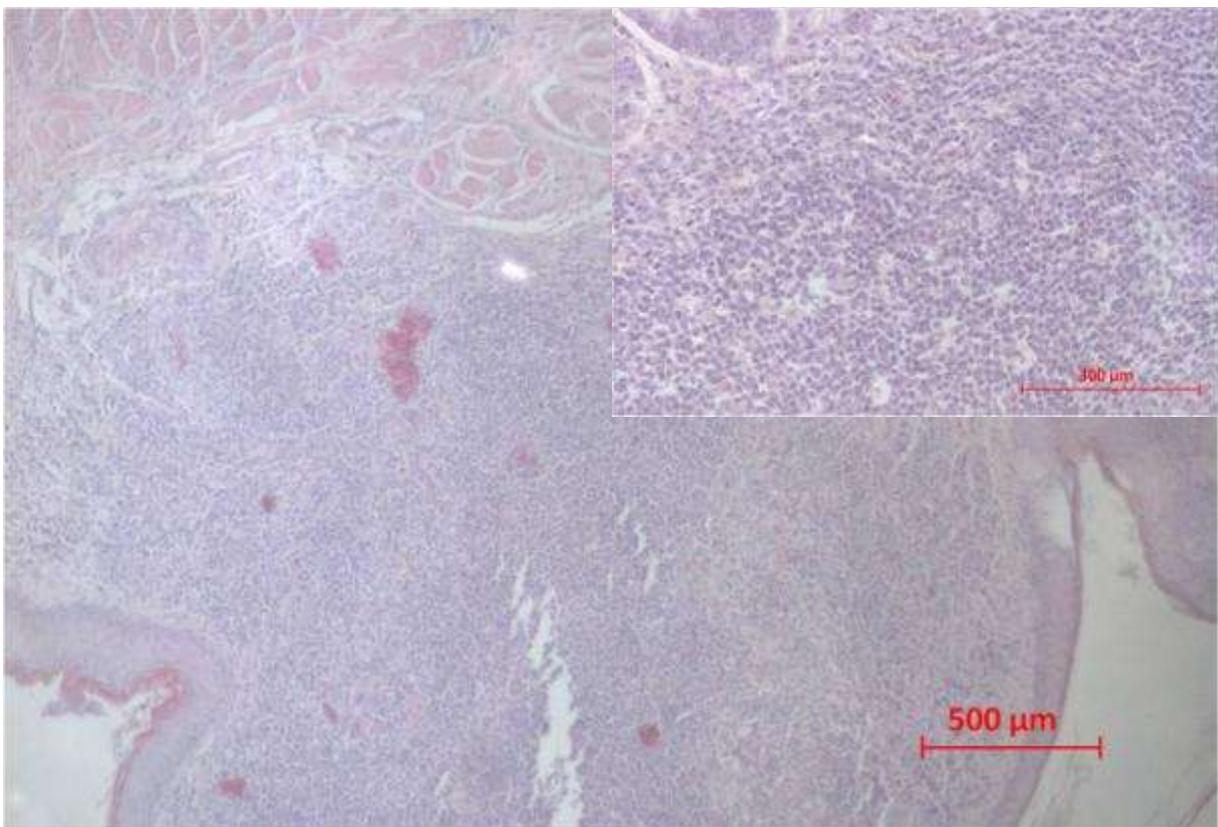


Abbildung 11: Grad 4 der Beurteilung der Lymphozytenvorkommen, sofern Lymphozyten in Gruppen bzw. Follikeln vorlagen (HE-Färbung, Kloakenschleimhaut); Tier B4G3 gemäß Tabelle 10.3.3

4.5.1.3 Dermale Umgebung der Federfollikel

Um zu untersuchen, inwieweit entzündliche oder sonst histologisch befundbare Veränderungen der Haut auch in der dermalen Umgebung von Federfollikeln vorhanden sind, wurde diese histologisch ausgewertet. Es wurden nur die Hautstellen von Schulter, Hals, Brust und Kloake-Haut ausgewertet, da nur an diesen Stellen ein auswertbarer Anteil an Befiederung vorkam. Von den jeweiligen Hautproben wurden nur solche Präparate ausgewertet, welche mindestens einen Federfollikel beinhalteten; einige Schnitte enthielten keine Federfollikel, da die Proben an den jeweiligen Hautstellen zufällig genommen wurden. Allerdings ist jedes Tier mit mindestens einer Hautprobe in die Auswertung eingegangen, da sämtliche Tiere mindestens einen Federfollikel an der Schulter aufwiesen. Speziell sind für die Gruppe der Gefieder \oplus Tiere für die Hautstelle „Schulter“ 40 Tiere, 18 Tiere für die Hautstelle „Hals“, 34 Tiere für die Hautstelle „Brust“ und 6 Tiere für die Hautstelle „Kloake-Haut“ in die Auswertung eingegangen. Für die Gruppe Gefieder \ominus Tiere waren dies 40 Tiere für die Hautstelle „Schulter“, 21 Tiere für die Hautstelle „Hals“, 32 Tiere für die Hautstelle „Brust“ und 7 Tiere für die Hautstelle „Kloake-Haut“.

Bei der Bewertung der perifollikulären Hautabschnitte wurde hinsichtlich der Auswertung keine zellartspezifische Differenzierung vorgenommen, sondern nur summarisch in Betracht gezogen, inwieweit Immunzellen vom Typ heterophile Granulozyten, Lymphozyten, Blutungen oder Hyperkeratosen vorkamen. Bereits der einzelne Nachweis von heterophilen Granulozyten, von Lymphozyten, von Blutungen oder von Hyperkeratosen wurde als „histologisch abweichend“ eingestuft.

4.5.1.4 Pankreas

Bei der histologischen Untersuchung von Proben aus dem Duodenum ergaben sich bei dem daran jeweils anhaftendem Pankreasgewebe spontan Hinweise darauf, dass diese vielfach in einem auffälligen Zustand erschienen. Es bot sich daher an, auch die Pankreata in der histologischen Gesamtauswertung aller Organbefunde mit einzubeziehen, wenngleich die Untersuchung von Pankreasgewebe nicht ausdrücklich Gegenstand der Arbeit war.

Dazu wurde das Vorkommen von Lymphozyten in follikulärer Anordnung mit deren Ausprägungsgrad gewichtet (scoring), indem der Ausprägungsgrad jeder einzelnen Lymphozyten-Gruppe pro Schnitt aufsummiert wurde. So konnte z.B. ein Schnitt drei Lymphozyten-„Follikel“ erhalten, die jeweils einen leichten Ausprägungsgrad von 1 hatten, sodass sich eine Summe von 3 ergab; ebenso konnte eine Summe von 3 erreicht werden, wenn nur zwei Lymphozyten-Gruppen vorlagen, welchen einen leichten Grad von 1 und einen mittleren Grad von 2 aufwiesen.

4.5.1.5 „Branching“ der Krypten im Darm

Die Darmschleimhaut ist ein sehr reaktives Gewebe und spiegelt in besonderer Weise Entzündungsprozesse wider. Beim Schwein wurde experimentell nachgewiesen (TUCH und AMTSBERG 1973), dass es bei länger anhaltenden chronischen Schleimhautentzündungen zu einer proliferativen Verzweigung in den Darmkrypten kommen kann. Zudem ist bei Broilern bekannt, dass es fütterungsbedingt zu histologischen Veränderungen in der Textur des Darms kommen kann (KALMENDAL et al. 2011).

Um zu überprüfen, inwieweit dieses möglicherweise auch bei der Pute der Fall ist und möglicherweise auch die Krypten betroffen sein könnten, wurde bei allen 80 Puten gesondert für jeden der drei Darmabschnitte (Duodenum, Jenunoileum, Caecum) die jeweilige Schleimhaut auf deren morphologische Beschaffenheit histologisch überprüft (Abb. 12). Dabei fiel auf, dass bei den untersuchten Puten die Krypten proliferativ verzweigt waren, im Folgenden „Branching“ genannt. Zur Auswertung dieser Veränderungen wurde ermittelt, in welchem prozentualen Anteil die Krypten verzweigt waren.

Beim positiven Nachweis von Branching-Prozessen als solche wurden die Befunde hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung in Prozent-Kategorien von 0% bis 100% eingeteilt.

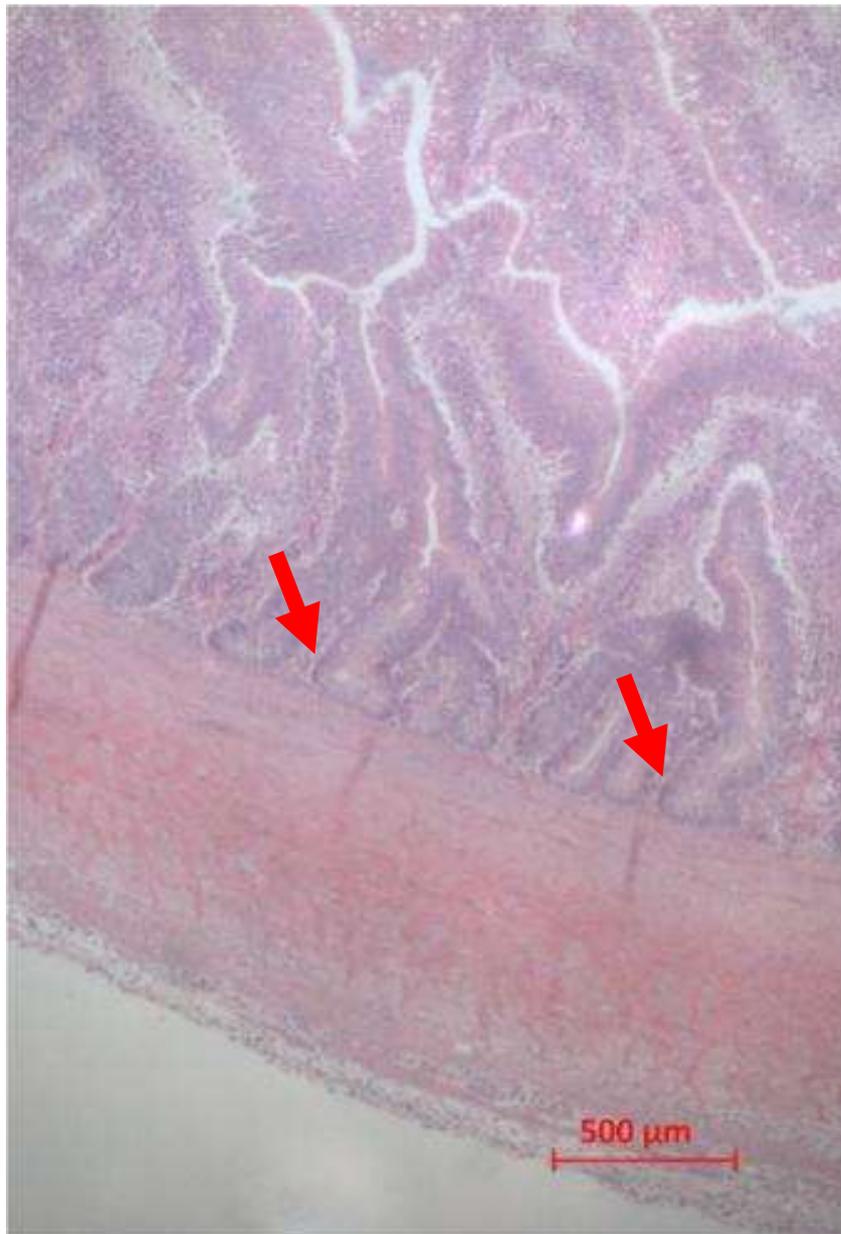


Abbildung 12: Branching der Krypten (HE-Färbung; Duodenum); Tier B1K3 gemäß Tabelle 10.3.3

4.5.2 Auswertung der bakteriologischen Befunde

Für die bakteriologische Auswertung wurde die Anzahl der Kolonien in jeder Verdünnungsstufe begutachtet. Bei der quantifizierenden Bestimmung der Bakterienkolonien wurden alle diejenigen Verdünnungsstufen berücksichtigt in denen die Kolonien noch unterscheidbar und auswertbar waren. Diese Vorgehensweise war auch im jeweiligen Doppelansatz gleich. Ergaben sich bei der Auswertung des Doppelansatzes bzw. der Verdünnungsstufen Unterschiede, so wurde die jeweilige Anzahl der Bakterienkolonien gemittelt.

4.6 Statistische Verfahren

Die Auswertung aller Befunde beruhte auf einem Vergleich des Vorkommens dieser Immunzellen in allen untersuchten Organen zwischen jeweils der Gruppe der Gefieder \oplus Tiere und der Gefieder \ominus Tiere (jeweils 40 Puten). Diese Auswertung erfolgte demnach auf Gruppenebene. Sie erstreckte sich auf sechs Hautabschnitte Stirnzapfen, Hals, Brust, Schulter, Kloake-Haut und Kloake-Schleimhaut, sowie auf die drei Darmabschnitte Duodenum, Jenunoileum und Caecum. Zudem wurde die Schleimhaut der drei vorgenannten Darmabschnitte vergleichend auf den anteiligen Ausprägungsgrad von Branchingprozessen der Schleimhautkrypten untersucht. Darüber hinaus wurde das Pankreasgewebe der beiden Tier-Gruppen verglichen, sowie zusätzlich die Umgebung der Federfollikel.

Vor der statistischen Auswertung wurde zunächst untersucht, inwiefern die Daten normalverteilt vorlagen. Dazu wurde für jeden Datensatz (z. B. eine Hautstelle-Immunzelltyp-Kombination wie Stirnzapfen – Heterophile Granulozyten oder die Anzahl Clostridien im Duodenum) ein Histogramm aller 80 Tiere erstellt, in welchem die sich aus den Daten theoretisch ergebende Normalverteilung überlagert wurde (blaue Balken bzw. schwarze Linie in Abb. 32 im Anhang). Eine Normalverteilung der Daten konnte nur für zwei Hautstelle-Immunzelltyp-Datensätze beobachtet werden (Abb. 32a-b im Anhang), während alle anderen Daten nicht normalverteilt vorlagen (Abb. 32c-d im Anhang als repräsentative Beispiele für nicht normalverteilte Daten).

Um auf statistisch signifikante Unterschiede zu untersuchen, wurde für den ersten normalverteilten Hautstelle-Immunzelltyp-Datensatz ein T-Test durchgeführt (Kloake-Schleimhaut, Lymphozyten verteilt in Gruppen; Abb. 32a im Anhang). Auf Grund von Varianzgleichheit (nicht gezeigt) wurde für den zweiten normalverteilten Hautstelle-Immunzelltyp-Datensatz ein Welch-Test durchgeführt (Jejunoileum, Lymphozyten verteilt in Gruppen; Abb. 32b im Anhang). Für alle anderen Hautstelle-Immunzelltyp-Datensätze, sowie für die bakteriologische Bestimmung, wurde der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Es wurde je eine einseitige Hypothese formuliert, dass die Gefieder \ominus Puten höhere Infiltrationsgrade bzw. Bakterienzahlen aufwiesen als die Gefieder \oplus Tiere. Statistische Tests wurden mit der Software „GNU R“ (Version 2.14.1) durchgeführt, welche ebenfalls zur Visualisierung verwendet wurde (z. B. Boxplot in Abbildung 15). Signifikanz wurde bei $p < 0,05$ angenommen. Um die Daten mit „GNU R“ auszuwerten, wurden die in Excel-Tabellen gespeicherten Daten (siehe Tabelle im Anhang) in Python (Version 2.7.3) eingelesen und über das Modul "rpy2" (Version 2.2.5) an GNU R weiter gegeben.

Die in dieser Arbeit enthaltenen statistischen Verfahren wurden von Herrn Lukas Holzmeier (lukas@bio-statistik.de, <https://lukasholzmeier.jimdofree.com/referenzen/>), Lutterstraße 30, 33617

Bielefeld, +49-176-97605006, unterstützt, der seit 2012 in selbstständiger Tätigkeit statistische Berechnungen mit dem Schwerpunkt Biomedizin anbietet. Sein Bestätigungsschreiben ist im Anhang beigefügt (s. Kapitel 10.3).

5 Ergebnisse

In der Einleitung (Kapitel 1) wurde dargelegt, dass Gefiederschäden neben extrinsischen Faktoren (Federpicken) auch intrinsische Faktoren zugrunde liegen könnten. Um dieser Fragestellung in einer deskriptiven Studie nachzugehen, wurden in der vorliegenden Arbeit aus acht konventionell wirtschaftenden Betrieben je fünf Puten mit Gefiederschäden (Gefieder ⊖ Tiere) und fünf Puten mit intaktem Gefieder (Gefieder ⊕ Tiere) auf histologischer und bakteriologischer Ebene untersucht. Die erhobenen Befunde der beiden Puten-Gruppen, bestehend aus je 40 Tieren, wurden anschließend unter der einseitigen Hypothese verglichen, dass die Gefieder ⊖ Puten ungünstigere (im Sinne von höhere) Werte als die Gefieder ⊕ Puten aufweisen.

5.1 Histologische Untersuchung

5.1.1 Zusammenhang von Gefiederschäden und histologischem Nachweis von Immunzellen in der Haut

5.1.1.1 Stirnzapfen

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen exemplarisch an Hand des Stirnzapfens zwei unterschiedliche histologische Zustände. In Abbildung 13 ist das vorhandene normal ausgebildete Epithel am Rand des Stirnzapfens zu erkennen. Hingegen zeigt Abbildung 14 eine Ulzeration mit schwerer Entzündung, serozellulärer Kruste und eingelagerten Kokken an Stelle eines physiologisch ausgebildeten Epithels. Weiterhin sieht man im Gewebe eine hochgradige Infiltration mit heterophilen Granulozyten und Lymphozyten.

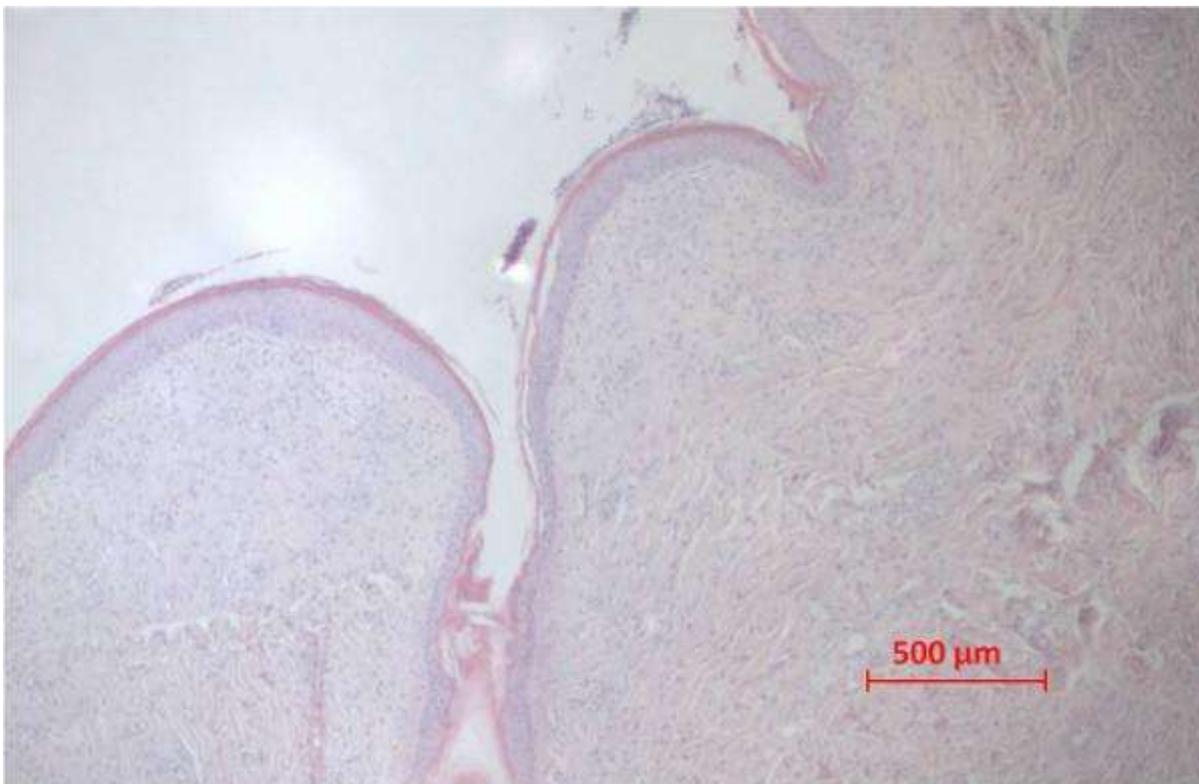


Abbildung 13: Stirnzapfen ohne Ulzeration und schwerer Entzündung im Vergleich zu Abbildung 14 (HE-Färbung); Tier B3G1 gemäß Tabelle 10.3.3

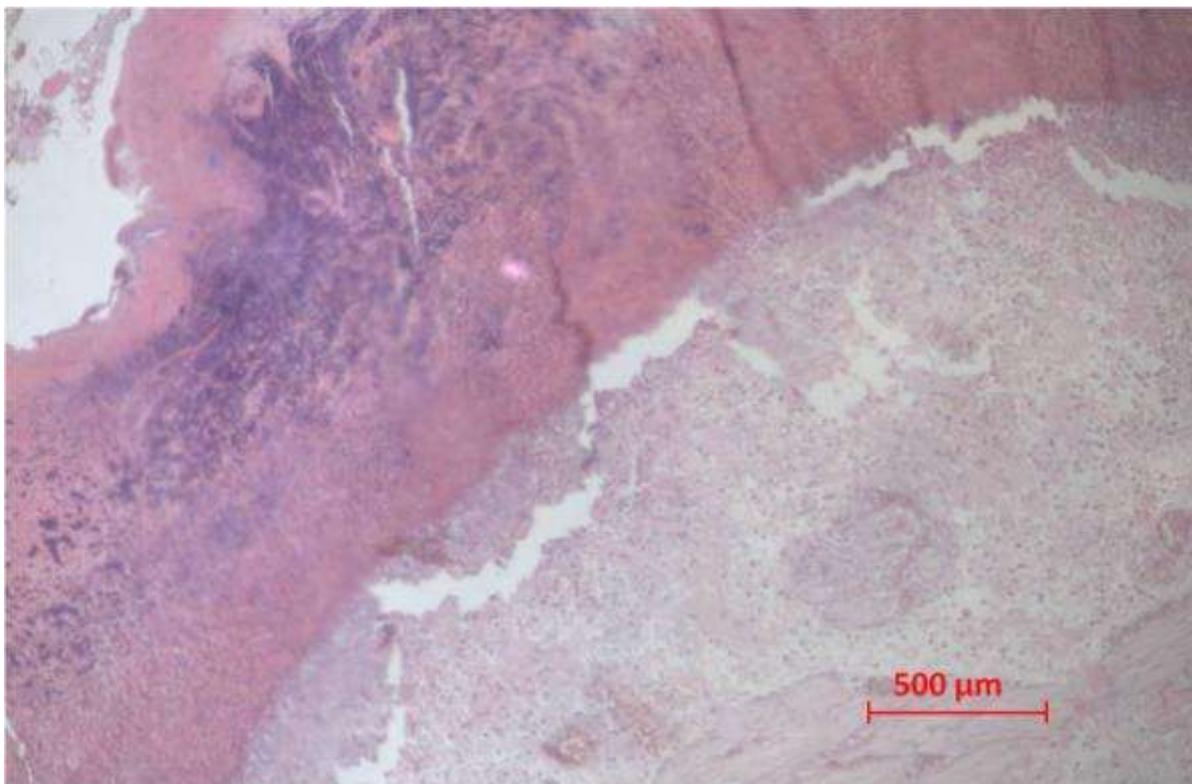


Abbildung 14: Stirnzapfen mit Ulzeration und schwerer Entzündung (serozelluläre Kruste und eingelagerte Kokken mit heterophilen Granulozyten und Lymphozyten) (HE-Färbung); Tier B6K4 gemäß Tabelle 10.3.3

In Abbildung 15 ist das Vorkommen und die Verteilung von heterophilen Granulozyten und Lymphozyten im Stirnzapfen zusammengefasst. Bei den Puten der Gefieder \ominus Gruppe waren die Stirnzapfen signifikant stärker mit beiden vorgenannten Entzündungszelltypen infiltriert ($p < 0,001$ bzw. $p < 0,000$ für heterophile Granulozyten bzw. Lymphozyten) (Abb. 15). In Bezug auf die dortige Verteilung von Lymphozyten ergaben sich die signifikanten Unterschiede bei den beiden Tiergruppen jedoch nur, soweit diese diffus im Gewebe verteilt sind; Lymphozyten in follikulärer Anordnung bzw. in Gruppen wurden nicht bzw. nur vereinzelt festgestellt (Abb. 15).

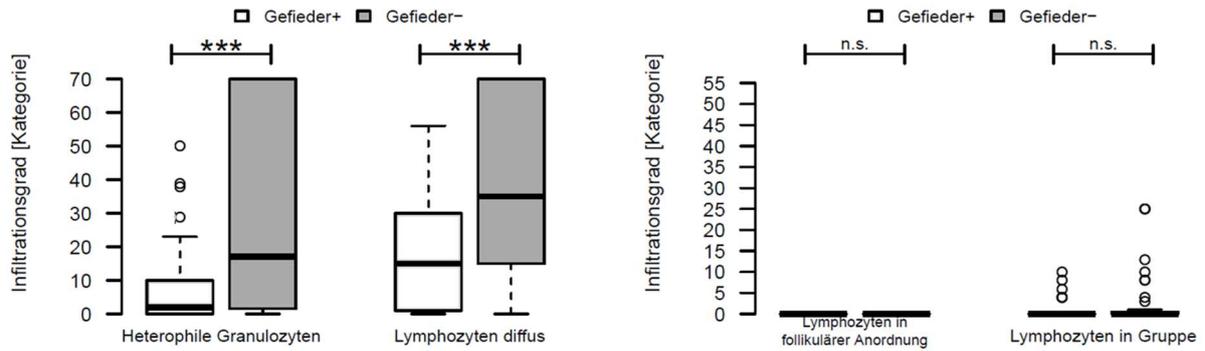


Abbildung 15: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder + und Gefieder - Puten im Stirnzapfen

Heterophile Granulozyten und Lymphozyten in verschiedener Anordnung (diffus, follikuläre Anordnung, in Gruppe). Kein Befund entspricht Grad 0, vollständige Infiltration Grad 70 bzw. 55. Die Daten sind als Box-Whisker-Diagramm dargestellt. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1.5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnte.

Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft (einseitig), ob die Gefieder - Puten einen signifikant höheren Infiltrationsgrad zeigen als die Gefieder + Puten; *** = $p < 0,001$; n.s., nicht signifikant.

5.1.1.2 Halshaut

Die Abbildung 16 zeigt ein histologisches Bild einer Halshautprobe von der Gruppe der Gefieder - Puten mit partieller, serozellulärer Krustenbildung und Infiltration mit heterophilen Granulozyten und Lymphozyten – ähnlich wie weiter oben gezeigt bei dem Stirnzapfen. Dieses Präparat lässt zugleich den Unterschied zwischen einer Ulzeration und dem Epithel deutlich werden.

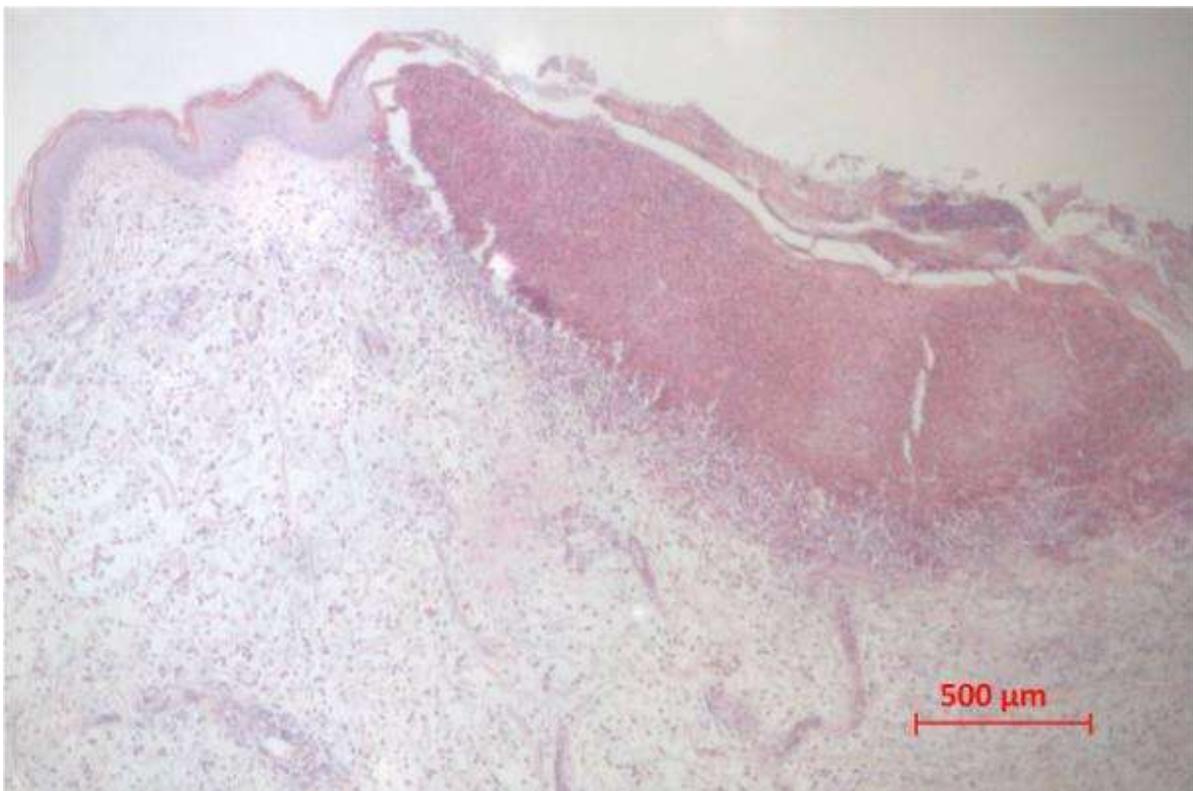


Abbildung 16: Halshautprobe mit Ulzeration, heterophilen Granulozyten, Lymphozyten und Epithel (HE-Färbung); Tier B2K3 gemäß Tabelle 10.3.3

Abbildung 17 gibt das Vorkommen und die Verteilung von heterophilen Granulozyten und Lymphozyten in allen Halshautproben wieder. Die Puten der Gefieder \ominus Gruppe wiesen signifikant mehr Lymphozyten in diffuser Verteilung in der Halshaut auf als die Gefieder \oplus Tiere ($p < 0,032$) (Abb. 17). Im Gegensatz dazu waren keine signifikanten Unterschiede im Infiltrationsgrad mit heterophilen Granulozyten feststellbar (Abb. 17).

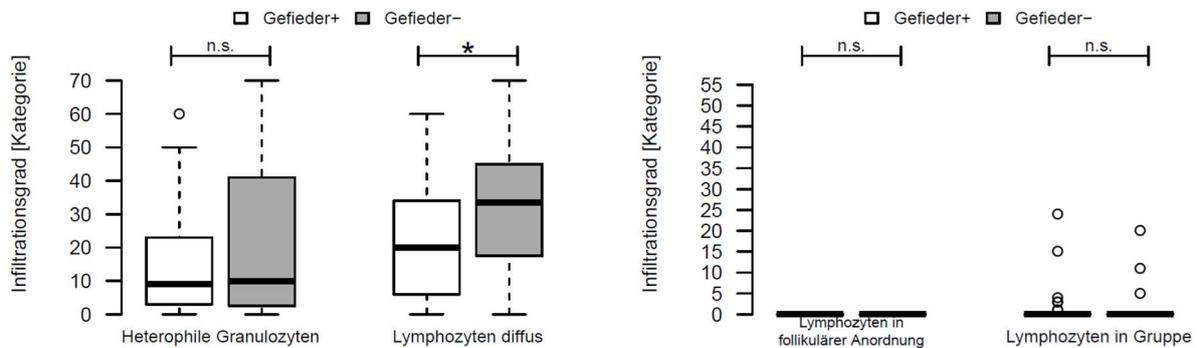


Abbildung 17: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder \oplus - und Gefieder \ominus Puten in Halshautproben

Heterophile Granulozyten und Lymphozyten in verschiedener Anordnung (diffus, follikuläre Anordnung, in Gruppe). Kein Befund entspricht Grad 0, vollständige Infiltration Grad 70 bzw. 55. Die Daten sind als Box-Whisker-Diagramm dargestellt. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1,5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnte.

Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft (einseitig), ob die Gefieder \ominus Puten einen signifikant höheren Infiltrationsgrad zeigen als die Gefieder \oplus Puten; * = $p < 0,05$; n.s., nicht signifikant.

5.1.1.3 Brusthaut, Schulterhaut, Kloakenhaut und Kloakenschleimhaut

Auch in den Hautproben der Brust, der Schulter, der Kloaken-Haut und der Kloaken-Schleimhaut kamen in allen Präparaten heterophile Granulozyten und Lymphozyten vor, allerdings ohne signifikante Unterschiede zwischen beiden Puten-Gruppen hinsichtlich deren Ausprägungsgrades bzw. deren Verteilungsmusters (Abb. 18).

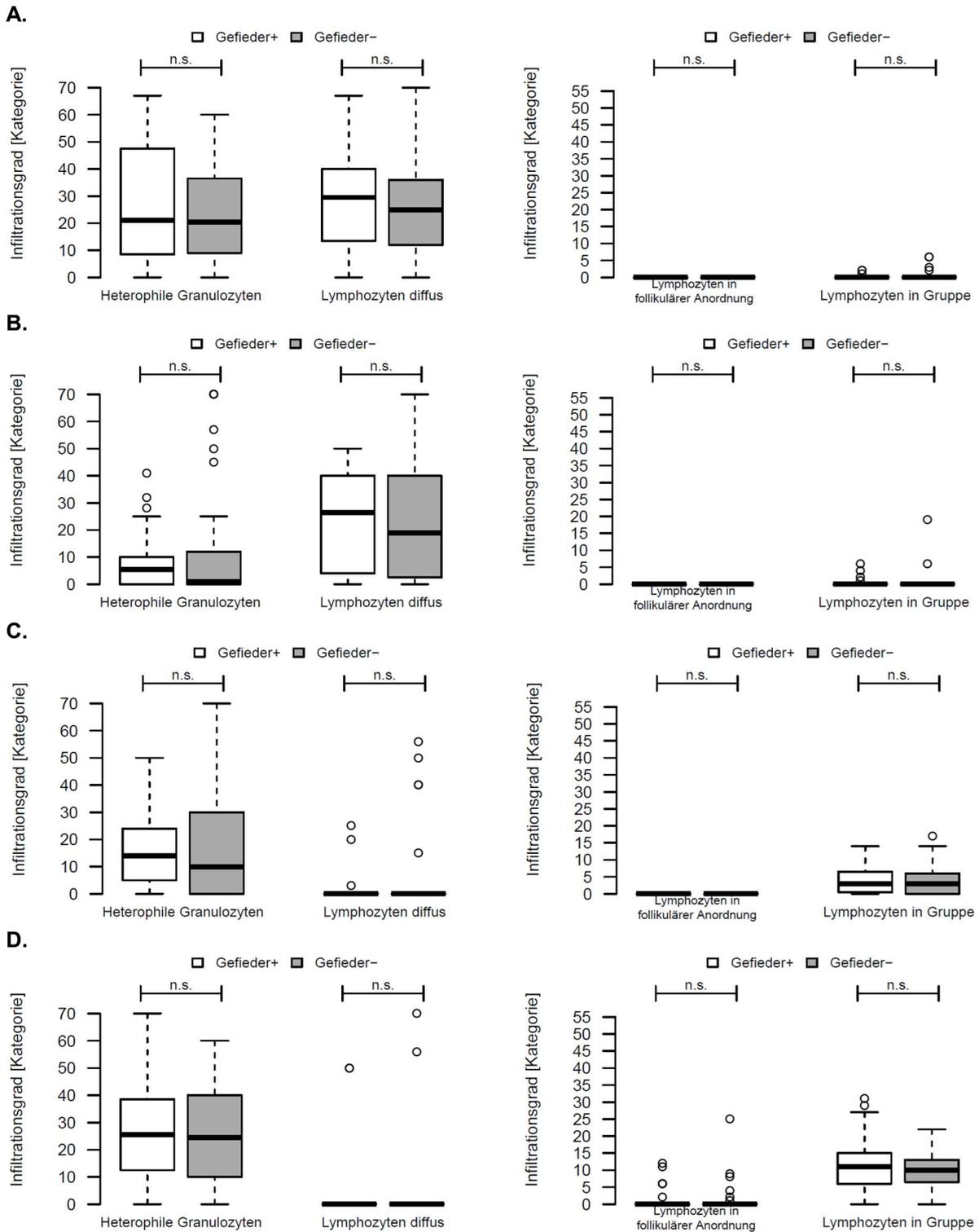


Abbildung 18: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder \oplus - und Gefieder \ominus Puten an den Lokalisationen Brusthaut (A), Schulterhaut (B), Kloakenhaut (C) und Kloaken-Schleimhaut (D). Heterophile Granulozyten und Lymphozyten in verschiedener Anordnung (diffus, follikuläre Anordnung, in Gruppe) in Hautproben der **A.** Brust, **B.** Schulter, **C.** Kloake-Haut, **D.** Kloake-Schleimhaut. Kein Befund entspricht Grad 0, vollständige Infiltration Grad 70 bzw. 55. Die Daten sind als Box-Whisker-Diagramm dargestellt. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1.5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnten. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft (einseitig), ob die Gefieder \ominus Puten einen signifikant höheren Infiltrationsgrad zeigen als die Gefieder \oplus Puten. Ausnahme hiervon war der Datensatz „Lymphozyten in Gruppe“ für die Lokalisation „Kloake-Schleimhaut“, welcher auf Grund des Vorliegens einer Normalverteilung und Varianzgleichheit stattdessen mit dem Welch-Test untersucht wurde.

5.1.1.4 Dermale Umgebung der Federfollikel

Um der Frage nachzugehen, inwieweit histologische Abweichungen der Haut auch in der dermalen Umgebung von Federfollikeln vorhanden sind, wurde diese histologisch untersucht. In den Abbildungen 19 – 21 ist je ein Beispiel für eine Umgebung des Federfollikels in der Brusthaut mit und ohne Lymphozyten gezeigt.

Zur Auswertung wurde für jedes Tier bestimmt, ob eine der Hautproben für Schulter, Hals, Brust und Kloake-Haut mindestens einen Federfollikel enthielt (Tab. 9). Die Proben mit Federfollikeln wurden anschließend in die zwei Kategorien „histologische Abweichung“ oder „keine histologische Abweichung“ eingeteilt (Tab. 9). Eine Probe wurde – sprachlich zusammenfassend - als „histologische Abweichung“ gewertet, sobald Immunzellen vom Typ Heterophile Granulozyten oder Lymphozyten, Blutungen oder Hyperkeratosen vorkamen; es wurde keine zellartspezifische Differenzierung vorgenommen. Bereits der einzelne Nachweis von einem der vorgenannten Parameter wurde als ein positives Signal gewertet.



**Abbildung 19: Federlose Stelle mit aktivierten Federfollikeln;
Tier B5K2 gemäß Tabelle 10.3.3**

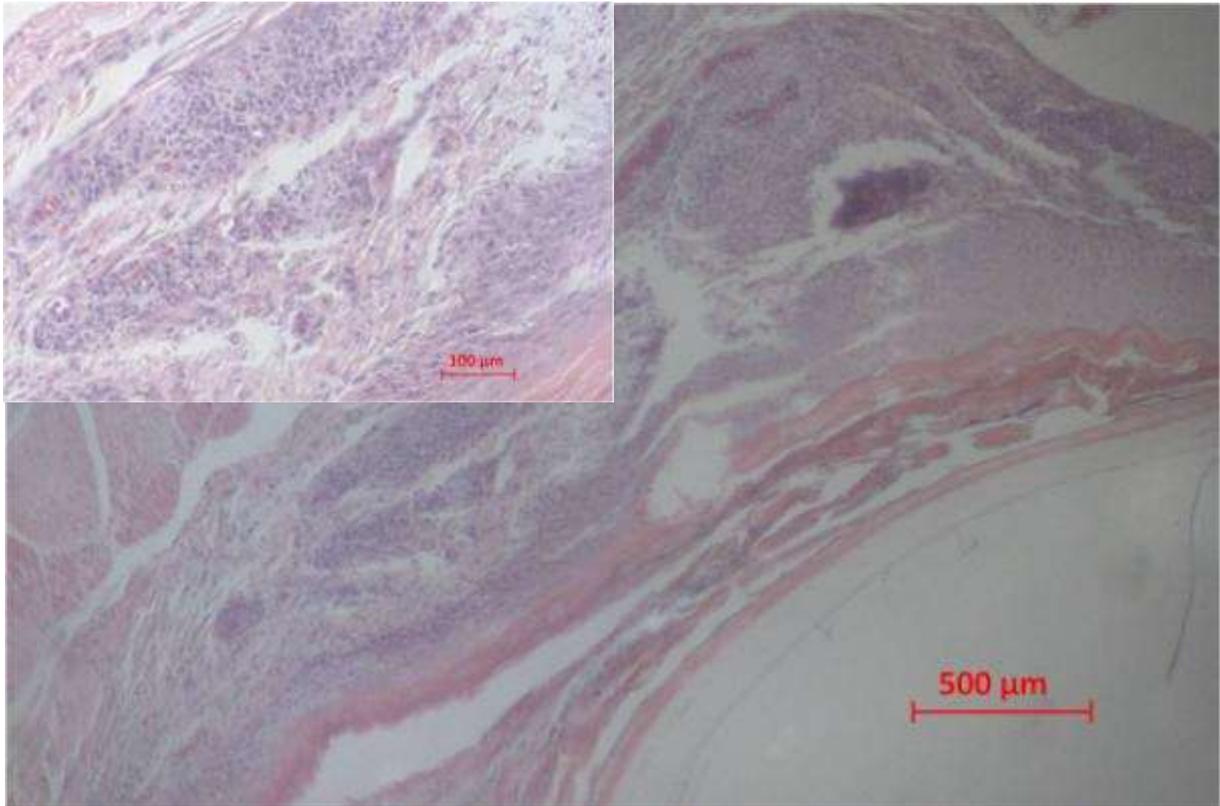


Abbildung 20: Umgebung eines Federfollikels mit Lymphozytenvorkommen (HE-Färbung; Brusthaut); Tier B5K3 gemäß Tabelle 10.3.3

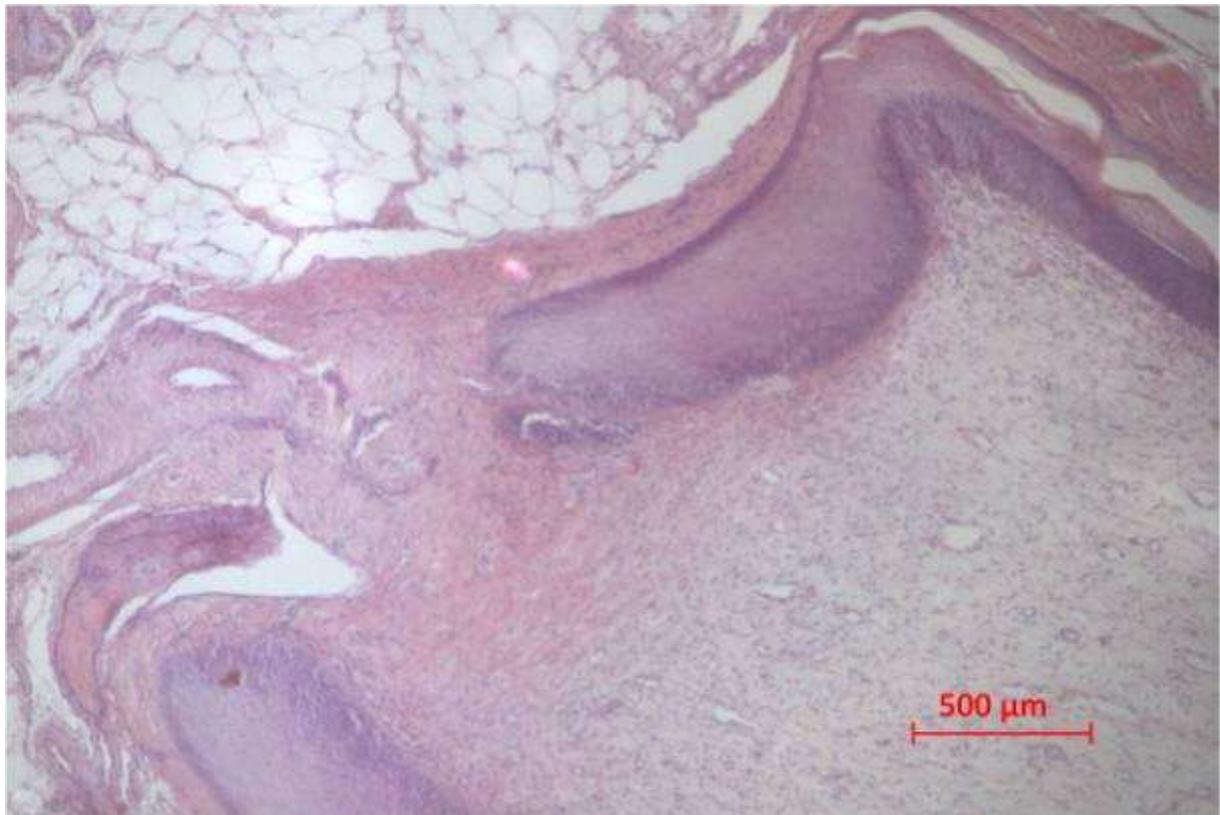


Abbildung 21: Federfollikel in der Brusthaut einer Gefieder ⊕ Pute (HE-Färbung); Tier B5G4 gemäß Tabelle 10.3.3

Tabelle 9: Übersicht über die histologischen Befunde der dermalen Umgebung von Federfollikeln

Dabei steht Gefieder ⊕ für Tiere ohne Gefiederschäden und Gefieder ⊖ für Tiere mit Gefiederschäden. Waren „histologische Abweichungen“ nachweisbar (Nachweis von heterophilen Granulozyten, von Lymphozyten, von Blutungen oder von Hyperkeratosen), wurde das Wort „Ja“ verwendet; ansonsten wurde das Wort „Nein“ verwendet. Waren keine Federfollikel im Präparat vorhanden, wurde das Wort „n.d.“ (nicht durchgeführt bzw. not detected) verwendet.

Betrieb	Gefieder ⊕-Tier					Gefieder ⊖-Tier				
	Tier Nr.	Schulter	Hals	Brust	Kloake-Haut	Tier Nr.	Schulter	Hals	Brust	Kloake-Haut
1	1	ja	n.d.	nein	n.d.	1	nein	n.d.	nein	n.d.
	2	nein	n.d.	n.d.	n.d.	2	nein	n.d.	nein	n.d.
	3	nein	nein	nein	n.d.	3	nein	n.d.	n.d.	nein
	4	ja	n.d.	n.d.	n.d.	4	nein	n.d.	nein	n.d.
	5	ja	n.d.	ja	n.d.	5	nein	n.d.	nein	n.d.
2	1	nein	nein	nein	nein	1	ja	nein	nein	n.d.
	2	ja	nein	nein	n.d.	2	nein	nein	nein	n.d.
	3	nein	n.d.	nein	n.d.	3	ja	nein	nein	nein
	4	nein	n.d.	nein	n.d.	4	nein	n.d.	ja	n.d.
	5	nein	n.d.	nein	ja	5	nein	n.d.	n.d.	n.d.
3	1	nein	nein	nein	nein	1	ja	nein	nein	n.d.
	2	nein	nein	ja	nein	2	nein	nein	nein	n.d.
	3	nein	n.d.	nein	n.d.	3	nein	n.d.	n.d.	n.d.
	4	ja	n.d.	ja	n.d.	4	nein	nein	n.d.	n.d.
	5	nein	n.d.	nein	n.d.	5	nein	n.d.	n.d.	nein
4	1	ja	n.d.	ja	n.d.	1	nein	nein	ja	n.d.
	2	ja	nein	nein	n.d.	2	nein	nein	nein	n.d.
	3	nein	n.d.	nein	n.d.	3	nein	nein	nein	n.d.
	4	nein	n.d.	n.d.	n.d.	4	ja	n.d.	nein	n.d.
	5	nein	n.d.	nein	n.d.	4	nein	nein	nein	n.d.
5	1	nein	nein	ja	n.d.	1	nein	nein	nein	n.d.
	2	ja	nein	ja	n.d.	2	nein	n.d.	ja	n.d.
	3	ja	ja	nein	n.d.	3	nein	nein	ja	n.d.
	4	ja	n.d.	ja	n.d.	4	nein	n.d.	nein	n.d.
	5	ja	n.d.	nein	n.d.	5	nein	nein	nein	n.d.
6	1	ja	nein	nein	n.d.	1	nein	nein	nein	n.d.
	2	nein	n.d.	nein	n.d.	2	nein	n.d.	n.d.	n.d.
	3	nein	n.d.	n.d.	n.d.	3	ja	nein	nein	n.d.
	4	nein	nein	nein	nein	4	nein	n.d.	ja	n.d.
	5	nein	nein	nein	n.d.	5	ja	n.d.	n.d.	n.d.

Tabelle 9: (fortgeführt)

Betrieb	Gefieder ⊕-Tier					Gefieder ⊖-Tier				
	Tier Nr.	Schulter	Hals	Brust	Kloake-Haut	Tier Nr.	Schulter	Hals	Brust	Kloake-Haut
7	1	nein	nein	nein	n.d.	1	nein	nein	ja	n.d.
	2	nein	nein	n.d.	n.d.	2	nein	n.d.	nein	n.d.
	3	nein	n.d.	nein	n.d.	3	ja	n.d.	n.d.	n.d.
	4	ja	n.d.	nein	n.d.	4	ja	nein	nein	nein
	5	ja	n.d.	nein	n.d.	5	ja	n.d.	nein	nein
8	1	nein	ja	nein	n.d.	1	ja	n.d.	ja	n.d.
	2	nein	nein	nein	n.d.	2	nein	nein	ja	nein
	3	nein	nein	ja	n.d.	3	ja	nein	nein	n.d.
	4	nein	n.d.	n.d.	n.d.	4	ja	nein	nein	nein
	5	ja	nein	ja	Nein	5	ja	nein	ja	n.d.

Zur globalen Auswertung wurde anhand Tabelle 9 der relative Anteil (als Prozent) an „histologisch abweichenden“ Hautproben bestimmt, um die unterschiedlichen Stichprobenzahlen der Hautproben mit Federfollikeln auszugleichen (Abb. 22). Mit Ausnahme der Hautstelle Hals lässt sich keine Beziehung zwischen einer „histologischen Abweichung“ der Haut im Bereich der Federfollikel und dem Befiederungsstatus herstellen (Abb. 22). Um diese Einschätzung auf statistische Signifikanz zu überprüfen, wurden je Tiergruppe die Prozentwerte der vier Hautstellen als vier Stichproben einer Verteilung definiert und mit dem Mann-Whitney-U-Test und der einseitigen Hypothese untersucht, ob die Gefieder ⊖ Puten einen signifikant höheren relativen Anteil an „histologischen Abweichungen“ zeigen als die Gefieder ⊕ Puten. Zwischen den beiden Tiergruppen ergab sich kein signifikanter Unterschied.

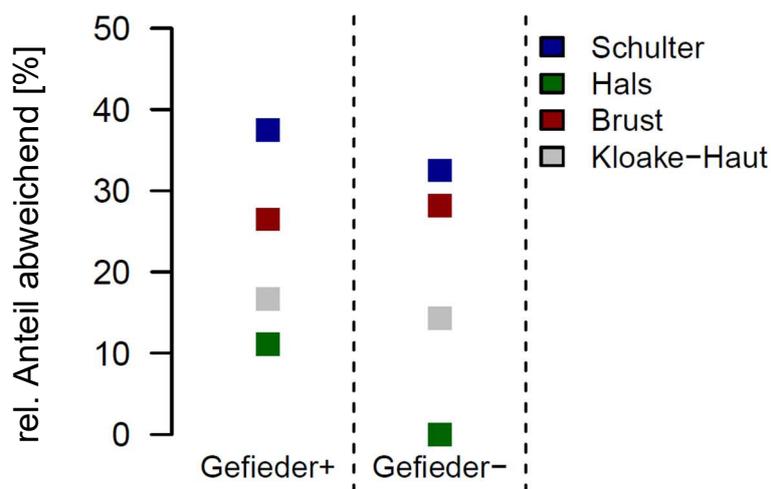


Abbildung 22: Relativer Anteil der Hautproben, in welchen die Umgebung des Federfollikels als „histologisch abweichend“ gewertet wurde

Jede Box zeigt den relativen Anteil an Hautproben mit Federfollikeln, deren Umgebung als „histologisch abweichend“ gewertet wurde. Dabei wurde zwischen Gefieder ⊕ (links) und Gefieder ⊖ (rechts) Tieren unterschieden, sowie nach Hautstelle.

5.1.1.5 Darmproben des Duodenums, Jejunioileums und Caecums

Nach den Hautproben wurden anschließend die Darmproben hinsichtlich des Vorkommens von Immunzellen (heterophile Granulozyten und Lymphozyten) untersucht. In diesen untersuchten Darmabschnitten kamen bei vielen Tieren breite Zotten mit einer Anhäufung von Lymphozyten vor. Eine Lymphozytenansammlung ist exemplarisch in einer Zotte des Duodenums (Abb. 23) und des Jejunioileums (Abb. 24) gezeigt.

Die histologische Auswertung der drei Darmabschnitte ergab, dass bei den Gruppen Gefieder \ominus Tiere und Gefieder \oplus Tiere keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Vorkommens von heterophilen Granulozyten und der Verteilung von Lymphozyten vorlagen (Abb. 25).

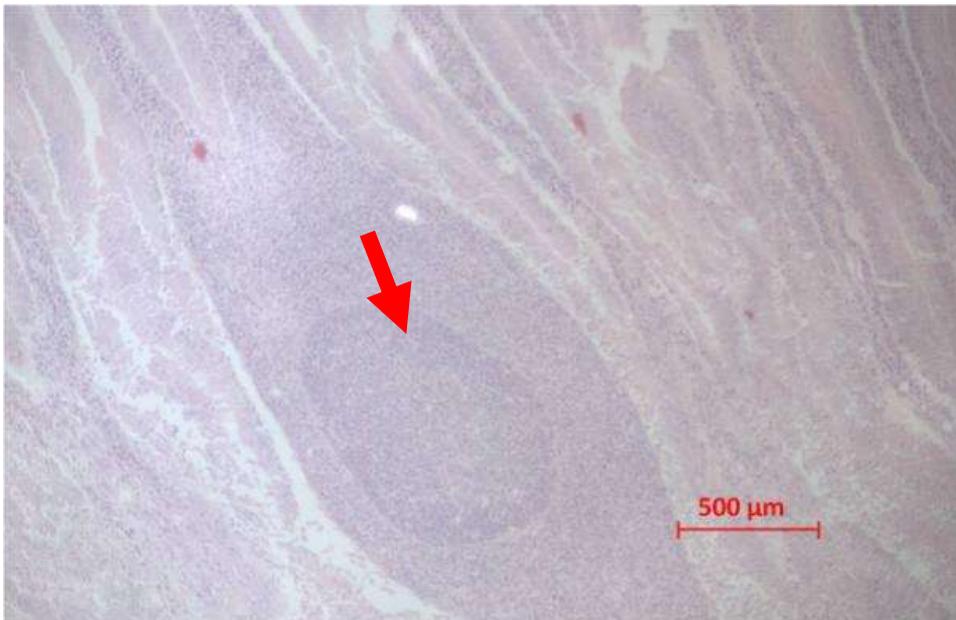


Abbildung 23: Lymphozytenansammlung in Zotte (HE-Färbung, Duodenum); Tier B2G4 gemäß Tabelle 10.3.3

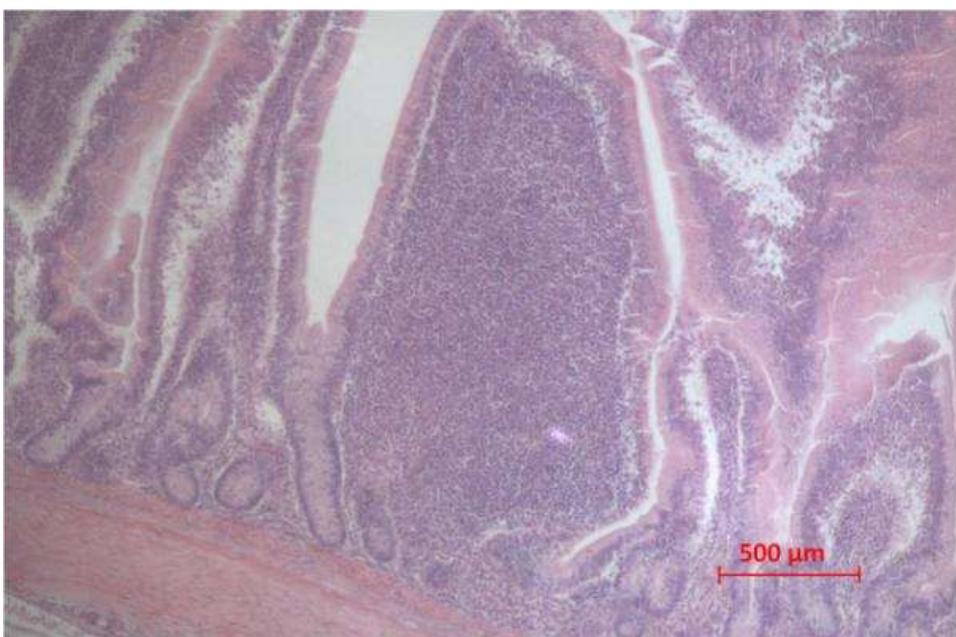
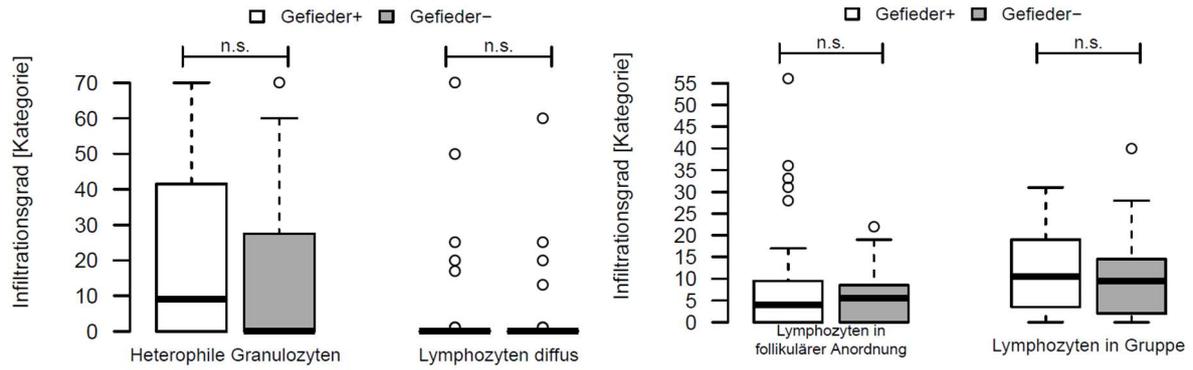
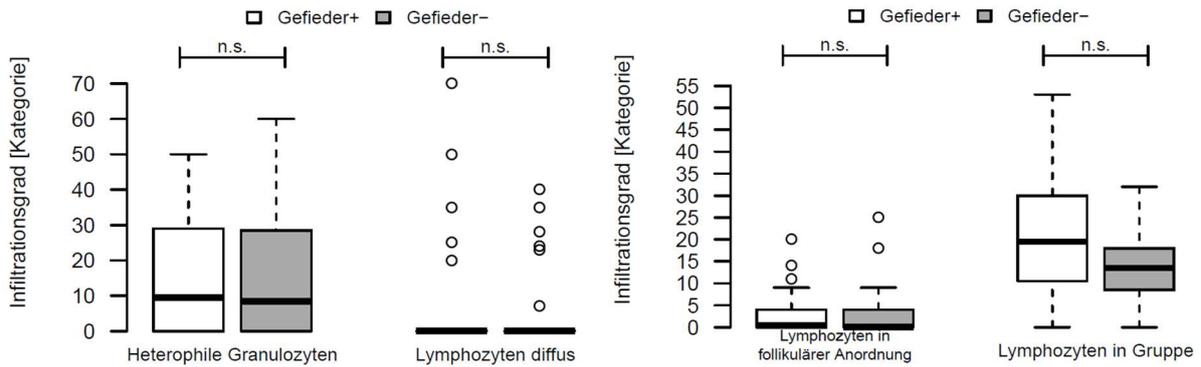


Abbildung 24: Lymphozyten in breiter Zotte (HE-Färbung, Jejunioileum); Tier B5G3 gemäß Tabelle 10.3.3

A.



B.



C.

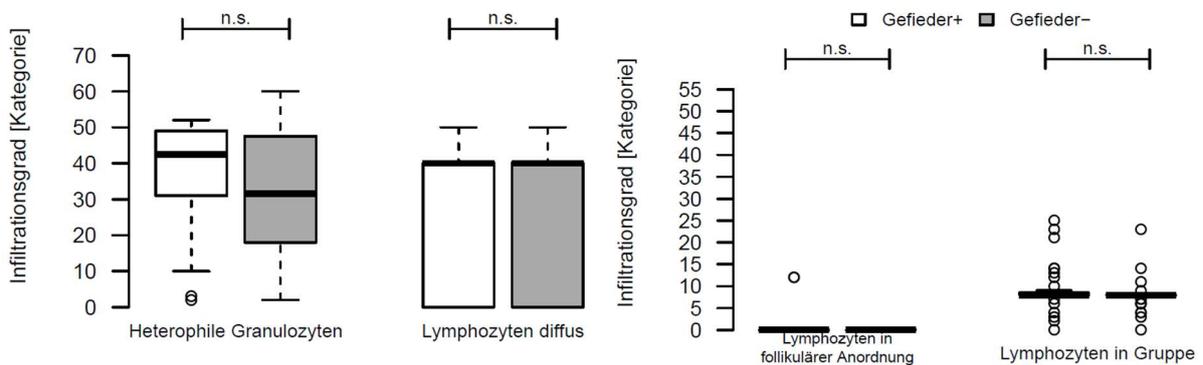


Abbildung 25: Verteilung der Infiltrationsgrade der Gefieder \oplus - und Gefieder \ominus Puten in Hautproben des Duodenums (A), Jejunioileums (B) und Caecums (C).

Heterophile Granulozyten und Lymphozyten in verschiedener Anordnung (diffus, folliculäre Anordnung, in Gruppe) in Hautproben des **A.** Duodenums, **B.** Jejunioileums, **C.** Caecums. Kein Befund entspricht Grad 0, vollständige Infiltration Grad 70 bzw. 55.

Die Daten sind als Box-Whisker-Diagramm dargestellt. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1.5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnte.

Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft (einseitig), ob die Gefieder \ominus Puten einen signifikant höheren Infiltrationsgrad zeigen als die Gefieder \oplus Puten; n.s., nicht signifikant.

5.1.2 Histologische Untersuchung der Pankreata

Bei der histologischen Untersuchung der Darmproben fiel auf, dass dem anhaftenden Pankreasgewebe in einigen Proben auffällige Befunde in Bezug auf das Vorkommen mit Lymphozyten vorzuliegen schienen, was im Folgendem als „lymphatische Einrichtungen“ bezeichnet wird. Es stand die Frage im Raum, inwieweit eine mögliche Differenzierung im Pankreasgewebe deutlich wird. Diese Frage erhielt zusätzliche Bedeutung durch anderweitig durchgeführte orientierende Untersuchungen an Lebergeweben von Mastputen mit und ohne Gefiederschäden, die eine auffällige Häufung von Veränderungen an Lebern bei Puten mit Gefiederschäden erkennen ließen (ENGELHARDT und VAUPEL 2018).

Im Pankreas konnten als Immunzellen keine heterophilen Granulozyten, sondern nur Lymphozyten festgestellt werden. Die Lymphozyten lagen dort ausschließlich in follikulärer Anordnung vor. Ein Beispiel ist in Abbildung 26 gezeigt.

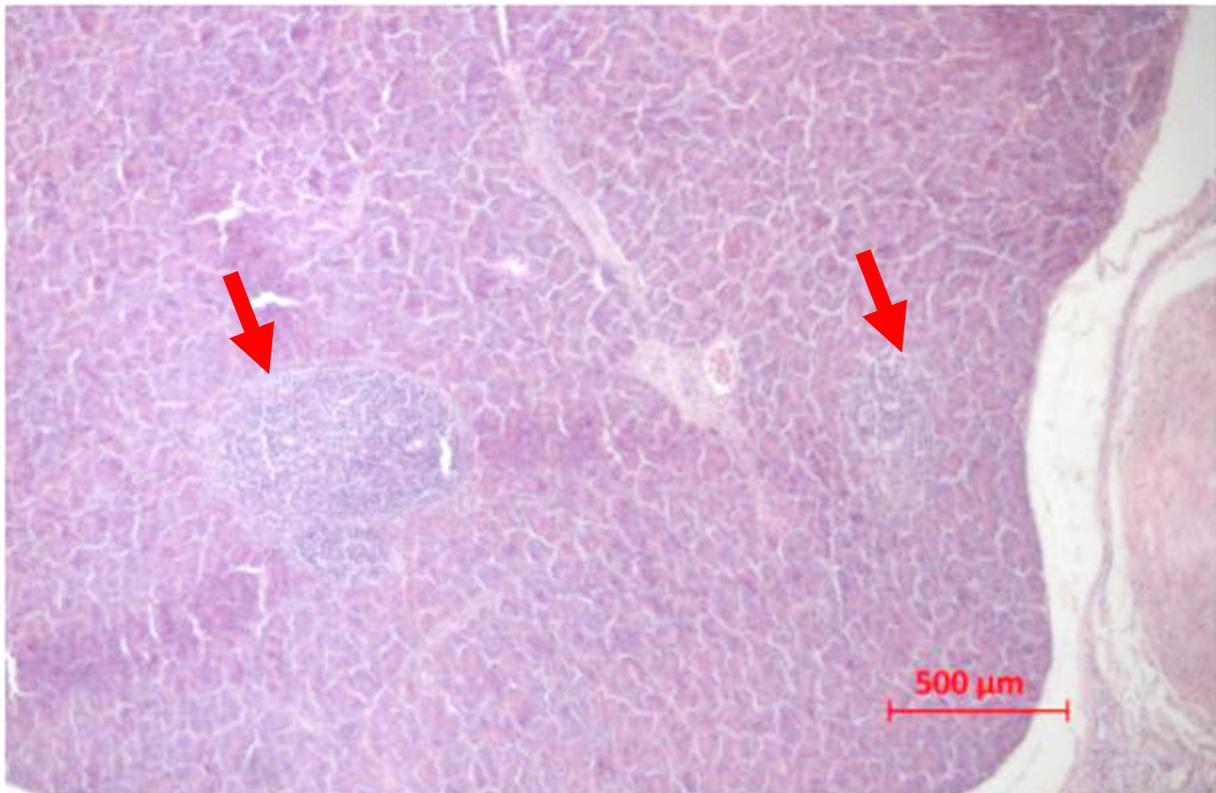


Abbildung 26: Pankreas mit lymphatischen Einrichtungen (aggregiert) (HE-Färbung); Tier B3G2 gemäß Tabelle 10.3.3

Von der Grundgesamtheit der 80 Pankreata waren in 54 Proben keine lymphatischen Einrichtungen feststellbar. Diese verteilten sich auf 24 Proben bei den Gefieder ⊕ Tieren (60 %) und auf 30 Proben bei den Gefieder ⊖ Puten (75%). Von den 26 Pankreata mit nachgewiesenen lymphatischen Einrichtungen entfielen 16 Tiere auf die Gruppe der Gefieder ⊕ Tiere und 10 Puten auf die Gruppe der Gefieder ⊖ Tiere. Dabei verteilten sich die Pankreata mit nachgewiesenen lymphatischen Einrichtungen gleichmäßig über alle 8 Betriebe (Abb. 27). Insgesamt entspricht die Rate von Pankreata mit lymphatischen Einrichtungen in follikulärer Anordnung rechnerisch 32,5 % der Grundgesamtheit von 80 Tieren.

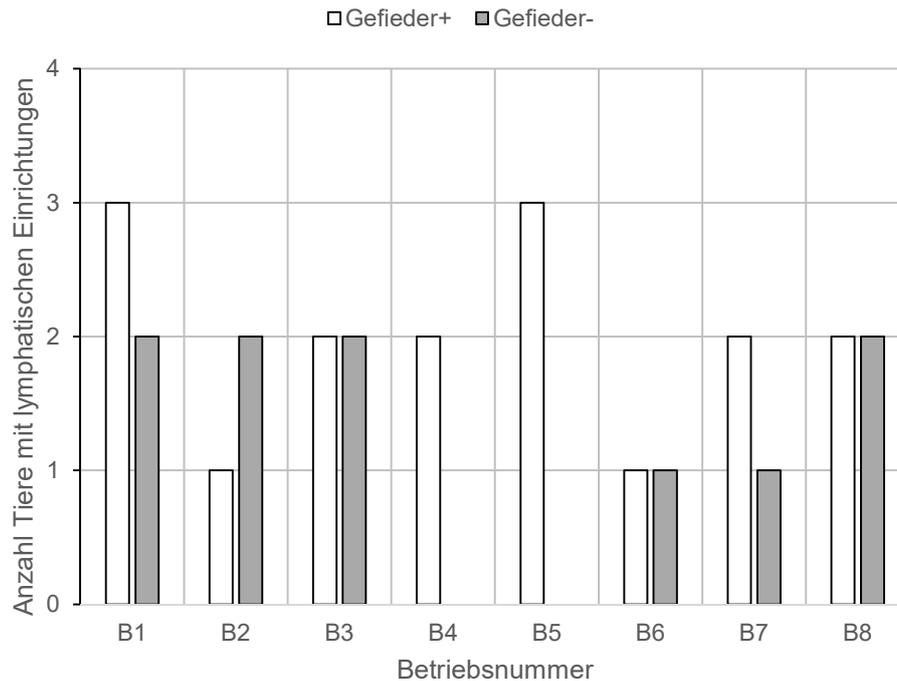


Abbildung 27: Verteilung der Pankreata mit lymphatischen Einrichtungen über die 8 Betriebe.

Zur näheren Auswertung wurde das Vorkommen von Lymphozyten follikulärer Anordnung mit deren Ausprägungsgrad gewichtet (scoring), Der höchste sich so ergebende Score war 8; mit Ausnahme eines „Ausreißers“ in der Gruppe der Gefieder ⊖ Puten, für welchen ein Score von 22 erreicht wurde (elf Lymphozyten-Gruppen des mittleren Grades 2). Das Pankreas mit dem hohen Score von 8 (vier Lymphozyten-Gruppen des mittleren Grades 2) in der Gruppe der Gefieder ⊖ Puten wies zusätzlich eine geringgradige Fibrose auf. In Tabelle 10 sind die erhaltenen Scores dargestellt.

Tabelle 10: Verteilung der Scores des Vorkommens von lymphatischen Einrichtungen im Pankreas von Gefieder ⊕ und Gefieder ⊖ Puten

Score des Vorkommens von lymphatischen Einrichtungen im Pankreas	Gefieder ⊕	Gefieder ⊖
22	0	1
8	2	1
7	0	0
6	0	0
5	0	1
4	1	0
3	1	3
2	5	1
1	7	3
0	24	30

Bei der Auswertung der Daten fällt auf, dass bei den positiv befundenen Pankreata (Score > 0) die Besiedlung des Pankreas' mit Lymphozyten bei den Gefieder ⊕ Puten in den überwiegenden Fällen (75%) bei einem niedrigen Score von 1 und 2 lag; bei den Gefieder ⊖ Puten waren dies 40%. Bei den hohen Scores (8 und mehr) schien es eher umgekehrt zu sein: 2 von 16 positiv befundenen Pankreata (12,5%) fanden sich bei den Gefieder ⊕ Puten gegenüber 2 von 10 (20%) bei den Gefieder ⊖ Puten. Somit wird ein insgesamt stärkeres Vorkommen von lymphatischen Einrichtungen in der Grundgesamtheit der positiv befundenen Pankreata in der Gruppe der Gefieder ⊖-Tiere sowie zugleich deren stärkeren Streuung deutlich. Eine Überprüfung auf statistische Signifikanz ergab allerdings keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Abb. 28a). Ein signifikanter Unterschied wurde ebenso nicht im Vergleich der beiden Puten-Gruppen unter Einbezug aller, auch der histologisch negativ befundenen Pankreata, ermittelt (Abb. 28b).

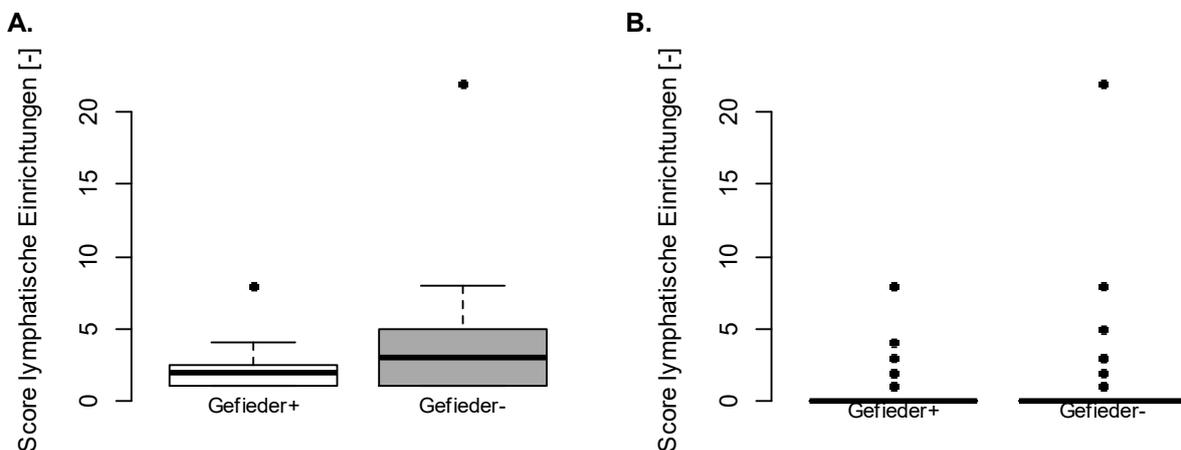


Abbildung 28: Verteilung der Scores von lymphatischen Einrichtungen in den Pankreata von Puten aus der Gruppe der Gefieder ⊕ und Gefieder ⊖-Tiere

A. Verteilung der Scores nur solcher Puten, deren Pankreas lymphatische Einrichtungen aufwies.

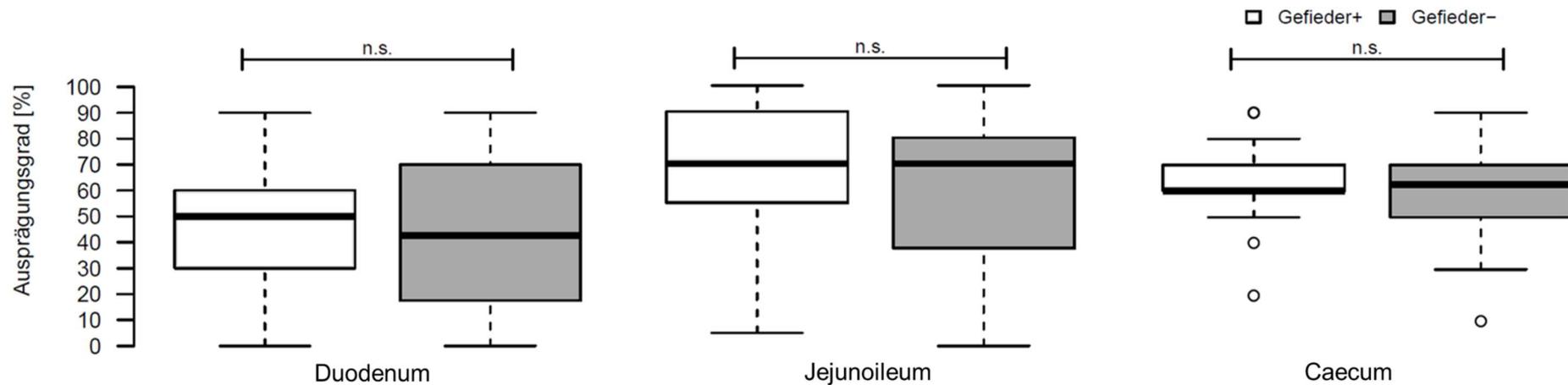
B. Verteilung aller Scores; die Grundgesamtheit stellten alle 80 Pankreata dar, auch solche mit histologisch unauffälligem Befund.

Die Daten sind als Box-Whisker-Diagramm dargestellt. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1,5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnte. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft (einseitig), ob die Gefieder ⊖ Puten einen signifikant höheren Infiltrationsgrad zeigen als die Gefieder ⊕ Puten. Es wurde kein signifikanter Unterschied ermittelt (p-Wert von 0,14 in A. bzw. von 0,88 in B.).

5.1.3 Untersuchung auf Branching der Krypten im Darm

Hinter der Untersuchung der Morphologie der Darmschleimhaut stand gedanklich die Fragestellung, ob es bei Mastputen mit Gefiederschäden möglicherweise zu nachweisbaren Veränderungen in der Darmschleimhaut kommt. Die Darmschleimhaut ist ein äußerst reaktives Gewebe. Als Parameter für die weitere Untersuchung diente die Ausprägung des Branching in den Krypten, einer überschießenden, übermäßig stark verzweigende Proliferation des Schleimhautepithels als Ausdruck einer besonderen Beanspruchung, wie sie etwa bei Darmentzündungen vorkommt.

Die Auswertung ist in Abbildung 29 dargestellt. Es fällt auf, dass das Branching bei nahezu allen Tieren und in nahezu allen Darmabschnitten auftrat, damit also die Gesamtpopulation aller untersuchten Mastputen gleichermaßen betrifft. Unter den 80 untersuchten Puten gab es kein einziges Tier, das nicht an zumindest zwei von den drei untersuchten Darmabschnitten Branching aufwies. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber, dass bei einigen Tieren zumindest ein Darmabschnitt kein Branching in den Krypten aufwies: dies betraf bei drei Puten der Gruppe Gefieder \oplus jeweils das Duodenum. Bei der Gruppe der Gefieder \ominus Tiere wiesen drei Puten in einem einzelnen Darmabschnitt kein Branching auf, davon eine Pute im Jejunioileum und die anderen beiden Puten – wie die drei vorerwähnten Puten aus der Gruppe der Gefieder \oplus Tiere auch – im Duodenum.



63

Abbildung 29: „Branching“ der Krypten im Darm in den Abschnitten Duodenum, Jejunioileum und Caecum.

Kein Befund entspricht Grad 0, vollständige Infiltration Grad 100.

Die Daten sind als Box-Whisker-Diagramm dargestellt. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1,5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnte.

Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde überprüft (einseitig), ob die Gefieder \ominus Puten einen signifikant höheren Infiltrationsgrad zeigen als die Gefieder \oplus Puten; n.s., nicht signifikant.

5.2 Bakteriologische Untersuchung

Anders als bei der Histologie wurde bei der Auswertung der Bakteriologie keine Berechnung der statistischen Signifikanz vorgenommen. Selbst wenn die Tiere unter gleichen Herkunfts-, Haltungs-, Fütterungs- und Managementbedingungen gehalten werden, unterliegen Ergebnisse aus Feldbetrieben systemimmanent betriebsindividuellen Einflüssen (RAUTENSCHLEIN und SCHOLTES 2017). Die dadurch höhere Streuung der Daten kann dazu führen, dass eine statistische Signifikanz der Unterschiede nicht aufgelöst werden kann. Da die Bakteriendichte im Darm in besonderer Weise den betrieblichen Einflüssen unterliegt, wurde auf eine statistische Auswertung verzichtet (mit der unten beschriebenen Ausnahme).

Die Mediane der Gesamtkeimzahl der beiden Puten-Gruppen waren in allen drei Darmabschnitten nahezu gleich (Abb. 30a). Bei den Coliformen waren die Mediane in der Gefieder \ominus Gruppe im Duodenum und Caecum im Vergleich zur Gefieder \oplus Gruppe erhöht, während dieser in Jejunioileum niedriger war (Abb. 30b), sodass sich hier kein eindeutiger Trend ergibt.

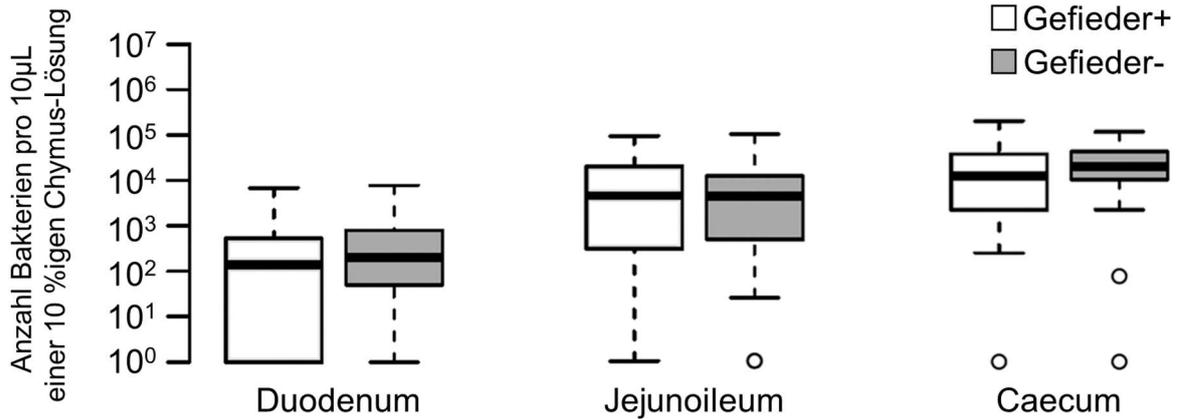
Dagegen fiel bei den Clostridien auf, dass positive Befunde im Duodenum und Jejunioileum ausschließlich bei Tieren der Gefieder \ominus Gruppe feststellbar waren (Abb. 30c). Bei keinem einzigen Tier der anderen Gruppe (Gefieder \oplus) waren Clostridien im Duodenum oder Jejunioileum nachweisbar (Abb. 30c). Da die hier mit dem TSN-Agar insbesondere nachgewiesene Clostridienspezies (*Clostridium perfringens*) fakultativ pathogen sein kann, wurde dies zum Anlass genommen, in diesem besonderen Fall gleichwohl eine statistische Berechnung vorzunehmen. Dabei zeigte sich, dass die Anzahl Clostridien im Duodenum und Jejunioileum in der Gefieder \ominus Gruppe im Vergleich zur Gefieder \oplus Gruppe signifikant erhöht war. Die im Duodenum und Jejunioileum sieben Clostridien-positiven Tiere der Gefieder \ominus Gruppe verteilten sich dabei auf drei der acht Betriebe (Tab. 11). Im Caecum waren in beiden Puten-Gruppen Clostridien nachweisbar (Tab. 11), wobei die Clostridienzahl im Caecum in der Gefieder \ominus Gruppe signifikant erhöht war (Abb. 30c). Clostridien im Caecum konnten bei 20% der Tiere nachgewiesen werden (Tab. 11).

Tabelle 11: Anzahl Puten der beiden Gruppen, die positiv für Clostridien in den angegebenen Darmabschnitten waren.

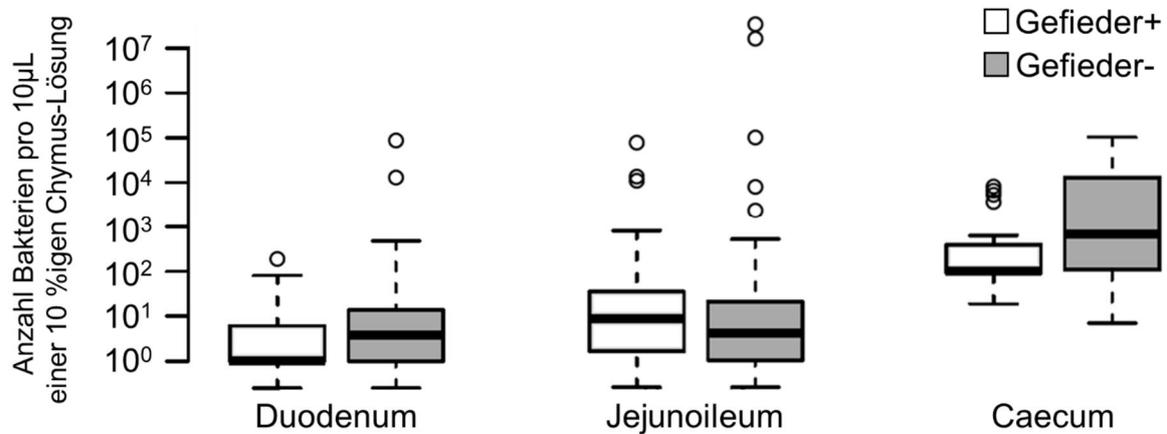
Die Kombination aus Duodenum und Jejunioileum zeigt die Gesamtanzahl Tiere, die mindestens in einem dieser beiden Darmabschnitte positiv für Clostridien waren.

Betrieb	Duodenum		Jejunioileum		Duodenum und Jejunioileum		Caecum	
	Gefieder \oplus	Gefieder \ominus	Gefieder \oplus	Gefieder \ominus	Gefieder \oplus	Gefieder \ominus	Gefieder \oplus	Gefieder \ominus
B1	0	1	0	1	0	1	0	1
B2	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	0	0	0	0	0	0	1	0
B4	0	0	0	0	0	0	0	1
B5	0	3	0	2	0	3	0	0
B6	0	0	0	0	0	0	0	0
B7	0	2	0	1	0	3	0	5
B8	0	0	0	0	0	0	4	4

A.



B.



C.

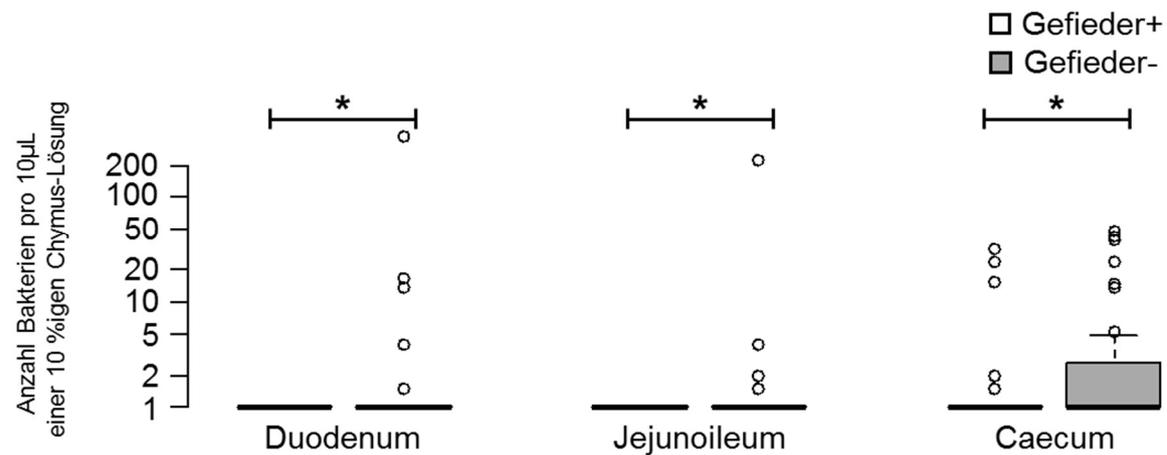


Abbildung 30: Verteilung der Bakterienzahlen der Gefieder ⊕ - und Gefieder ⊖ Puten hinsichtlich A. Gesamtkeimzahl, B. Coliforme, C. Clostridien

Gezeigt sind logarithmierte Werte als Box-Whisker-Diagramm. Dabei gibt der schwarze horizontale Strich den Median an, während die graue Box das Intervall zwischen dem ersten und dritten Quartil kennzeichnet. Die beiden „Antennen“ geben den jeweiligen 1.5-fachen Interquartil-Abstand an. Ausreißer-Werte sind durch offene Kreise gekennzeichnet; diese können überlappen, da die Infiltrationsgrade einzelner Proben identisch sein konnte.

Bei der Bestimmung von Clostridien wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test überprüft (einseitig), ob die Bakterienzahl bei den Gefieder ⊖ Puten im Vergleich zu den Gefieder ⊕ Puten signifikant erhöht ist; * = $p < 0.05$.

6 Diskussion und Ausblick

Hintergrund dieser Studie und Anlass für den Untersuchungsauftrag des Landes Nordrhein-Westfalen waren Überlegungen, inwieweit im Hinblick auf das Pickgeschehen in Mastputenbeständen neben den Haltungsbedingungen möglicherweise auch stoffwechselassoziierte Prozesse maßgebend sind. Da es sich bei dieser Arbeit um eine morphologisch-deskriptive Studie handelt, die Aussagen über Verhaltensäußerungen methodisch nicht zulässt, sollte der Status des Gefieders für die Fragestellung als Beurteilungshilfe dienen. So könnte ein schlechter Gefiederstatus in der Herde auf ein erhöhtes innerartliches Pickgeschehen hindeuten.

Für ein vorangegangenes Pickgeschehen ist ein Federverlust mit Hautschäden an bestimmten Körperregionen als Prädilektionsstellen, wie insbesondere Stirnzapfen und Hals (BERK 2018, ENGELHARDT und VAUPEL 2018), hinweisend. Um diesem vorzubeugen, werden den Puten am ersten Lebenstag in der Brüterei die Schnäbel behandelt. Es handelt sich um einen automatisierten Vorgang auf hohem technischem Niveau. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass das Ausmaß der Schnabelbehandlung bei allen Putenküken in etwa gleich ist. Zudem bestünde bei einer zu breiten Streuung ansonsten das Risiko, dass bei einigen Tieren der Schnabel zu weit eingekürzt würde. Wenn aber die Schnabelbehandlung bei allen Tieren weitgehend gleichermaßen erfolgen dürfte, hätten die Tiere alle in etwa das gleiche (artifizial reduzierte) Potenzial, sich mit dem zuvor behandelten Schnabel Hautverletzungen und Federschäden zu zufügen. Für einen generalisierten Federverlust dürfte diese Erklärung bei schnabelbehandelten Tieren allerdings kaum als alleinige Erklärung überzeugen; denn der Putenschnabel wird gerade deshalb prophylaktisch gekürzt, um dem Schnabel die Prognathie und damit die „Pinzetten-Wirkung“ für ein mögliches Beschädigen und Auszupfen von Federn zu nehmen. Ein aktives Herausziehen von Federn aus intakten Federkielen dürfte daher bei korrekt durchgeführter Schnabelbehandlung nur begrenzt möglich sein; sonst wäre ein wesentlicher Zweck der Schnabelbehandlung verfehlt. Wenn bei Puten eines Betriebes bei fachgerecht gekürztem Oberschnabel jedoch die Federn in größerem Ausmaß und generalisiert Schäden aufweisen oder gar verloren gehen, lässt dieses darauf schließen, dass hierfür Veränderungen mitverantwortlich sein könnten, die sich nicht nur mit mechanischen Insulten durch Pickaktivitäten erklären lassen, sondern vielleicht auch „intrinsisch“ bedingt sein dürften.

Um dies näher zu untersuchen, wurden in dieser Studie aus insgesamt acht Betrieben je fünf Puten mit Gefiederschäden (Gefieder \ominus Gruppe) mit solchen mit intaktem Gefieder (Gefieder \oplus Gruppe) verglichen (Abb. 1a). Gegenstand war die histologische Untersuchung vom Darm und Haut dieser Tiere sowie die mikrobielle Untersuchung vom Darm (Abb. 1b). Das Studiendesign war deskriptiv angelegt und kann somit lediglich ein paralleles Geschehen von intestinalelem Status und dem Status von Haut und Gefieder auflösen; es ist konzeptionell nicht darauf ausgerichtet, ätiologische Aussagen herzuleiten.

Für die Beprobung wurden acht Feldbetriebe gewählt, um einen möglichst breiten Überblick zu erhalten. Dies hat allerdings zur Folge, dass die Streuung der Ergebnisse betriebsbedingt erhöht ist. Deswegen ist die Einschätzung über statistische Signifikanzen generell mit gebotener Vorsicht zu betrachten und kann aufgrund der erhöhten Streuung zu falsch-negativen Ergebnissen führen (Nicht-Darstellbarkeit eines eigentlich gegebenen statistisch signifikanten Unterschiedes).

Um wesentliche Unterschiede in den Haltungsbedingungen von vornherein so gering wie möglich zu halten, wurden in dieser Studie ausschließlich Puten aus konventionell wirtschaftenden, gewerbsmäßig geführten Betrieben verwendet. Aufgrund des sehr hohen Integrationsgrades und Konformität in der konventionellen Putenhaltung kann davon ausgegangen werden, dass die hier erhobenen Ergebnisse wohl nur begrenzt durch Unterschiede in den Haltungsbedingungen beeinflusst werden und damit betriebliche Unterschiede in diesem Zusammenhang für die Gesamtauswertung eher nachrangig sind. Es bleibt allerdings anzumerken, dass in dieser Studie betriebliche Einflüsse nicht aufgenommen wurden, sodass diese nicht näher herangezogen werden können.

6.1 Dermale Umgebung der Federfollikel

Auffällig ist, dass federlose Stellen mit intakter Haut beobachtet werden konnten (Abb. 31). Dies könnte für einen „spontanen Federausfall“ sprechen.



Abbildung 31: Federlose Stelle mit intakter Haut; Tier B1K2 gemäß Tabelle 10.3.3

Eine mögliche Erklärung für einen spontanen Federausfall sind entzündliche oder sonst histologisch befundbare Prozesse in der Haut. Wären diese jedoch ein maßgeblicher Faktor für Federverluste, sollte sich die dermale Umgebung der Federfollikel zwischen beiden Puten-Gruppen signifikant unterscheiden. Diese Annahme hat sich jedoch nicht bestätigen lassen:

So wurden in beiden Puten-Gruppen Tiere gefunden, deren dermale Umgebung der Federfollikel in bis zu knapp 40 % der Grundgesamtheit als „histologisch abweichend“ gewertet wurden (Abb. 22, Tab. 9).

Es ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Puten-Gruppen feststellen. Somit scheint es zwar einen Grundlevel an reaktiven Federfollikel-Umgebungen zu geben, der aber in beiden Puten-Gruppen ähnlich verteilt ist. Die Mehrzahl der untersuchten Proben, auch in der Gruppe der Gefieder \ominus Tiere, zeigten hingegen keine derartigen Anzeichen in der dermalen Umgebung der Federfollikel (Tab. 9). Zudem waren federlose Stellen sowohl mit intakter Haut (Abb. 31) als auch mit aktivierten Federfollikeln (Abb. 19) zu beobachten. Somit kann ausgeschlossen werden, dass sich der Federverlust der Gefieder \ominus Tiere ausschließlich auf eine als „histologisch abweichend“ zu beschreibende Reaktion der dermalen Umgebung von Federfollikeln zurückführen lässt. Es muss also noch einen anderen Faktor geben.

6.2 Histologische Untersuchung der Haut

Bei der Betrachtung der histologischen Auswertung der Haut ergaben sich zwischen beiden Tiergruppen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich entzündlicher Reaktionen (Abb. 18); allerdings mit Ausnahme der Kopf- (Stirnzapfen) und oberen Halsregion (Abb. 15, Abb. 17). Eine diesbezüglich nähere Diskussion erscheint allerdings nicht zielführend, da der Stirnzapfen und die obere Halsregion bei Puten arteigen in besonderer Weise agonistischen Pickreaktionen ausgesetzt sind. Die Abwesenheit von signifikanten Unterschieden zwischen beiden Puten-Gruppen hinsichtlich der Hautproben von anderen Körperregionen (Brust, Schulter, Kloake-Haut und Kloake-Schleimhaut; Abb. 18) spricht dafür, dass der Federverlust der Gefieder \ominus Tiere nicht ausschließlich mit einer veränderten Reaktionslage jener vier Hautregionen einhergeht. Somit ergibt sich das gleiche Ergebnis wie oben dargestellt. Gleichwohl bleibt festzuhalten, dass es bei den untersuchten Mastputen in relevantem Umfang zu Entzündungen der Haut gekommen ist (Abb. 18, Heterophile Granulozyten). Bei allen Tieren zeigten sich in etwa gleichem Ausmaß und unabhängig vom klinischen Befund des Befiederungszustands perifollikuläre Hautinfiltrationen.

Dies hat auch HÖVELER (2013) in einer orientierenden Studie bei zufällig beprobten und zudem teils noch sehr jungen Puten (unter 5 kg Körpergewicht) festgestellt.

6.3 Histologische Untersuchung des Darms

Da der Federverlust aufgrund der aufgenommenen Daten nicht in relevantem Ausmaß mit Hautentzündungen im Zusammenhang steht und auch ein aktives Herauszapfen aufgrund der Anatomie von kupierten Schnäbeln in dem oftmals beobachteten Ausmaß kaum eine wesentliche Bedeutung haben kann (siehe oben), wurden entsprechend der Vorgabe der Arbeitshypothese die histologischen Untersuchungen auch auf die Beschaffenheit des Darms abgestellt. Hierbei lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

Im Hinblick auf die histologische Untersuchung des Darms ergeben sich weder signifikante Unterschiede zwischen den beiden Puten-Gruppen (Abb. 25), noch Hinweise auf eine Häufung speziell von heterophilen Granulozyten in den Darmabschnitten Duodenum, Jejunioileum oder Caecum der Gefieder \ominus Tiere im Vergleich zur Gefieder \oplus Gruppe (Abb. 25, Heterophile Granulozyten). Die Fokussierung auf heterophile Granulozyten ist wichtig, weil diese im Verlauf von entzündlichen Reaktionen auftreten und ein messbares Anzeichen für eine Entzündung und dessen Ausmaß sind (SCOPE 2011).

6.4 Bakteriologische Untersuchung des Darms

Die bakteriologische Untersuchung des Verdauungstraktes (Duodenum, Jejunioileum und Caecum) ergab im Hinblick auf die Gesamtkeimzahl zwischen beiden Puten-Gruppen insgesamt ähnliche Median-Werte (Abb. 30a). Bei der Bestimmung von coliformen Keimen fiel auf, dass der Median im Duodenum und Caecum in der Gefieder \ominus Gruppe leicht erhöht war, während dieser im Jejunioileum leicht verringert war (Abb. 30b). Auf eine Überprüfung auf Signifikanz wurde aus den in Kap. 5.2 genannten Gründen verzichtet, zumal sich ohnehin kein eindeutiger Trend ergab.

Jedoch ließen sich zwei Auffälligkeiten bei der Bestimmung der nachweisbaren Clostridienbesiedlung beobachten. Erstens wurden bei sieben der 40 Puten mit Gefiederschäden im Unterschied zu normal befiederten Puten ein Vorkommen von Clostridien im Duodenum oder Jejunioileum beobachtet, während dessen sich bei keinem der 40 Tiere der Gefieder \oplus Gruppe Clostridien in diesem beiden Darmabschnitten nachweisen ließen. Bei beiden Tiergruppen ließen sich Clostridien im Caecum nachweisen (Abb. 30c, Tab. 11), bei elf Puten der Gefieder \ominus Gruppe und bei fünf Puten der Gefieder \oplus Gruppe. Zweitens fiel in quantitativer Hinsicht auf, dass im Caecum der Gruppe der Gefieder \ominus Tiere signifikant mehr Clostridien vorkamen als in der Gruppe der Gefieder \oplus Tiere (Abb. 30c, Caecum).

Es ist allerdings anzumerken, dass die KbE-Zahlen des Clostridienvorkommens im Duodenum und im Jejunioileum mit 0,5 bis 375 KbE gering waren (Tabelle 10.2.3) und sich damit teils im Bereich der Nachweisgrenze der verwendeten Methodik bewegt haben. Die geringen KbE-Zahlen können möglicherweise durch die Probenahme bedingt sein, indem geringe Mengen an Luftsauerstoff die Zahl an vermehrungsfähigen Clostridien als Anaerobier verringert haben. Insofern bedeutet ein „Nullwert“ in Tabelle 11 nicht, dass nicht vielleicht doch eine geringe Menge an Clostridien im entsprechenden Darmabschnitt vorhanden waren, nur konnte diese geringe Menge im Labor nicht als KbE nachgewiesen werden. Das aber würde dazu führen, dass die Gesamtanzahl an Clostridien in dieser Arbeit möglicherweise unterschätzt wird und würde zudem erklären, weshalb für die Mehrheit der untersuchten Puten keine Clostridien nachgewiesen werden konnten, selbst nicht in denjenigen Darmabschnitten (Caecum) (Abb. 30c), in denen diese physiologisch vorkommen. Selbst wenn jedoch – methodisch bedingt – eine rein quantitative Unterschätzung des tatsächlichen Clostridienvorkommens vorliegen sollte, wäre dies ein systematischer, durchgängiger Aspekt und dürfte nicht alleinig die im Ergebnis festgestellten Unterschiede zwischen den beiden Tiergruppen erklären können. Denn die Probenahme ist stets nach gleichen Abläufen erfolgt, so dass sich ein Einfluss durch die Probenahme über alle Tiere in etwa gleichmäßig hätte verteilen müssen. Wenn aber zwischen beiden Puten-Gruppen signifikante Unterschiede im Clostridienvorkommen nachgewiesen worden sind, dürften diese im Darmmikrobiom selbst begründet sein.

Im Übrigen dürfte sich das positive Ergebnis auf Clostridien im Duodenum und Jejunioileum für die sieben Puten der Gefieder \ominus Gruppe aus zwei Gründen wohl nicht allein auf betriebliche Einflüsse zurückführen lassen, wenngleich dies nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann; betriebliche Einflüsse sind stets in Betracht zu ziehen. Zum einen konzentrierten sich jedoch die Clostridien-positiven Tiere nicht auf einen Betrieb, sondern verteilten sich auf drei von acht Betrieben (Tab. 11). Zum anderen wäre bei einem ausschließlich betrieblichen Einfluss ein Clostridien-Nachweis bei allen Tieren eines

Betriebs und somit auch bei den Puten der Gefieder ⊕ Gruppe zu erwarten gewesen; dieses wurde aber in dieser Arbeit nicht beobachtet (Tab. 11).

Bei der durchgeführten Signifikanz-Berechnung ist zu beachten (Abb. 30c, Duodenum und Jejunioileum), dass durch die Abwesenheit von nachweisbaren Clostridien in der Gefieder ⊕ Gruppe im Duodenum und Jejunioileum eine „Nullverteilung“ (40x 0) vorlag, sodass sich bereits ab drei positiven Tieren in der Gefieder ⊖ Gruppe mit dem verwendeten Mann-Whitney-U Test und einer einseitigen Hypothese ein signifikanter Unterschied ergeben hätte ($p = 0,04$). Der Mann-Whitney-U Test wurde statt dem T-Test verwendet, da es sich offenbar nicht um normalverteilte Daten handelte (Abbildung 32 im Anhang).

Ein höheres Clostridienvorkommen im Darm (Ileum und Caecum) bei Puten mit Gefiederschäden im Vergleich zu solchen ohne Gefiederschäden wurde auch von BECKER und KAMPHUES (2017) bei 10 Wochen alten Puten mit konventioneller Fütterung beschrieben. Auch andere Autoren sehen einen Zusammenhang zwischen Darmbiose und dem Integument. So beschreibt auch SIMON (2015) einen Zusammenhang von Clostridien-Nachweisen im Darm zum Gefiederstatus der Tiere. Gleichermäßen wurde dies verschiedentlich auch bei Masthähnchen gezeigt (HILLER und NANNEN 2015, PETERSEN 2015). In Bezug auf das Pickverhalten sind in diesem Zusammenhang die Studien von CLARK et al. (2010) an Puten und von MEYER et al. (2012, 2013b) an Legehennen erwähnenswert. Darin zeigen sie auf, dass sich die mikrobielle Darmflora bei Vielpickern von der bei Wenigpickern unterscheidet.

Die oben dargestellten Clostridien-Befunde, die sich auf die Gruppe der Gefieder ⊖ Tiere beschränkten (Tab. 11), im Kontext der aufgeführten Literatur, lassen es als nicht unwahrscheinlich erscheinen, dass das Vorkommen von Clostridien und der Gefiederstatus miteinander in Verbindung stehen könnten und die Tiere sich hinsichtlich ihres Status' unterscheiden. Es ist anzumerken, dass weder alle Gefieder ⊖ Tiere nachweisbare Clostridien hatten noch mit dieser Arbeit es methodisch bedingt möglich wäre, eine Einschätzung über eine Kausalität zu treffen, noch Einschätzungen über ein potenziell pathogenes Verhalten der nachgewiesenen Clostridien zu geben. Dies zu untersuchen, bliebe entsprechenden follow-up-Studien vorbehalten. Ein möglicher Zusammenhang dürfte sich vorrangig auf den Gefiederstatus beziehen und trifft – zumindest den Ergebnissen dieser Arbeit zufolge – eher nicht auf den histopathologischen Status des Darms zu, da hier keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Tiergruppen festgestellt werden konnten; hierzu wird auf Kapitel 6.3 verwiesen.

Zur Frage einer follow-up-Studie zur Untersuchung auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Gefiederstatus und Darmmikrobiom ergeben sich folgende Überlegungen:

1. Der Gefiederstatus infolge von Bepicktwerden der Tiere verursacht direkt Hautveränderungen und Sozialstress. In dessen Folge treten sekundäre Störungen auf, wie etwa eine veränderte Nahrungsaufnahme infolge der Rangordnungskämpfe und auch offene Hautwunden. Diese Prozesse führen schließlich über neuroendokrine Wege zu einer Unterkonditionierung verbunden mit einer Dysbiose im Darm und einer sekundären Vermehrung etwa von Anaerobiern, nachweisbar am Vorkommen von Clostridien. Der Nachweis von Clostridien in erhöhter Menge sowie in den für eine physiologische Besiedlung ansonsten eher untypischen

Darmabschnitten wäre demnach eine Folge – nicht aber die Ursache – eines primär aversiven Verhaltens der Tiere untereinander.

2. Clostridien könnten eine kausale Rolle bei den festgestellten Hautveränderungen spielen. Eine nähere, differenzierende Untersuchung auf Clostridien wäre für entsprechende Schlussfolgerungen von besonderer Bedeutung, weil diese Bakterien beim Geflügel sehr häufig und zudem mit recht heterogenen Eigenschaften vorkommen können. *Clostridium perfringens* kann beim Geflügel unter ungünstigen Bedingungen verschiedene letal und nekrotisierend wirkende Toxine bilden (NORTON und HOERR 1999). Diese wirken teils hämolysierend, gewebslösend, nekrotisierend, neurotoxisch und entfalten dann ihre Wirkung sowohl lokal als auch systemisch im Organismus mit anschließender Schädigung von Organsystemen (FLÜCHTEN 2006).

6.5 Histologische Untersuchung der Pankreata

In die Untersuchungen dieser Arbeit wurden auch die Pankreata einbezogen. Dort ließen sich Auffälligkeiten hinsichtlich einer Ansammlung mit Lymphozyten beobachten, die in dieser Arbeit als „lymphatische Einrichtung“ bezeichnet werden.

In der vorliegenden Studie waren von der Grundgesamtheit der 80 Pankreata nicht in allen Proben lymphatische Einrichtungen feststellbar. Lymphatische Einrichtungen wurden nur in 26 Proben histologisch nachgewiesen (Tab. 10, Abb. 28b); diese verteilten sich über alle acht Betriebe (Abb. 27). Bei der mikroskopischen Untersuchung der Pankreata fiel auf, dass

- bei einem Tier mit Gefiederschäden (Gruppe Gefieder ⊖) eine besonders hohe Anzahl von lymphatischen Einrichtungen im Pankreas mit einem Score von 22 feststellbar war und dieser zugleich nekrotische Veränderungen aufwies, und dass
- bei einem weiteren Tier der Gefieder ⊖ Gruppe im Pankreas zugleich eine Fibrose nachgewiesen wurde.

Unabhängig von diesen Einzelbefunden wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Pankreata der Gefieder ⊖ und Gefieder ⊕ Tiere festgestellt (Abb. 28). Somit konnte der Frage, inwieweit die Befundung im Integument und des Status' im Intestinaltrakt in einer möglichen Beziehung zum histologischem Organbefund beim Pankreas stehen, in dieser Arbeit nicht weiter nachgegangen werden. Interessant ist jedoch, dass sich in dieser Studie im Pankreas in durchaus erwähnenswertem Umfang und zudem in beiden Puten-Gruppen eine Verdichtung und Ansammlung von Lymphozyten in Form von lymphatischen Einrichtungen als follikuläre Ansammlung beobachten lies. Es könnte lohnenswert sein, dies in ergänzenden Studien genauer zu analysieren, da es scheint, als ob sich in der Putenhaltung generell im Laufe der Zeit eine Veränderung ergeben hätte. So haben FEHÉR und FÁNCSI (1971) in ihrer Untersuchung von Putenpankreatata keinerlei Lymphozyten oder andere Immunzellen im Interstitium des Pankreas' festgestellt. Dies hat sich aber in der Folgezeit offenbar geändert, denn 2011 wurde von Lymphozyten im Putenpankreas berichtet, wenngleich nicht in Form von follikulären Ansammlungen wie aktuell in dieser Arbeit, sondern in losem Vorkommen als Areale in unterschiedlicher Ausprägung (MAINZER 2011).

6.6 Untersuchung auf Branching

Ein weiterer Untersuchungsparameter dieser Arbeit betraf das intestinale Branching. Branching der Krypten im Darm wurde bei nahezu allen Tieren beider Puten-Gruppen und in nahezu allen Darmabschnitten beobachtet (Abb. 29). Da es unter den 80 untersuchten Puten kein einziges Tier gab, das nicht an zumindest zwei von den drei untersuchten Darmabschnitten Branching aufwies, scheinen Branchingprozesse im Darm kein augenscheinlich relevanter Faktor für den Gefiederstatus zu sein.

6.7 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die in dieser Arbeit erhobenen Befunde im Kontext zur Literatur schließen lassen, dass es bei den Ursachen für die Federverluste kein „entweder / oder“ geben dürfte. Vielmehr sind die dem Federpicken zugrunde liegenden Prozesse derart komplex, dass mehrere Erklärungsansätze ihre Berechtigung zu haben scheinen. Offen ist, inwieweit ein erhöhtes Clostridienaufkommen Folge eines Bepicktwerdens und den mit der Subdominanz verbunden ungünstigen Stoffwechseleinflüssen ist oder aber primär dysbiotische Vorgänge im Intestinum zumindest mitverantwortlich sind für Schäden am Gefieder. Diese Betrachtung würde auch fachlich einem derart multifaktoriell beeinflussten Geschehen wegen der Vielfalt der Einflussfaktoren am ehesten gerecht werden. Es liegt dann in der Gesamtschau mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten, ein in sich schlüssiges Bild dieses komplexen Geschehens herzuleiten.

In diese Richtung geht auch die Studie von MÜLLER (2015), die in einer gemeinsamen Untersuchung der Universität Bonn und der Tierärztlichen Hochschule Hannover Legehennen jeweils der gleichen Linie aus Neulandbetrieben und aus konventioneller Haltung vergleichend untersucht hat. Konkret konnten in der konventionell gehaltenen Gruppe von Legehennen signifikant mehr Tiere mit Dermatitis, insbesondere mit lymphozytären Infiltraten identifiziert werden. Bei der Untersuchung der Darmabschnitte zeigten die Hühner aus konventioneller Haltung ferner signifikant mehr mittelgradige Entzündungen im Duodenum als die Tiere aus der „Neuland-Haltung“ (MÜLLER 2015).

Für die praktische Umsetzung der in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse unter Feldbedingungen lässt sich folgende Empfehlung ableiten: Der Nachweis von Clostridien in den dafür eher untypischen Darmabschnitten Duodenum und Jejunioileum ausschließlich bei Gefieder \ominus Tieren (Tab. 11), spricht dafür, dass es sich um dysbiotische Vorgänge handelt. Unter Berücksichtigung der Untersuchung von BECKER und KAMPHUES (2017), die einen direkten Zusammenhang zwischen dem Fütterungsregime und dem Clostridienvorkommen im Darm (Ileum und Caecum) gezeigt haben, sollten deshalb besonderes Augenmerk auf das Fütterungsregime gelegt werden. Soweit Clostridien speziesbedingt nicht obligat pathogen sind, können jedoch fakultativ pathogene Clostridien-Spezies bei Anwesenheit prädisponierender Faktoren in der Lage sein, eine Pathologie auszulösen. In diesem Fall fungieren Clostridien dann häufig als Leitkeim dysbiotischer Veränderungen im Darm. Deshalb erscheint es aus Sicht der Praxis in besonderer Weise zielführend, nicht nur die Haltungsbedingungen günstig zu gestalten, sondern diesbezüglich präventiv auch an der Fütterung anzusetzen. So sieht POTTGÜTER (2015) in der Futterbeschaffenheit eine wichtige Schlüsselrolle für die Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen. Er vertritt die Auffassung, dass das Fressen von Federn (bzw. Federpicken) auch als Suche nach Faser bzw. Struktur interpretiert werden könne. Vorteilhaft seien Rohfaserträger wie etwa Luzerneheu, Lignocellulose oder ganze Getreidekörner separat neben dem

"normalen" Mischfutter, ebenso die Gabe von Grit in angepassten Mengen. Vor allem auch Hafer hat sich bei Legehennen bewährt (WAHLSTRÖM et al. 1998). Für einen Einfluss der Fütterung auf das Vorkommen von Clostridien gibt es in der Literatur auch sonst vielfache Hinweise. So berichten etwa MATEOS et al. (2012) bei Broilern über einen Zusammenhang zwischen der Fütterung einerseits und der Besiedlung des Darms mit *Clostridium perfringes* andererseits.

7 Zusammenfassung

Korrelationen zwischen dem Befiederungszustand, der intestinalen Mikrobiota, sowie von pathohistologischen Untersuchungen an Organen bei konventionell gehaltenen Mastputen

Lara Elisabeth Jaeger

Diese Arbeit steht im Kontext zur aktuellen tierschutzpolitischen Diskussion über einen Verzicht auf die derzeit übliche Schnabelbehandlung bei Mastputen in konventionellen Haltungssystemen. Das Kürzen von Schnäbeln betrifft die Unversehrtheit der Tiere und steht im Spannungsfeld zum Tierschutzrecht. Gleichzeitig aber ist dies eine bewährte Vorsorgemaßnahmen, um die Auswirkungen von aggressiven Verhaltensweisen wie Federpicken zu vermindern, die ansonsten mit schweren Verletzungen bis hin zu Tierverlusten einher gehen können. Bisherige Studien legen nahe, dass es sich als nicht ausreichend erweisen dürfte, allein die Haltungsbedingungen in Bezug insbesondere auf Besatzdichte, Stallstrukturierung, Klima und Lichtregime zu verbessern, um auf die derzeit übliche Schnabelbehandlung verantwortbar verzichten zu können. Deshalb war die vorliegende Studie ausgerichtet, morphologisch-deskriptive Befunde vom Tier zu erheben, um so Hinweise auf vielleicht zusätzliche Aspekte herauszufinden, die für das Auftreten von Federpicken und den Kannibalismus relevant sein könnten. Hierzu wurden histologische und mikrobielle Untersuchungen von Darm und Haut sowie zusätzlich von Pankreata durchgeführt und diese in Beziehung zum Gefiederstatus gesetzt. Die Auswahl der Organe sowie die Untersuchungsparameter der vorliegenden Dissertation richten den Fokus auf eine mögliche Korrelation zwischen intestinaler Mikrobiota und Federpicken bzw. Federverlusten.

Für das Projekt wurden aus acht Putenmastbetrieben jeweils fünf Puten mit klinisch erkennbaren Gefiederschäden (Gruppe: Gefieder \ominus) und fünf Puten ohne größere Gefiederschäden (Gruppe: Gefieder \oplus) histologisch und bakteriologisch untersucht und miteinander verglichen.

Auf histologischer Ebene zeigten beide Gruppen in verschiedenen untersuchten Hautregionen (Brust, Schulter, Kloake) in der Ausprägung jeweils vergleichbare Hautreizungen, woraus geschlossen werden kann, dass Hautreizungen als maßgeblicher Grund für die Schädigung der Federn nicht in Betracht kamen. An den Körperstellen „Stirnzapfen“ und „Halsregion“ wurden dagegen bei Puten mit Gefiederschäden deutlich erhöhte Hautirritationen festgestellt; dieses Ergebnis war allerdings zu erwarten, weil diese Stellen bevorzugte Regionen für aggressives Picken sind.

Es wurden ergänzende Untersuchungen an Pankreata vorgenommen, da sich bei der histologischen Untersuchung von Proben aus dem Duodenum bei dem jeweils daran anhaftendem Pankreasgewebe Auffälligkeiten ergaben, deren Abklärung geboten schien. Es ergab sich kein statistisch abgesichertes Bild hinsichtlich einer unterschiedlichen Infiltration mit Immunzellen, die Unterschiede zwischen beiden Tiergruppen zeigen würden. An diesem Organ wurde zwar bei einigen Tieren ein nachweisbares Vorkommen von Lymphozyten festgestellt, jedoch ohne einen signifikanten Unterschied in Bezug auf den Befiederungszustand der jeweiligen Tiergruppen.

In der vorliegenden Arbeit wurde ferner gezeigt, dass bei nahezu allen Tieren ein Branching an den Krypten der Darmwand vorhanden war. Unter den 80 untersuchten Puten gab es kein einziges Tier, das nicht an zumindest an zwei von den drei untersuchten Darmabschnitten (Duodenum, Jejunioileum, Caecum) ein Branching aufwies. Da das Branching unabhängig vom Gefiederstatus zu sein schien und zudem keine statistische Wechselbeziehung zur bakteriellen Besiedlung des Darms hergeleitet werden konnte, dürfte ein kausaler Zusammenhang zwischen Branching und dem Gefiederstatus eher unwahrscheinlich sein.

Unterschiede zwischen den beiden Tiergruppen gab es dagegen bei den Clostridien im Darm. Diese wurden bei sieben von 40 Puten mit Gefiederschäden in den Darmabschnitten Duodenum und Jejunioileum nachgewiesen, die sich auf drei von acht Beständen verteilten. Dagegen konnte bei keinem der 40 Tiere der Gefieder \oplus Gruppe Clostridien im Duodenum oder Jejunioileum nachgewiesen werden; sie kamen bei diesen Tieren nur im Caecum vor. In quantitativer Hinsicht fiel auf, dass im Caecum der Gruppe der Gefieder \ominus Tiere Clostridien in größerer Anzahl vorhanden waren als in der Gruppe der Gefieder \oplus Tiere. Es bleibt einschränkend anzumerken, dass Clostridien nur bei 20% aller Tiere in der Positivkontrolle (Caecum) nachgewiesen werden konnten, was auf methodische Einflüsse hindeutet. Da betriebliche Einflüsse nicht aufgenommen wurden, können diese nicht näher herangezogen werden. Vor diesem Hintergrund könnten sich aus dieser Arbeit vorbehaltlich betrieblicher und methodischer Einflüsse aus den Ergebnissen dieser Studie Hinweise ergeben, dass zumindest einige Mastputen mit reduziertem Befiederungszustand einen anderen Status im Verdauungstrakt aufweisen als solche mit intaktem Gefieder.

Das Vorkommen von Clostridien im Darm vor allem der Tiere mit ausgeprägten Gefiederschäden, im Kontext zu anderweitigen Studien, könnten eine Wechselbeziehung zwischen dem Clostridienstatus im Darm einerseits und Gefiederschäden andererseits nahelegen. Offen bleibt zusätzlich die Frage, inwieweit in diesem Geschehen Clostridien eine kausale Rolle spielen und inwieweit ein erhöhtes Clostridienaufkommen Folge eines Bepicktwerdens und den mit der Subdominanz verbunden ungünstigen Stoffwechseleinflüssen ist oder aber primär dysbiotische Vorgänge im Intestinum zumindest mitverantwortlich sind für Schäden am Gefieder.

Auch wenn sich das Studiendesign methodisch auf eine deskriptive histologisch-mikrobiell gestützte Befunderhebung beschränkt, ergeben sich hieraus sowie im Kontext verfügbarer Literaturstellen wichtige Ansätze für darauf aufbauende, kausal angelegte Follow-up-Studien. Es dürfte sich lohnen, sich vor allem mit der Wechselbeziehung zwischen Fütterungsregime einerseits und der bakteriellen Darmbesiedlung sowie dem Gefiederstatus andererseits näher zu befassen; in der Literatur finden sich hierzu wichtige, aktuelle Schlüsselstudien. Derartige Folgestudien könnten so einen weiteren Beitrag dazu leisten, den Weg zu weisen, in welche Richtung betriebliche Maßnahmen konkret gehen sollten, um dem tierschutzpolitisch wichtigen Ziel, auf das Schnabelbehandeln beim Geflügel baldmöglichst zu verzichten, in Zukunft verantwortbar entsprechen zu können.

8 Summary

Investigation of the relationship between feather detriments in turkeys, their pathohistological organ and intestinal-microbial status

Lara Elisabeth Jaeger

This work is centered in the context of recent animal welfare efforts to avoid beak trimming in turkey hatcheries. Beak trimming impairs the integrity of the animal and is in conflict with animal welfare principles; at the same time, it is a reliable measure to reduce the consequences of extensive aggressive behaviour such as feather pecking, which otherwise results in severe damage of the turkey and eventually death. Recent literature suggest that it may not be sufficient to improve only the housing conditions (respective stocking density, shed structuring, climate conditions and light regime) in order to abandon beak trimming; there might be additional factors. In the present study, the feather status was taken as an indicator for feather pecking. To identify probable factors that might be associated with feather detriment of turkeys, a comparative, descriptive study design was applied. From eight farms, five animals each with apparent plumage detriments were sampled and compared to five turkeys with intact plumage on a histological and bacteriological level.

On the histological level, both groups showed similar levels of skin irritations in a variety of different skin regions (chest, shoulder, cloaca), ruling out skin irritations as the sole reason for feather detriments. Significantly increased skin irritations were found for turkeys with plumage detriments at the two locations “snood” and “neck”, which were, however, expected, because these two locations are the main target for agonistic behaviour. In summary, the results indicate that inflammatory changes in the skin and its adnexa may not be the sole cause of feather detriments.

A detectable level of lymphatic cells was noted for the pancreas of several animals; however, without a significant difference between the two turkey groups. In the gut, similar levels of branching of gut crypts was detected. This indicates that branching processes are not a main driver of feather detriments in turkeys. On the other hand, differences between both turkey groups were found on the bacteriological level. Seven out of 40 turkeys with plumage detriments showed *Clostridia* in the gut regions “duodenum” and “jejunoileum”, which originated from three out of eight farms. In contrast, none of the turkeys with intact plumage showed detectable levels of *Clostridia* in these two gut regions. Furthermore, turkeys with plumage detriments had significantly increased *Clostridia* counts in the gut region “caecum”, compared to those with intact plumage. However, it has to be noted that for the positive control, the caecum, *Clostridia* could only be detected for 20% of all animals, which indicates methodological limitations. Furthermore, differences in the holdings have not been recorded and thus cannot be assessed for. Subject to methodological limitations and influences of the holdings, the results of this study might indicate that at least some turkeys with plumage detriments might have a less favourable status in the digestive tract than those with intact plumage.

The occurrence of *Clostridia* in the intestine, especially in those with plumage detriments, seen in the context of previous studies, might suggest a probable correlation between the *Clostridia* status on the

one hand and plumage status on the other. As a limitation of the descriptive study design, it is, however, not possible to decipher whether increased colonization of *Clostridia* in the gut are cause or consequence of plumage detriments in turkeys (i. e., dysbiotic processes in the intestine are primarily at least partly responsible for damage to the plumage, or due to the unfavorable metabolic influences associated with subdominance).

Although ethiological conclusions could not be drawn due to the descriptive study design, the obtained results, especially when taking recent literature into account, indicate the direction for causal designed follow-up studies. Accordingly, the effect of the feeding regime on the gut microbiome and the extend of feather pecking should be investigated. In synopsis, those studies would enable for the definition of appropriate measures to responsibly refrain from beak trimming of turkeys, and thus establish the prerequisite for a future meat production better meeting the request for integrity as a basic principle of animal welfare in husbandry.

9 Literaturverzeichnis

- AERNI, V., EL-LETHEY, H., WECHSLER, B. (2000):
Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens
British Poultry Science 41,1, 16–21
- AIRE, T.A. (1980):
Morphometric study of the avian adrenal gland
Journal of Anatomy, 131, 1, 19-23
- AMBROSEN, T. & PETERSEN, V.E. (1997):
The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers
Poultry Science, 76, 559-563
- ANONYMUS (2013):
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit:
Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus zum Verzicht auf
Schnabelkürzen bei Jung- und Legehennen
URL: https://www.ml.niedersachsen.de/themen/tiergesundheit_tierschutz/tierschutz/tierschutzplan_niedersachsen/legehennen-110604.html
Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019
- ANONYMUS (2014):
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen:
Evaluierung des Einsatzes von Antibiotika in der Putenmast. Recklinghausen
URL: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30058.pdf
Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019
- ANONYMUS (2015):
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls,
insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen in der Haltung von Legehennen und Mastputen
URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/VereinbarungVerbesserungTierwohl.pdf?__blob=publicationFile
Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019
- ANONYMUS (2016):
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-
Westfalen: Ein starkes Signal für mehr Tierschutz in der Nutztierhaltung in NRW
URL: <https://www.umwelt.nrw.de/landwirtschaft/mkulnv-pressemittteilung-ein-starkes-signal-fuer-mehrtierschutz-in-der-nutztierhaltung-in-nrw/>
Zuletzt abgerufen am: 04.05.2019
- BANK, S. (2010):
Zur Bedeutung von Art und Intensität der Vermahlung für die Verdaulichkeit von organischer Substanz
und Stärke bei Einsatz von Weizen und Mais in der Fütterung von Mastputen
Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation
- BARBER, C. L.; PRESCOTT, N. B., WATHES, C. M., LE SUEUR, C., PERRY, G. C. (2004):
Preferences of growing ducklings and turkey poults for illuminance
Animal Welfare 13, 2, 211–224
- BARTELS, T., LÜTGEHARM, J. H., WÄHNER, M., BERK, J. (2017):
UV reflection properties of plumage and skin of domesticated turkeys (*Meleagris gallopavo dom.*) as
revealed by UV photography
Poultry Science 96, 12, 4134–4139
- BAUM, S. (1994):
Die Verhaltensstörung Federpicken beim Haushuhn (*Gallus gallus f.dom.*) Ihre Ursachen, Genese und
Einbindung in den Kontext des Gesamtverhaltens
Marburg, Philipps-Universität Marburg, Dissertation

BHATTACHARYYA, T.K. & GHOSH, A. (1972):

Cellular modification of interrenal tissue induced by corticoid therapy and stress in three avian species
American Journal of Anatomy, 133, 4, 483-493

BECKER, N. & KAMPHUES, J. (2017):

Zwischenbericht zum Versuchsvorhaben "Wissenschaftliches Pilotprojekt zum Verzicht auf das Kürzen des Schnabels bei Mastputen (Teil 2)" (kurz "Mastputen 2")

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierernährung, Zwischenbericht;

URL: https://fisaonline.de/projekte-finden/details/?tx_fisaresearch_projects%5Bp_id%5D=11687&tx_fisaresearch_projects%5Baction%5D=projectDetails&tx_fisaresearch_projects%5Bcontroller%5D=Projects&cHash=31d311bba55b574422d946c7fd3b771e

Zuletzt abgerufen am: 04.05.2019

BELLOF, G. (2014):

Die Fütterung der Mastputen

In: Proteinmarkt

URL: https://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/eurotier-2012/bilder/Fachartikel_Fuetterung-Mastputen_WEB.pdf

Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019

BERK, J. (2014):

Einfluss des Angebotes von Beschäftigungsmaterial und der Verabreichung phytogener Trinkwasserzusätze auf die Prävalenzen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten

Celle, Friedrich Löffler Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Schlussbericht

URL: https://www.ml.niedersachsen.de/download/103204/Abschlussbericht_Einfluss_Beschaefigungs-materialangebot_und_Verabreichung_phytogener_Zusatzstoffe_auf_Federpicken_und_Kannibalismus.pdf

Zuletzt abgerufen am 28.04.2018

BERK, J. (2018):

Dazu brauchen wir mehr Wissen

DGS-Magazin 40, 38-41

BERK, J. & ACHILLES W. (2002):

Artgerechte Mastputenhaltung: baulich-technische Ansätze zur Verbesserung der Haltungsumwelt
KTBL-Schrift, 412, 80

BERK, J. & HINZ, T. (2002):

Behaviour and welfare of tom turkeys under enriched husbandry conditions

Annals of Animal Science, Supplement 1, 35-37

BERK, J., WARTEMANN, S., HINZ, T., LINKE, S. (2004):

Einsatz eines Außenklimabereiches in der Putenmast als Möglichkeit der Strukturierung der Haltungsumwelt zur Verbesserung der Tiergesundheit, des Wohlbefindens und der Ökonomie unter Beachtung umweltrelevanter Aspekte

Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 99UMO19

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2013a):

Abschlussbericht: "Einfluss der Fütterungstechnik und des Angebotes von Beschäftigungsmaterial auf das Vorkommen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten"

URL: https://www.ml.niedersachsen.de/download/103204/Abschlussbericht_Einfluss_Beschaefigungs-materialangebot_und_Verabreichung_phytogener_Zusatzstoffe_auf_Federpicken_und_Kannibalismus.pdf, Zuletzt abgerufen am 23.04.2019

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2013b):

Environmental enrichment as possibility to reduce injurious pecking in non-beaked-trimmed turkeys?

Abstracts of 7th "Hafez" International Symposium on Turkey Production

Berlin

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2014a):

Influence of environmental enrichment on the prevalence of injurious pecking in non-debeaked turkeys.

Proc. of the 14th European Poultry Conference
Stavanger, Norway

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2014b):

Abschlussbericht "Einfluss des Angebotes von Beschäftigungsmaterial und der Verabreichung phytogener Trinkwasserzusätze auf die Prävalenzen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten

URL: http://www.ml.niedersachsen.de/download/103204/Abschlussbericht_Einfluss_Beschaeftigungs_materialangebot_und_Verabreichung_phytogener_Zusatzstoffe_auf_Federpicken_und_Kannibalismus.pdf

Zuletzt Abgerufen am 23.04.19

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2015):

Abschlussbericht "Einfluss der Lichtqualität auf die Prävalenzen von Beschädigungspicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten".

URL: https://www.ml.niedersachsen.de/download/103696/Abschlussbericht_FLI_Einfluss_der_Lichtqua_alitaet_auf_Beschaedigungspicken_und_Kannibalismus.pdf

Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2017a):

Relationship between light quality, environmental enrichment and injurious pecking turkeys
10th European Symposium on Poultry Welfare, Ploufragan, France

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2017b):

Beleuchtung und Tierverhalten bei Mastputen

DVG, 93, Fachgespräch über Geflügelkrankheiten vom 26. - 27.10.17

Hannover, Tagungsband: 28 - 29

BERK, J., STEHLE, E., BARTELS, T. (2017c):

Do we know which light intensity turkeys prefer?

International Symposium on Turkey Production, Berlin

BESSEI, W., REITER, K., BLEY, T. & ZEEP, F. (1999):

Measuring pecking of a bunch of feathers in individually housed hens: first results of genetic studies and feeding related reactions

Lohmann Information, 22, 27-31

BESSEI, W. & BENNEWITZ, J. (2012):

Vorstufe zum Kannibalismus: Universität Hohenheim erforscht Federpicken bei Hühnern

Hohenheim, Universität Hohenheim, Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht

URL: https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=11805&cHah=c716a3e9c7644d3f4585c2e48b8f320

Zuletzt abgerufen am: 04.05.2019

BILCIK, B. & KEELING, L. (1999):

Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens

British Poultry Science, 40, 444-451

BLOBEL, H., & SCHLIEßER G.(1995):

Clostridiosen. In: Handbuch der bakteriellen Infektion bei Tieren

Verlag Fischer, Jena

2. Aufl., Bd. 2, 4, 55

BLOKHUIS, H. (1986):

Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking

Applied Animal Behaviour Science, 16, 63-67

- BLOKHUIS, H. & Arkes, J. (1984):
Some observations on the development of feather-pecking in poultry
Applied Animal Behaviour Science, 12, 1, 145-157
- BUCHHOLZ, R (1997):
Male dominance and variation in fleshy head ornamentation in wild turkeys
Journal of Avian Biology, 223–230
- BUCHWALDER, T. & HUBER-EICHER, B. (2003):
A brief report on aggressive interactions within and between groups of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*)
Applied Animal Behaviour Science, 84 1, 75-80
- BUCHWALDER, T. & HUBER-EICHER, B. (2004):
Effect of increased floor space on aggressive behaviour in male turkeys (*Meleagris gallopavo*)
Applied Animal Behaviour Science, 89, 3, 207-214
- BUSAYI, R. M., Channing, C. E., HOCKING, P. M. (2006):
Comparisons of damaging feather pecking and time budgets in male and female turkeys of a traditional breed and a genetically selected male line
Applied Animal Behaviour Science 96, 281-292
- CHENG, H.W., SINGLETON, P., MUIR, W.M. (2002):
Social stress in laying hens: differential dopamine and corticosterone responses after intermingling different genetic strains of chickens
Poultry Science, 81, 9, 1265-1272
- CHENG, H.W. & JEFFERSON, L. (2008):
Different behavioral and physiological responses in two genetic lines of laying hens after transportation
Poultry Science, 87, 5, 885-892
- CLARK, S., PORTER, R., MCCOMB, B., LIPPERT, R., OLSON, S., NOHNER, S., SHIVAPRASAD, H. (2010):
Clostridial dermatitis and cellulitis: an emerging disease of turkeys
Avian Diseases, 54, 2, 788-794
- CLOUTIER, S., NEWBERRY, R.C., HONDA, K., ALLDREDGE, J.R. (2002):
Cannibalistic behaviour spread by social learning
Animal Behaviour, 63, 6, 1153-1162
- COLTON, S. & FRALEY, G.S. (2014):
The effects of environmental enrichment devices on feather picking in commercially housed peking ducks
Poultry Science, 93, 9, 2143-2150
- DALTON, H., WOOD, B. J., TORREY, S. (2013):
Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions
World's Poultry Science Journal 69,4, 865–876
- DALTON, H.A. (2017):
The Relationships Between the Performance of Injurious Pecking and Behavioural and Physical Traits in Domestic Turkeys
Kanada, Universität of Guelph
Doctor of Philosophy
- DE HAAS, E.N., BOLHUIS, J.E., KEMP, B., GROOTHUIS, T.G., RODENBURG, T.B. (2014):
Parents and early life environment affect behavioral development of laying hen chickens
PLoS One, 9, 6, e90577

- DICKSON, J. G. (1992):
Biology and Management, In: The Wild Turkey
Stackpole Books, 59-60
- DILLIER, M. (1991):
Ethologische Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit intensiver Aufzuchtgehalten für die
Mastproduktion von Truten
Bern, Universität, Zoologisches Institut, Schlussbericht für das Bundesamt für Veterinärwesen
- DUGGAN, G., WIDOWSKI, T., QUINTON, M., TORREY, S. (2014):
The development of injurious pecking in a commercial turkey facility
The Journal of Applied Poultry Research
- ELLENDORFF, F. (1995):
„Verbot“ des Schnabelkürzens: Die Konsequenzen
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion - intern, 45, 2
- ELLERBROCK, S. (2000):
Beurteilung verschiedener Besatzdichten in der intensiven Putenmast unter Berücksichtigung
ethologischer und gesundheitlicher Aspekte
Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation
- EL-LETHEY, H., JUNGI, T., HUBER-EICHER, B. (2001):
Effects of feeding corticosterone and housing conditions on feather pecking in laying hens
(Gallus gallus domesticus)
Physiology & Behavior, 73, 1, 243-251
- ENGELHARD, E. & VAUPEL, A. (2018):
Aktuelle Erkenntnisse zum Verzicht auf das Schnabelkürzen bei Puten
Tierärztliche Umschau 73, 443-449
- ENGELMANN, C. (1984):
Leben und Verhalten unseres Hausgeflügels
Neumann Verlag, Leipzig
- ESKELAND, B. (1981):
Effects of beak trimming
First European Symposium on poultry welfare, Danish Branch of the World Poultry Science
Association, Copenhagen, 193
- FEHER, G. & FANCSI, T. (1971):
Vergleichende Morphologie der Bauchspeicheldrüse von Hausvögeln
Acta Vet Budapest
- FELDHAUS, L. & SIEVERDING E. (2007):
Putenmast
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 73
- FIEDLER, H. H. & KÖNIG, K. (2006):
Tierschutzrechtliche Bewertung der Schnabelkürzung bei Puteneintagsküken durch Einsatz eines
Infrarotstrahls
Archiv für Geflügelkunde, 70, 241-249
- FLOCK D. K., Laughlin K.N., Bentley J. (2007):
Minimizing losses in poultry breeding and production: how breeding companies contribute to poultry
welfare
World's Poultry Science Journal
Vol. 61, 2, 227-237

- FLÜCHTEN, A. (2006):
Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten und zu den betriebsspezifischen Faktoren der Clostridium perfringens-Infektion der Pute
Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation
- FREEMAN, B. (1970):
The effects of adrenocorticotrophic hormone on adrenal weight and adrenal ascorbic acid in the normal and bursectomized fowl
Comparative Biochemistry and Physiology, 32, 4, 755-761
- FUDGE, A. (2000):
Avian blood sampling and artifact considerations
Laboratory Medicine: Avian and Exotic Pets
Philadelphia, PA, WB Saunders, 1-8
- GARREN, H.W. & BARBER, C. (1955):
Endocrine and lymphatic gland changes occurring in young chickens with fowl typhoid
Poultry Science, 34, 6, 1250-1258
- GLATZ P. & RODDA B. (2013):
Turkey farming: Welfare and husbrandy issues
African Journal of Agricultural Research
Vol. 8, 48, 6149-6163
- GRAUE, J. (2013):
Beschäftigungsmaterial für Puten. Spielzeug auch für die Großen.
DGS-Magazin 27, 29-33
- GÜNTHER, R, WOJTYSIAK, A. (2013):
Putenhaltung – Die Lichtqualität macht den Unterschied
DGS-Magazin 18, 21-24
- GUSTAFSON, L.A., CHENG, H., GARNER, J.P., PAJOR, E.A., MENCH, J.A. (2007a):
Effects of bill-trimming Muscovy ducks on behavior, body weight gain, and bill morphopathology
Applied Animal Behaviour Science, 103, 1, 59-74
- GUSTAFSON, L.A., CHENG, H.W., GARNER, J.P., PAJOR, E.A., MENCH, J.A. (2007b):
The effects of different bill-trimming methods on the well-being of Pekin ducks
Poultry Science, 86, 9, 1831-1839
- GROSS, W. & SIEGEL, H. (1983):
Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens
Avian Diseases, 972-979
- HABIG, C., HARTUNG, J., BERK, J, SPINDLER, B. (2013):
Federpicken und Kannibalismus bei Ökoputen. Landwirte haben Probleme im Fokus
DGS-Magazin 36, 35-39
- HAFEZ, H. M. (1996):
Review on disease conditions related to rearing and genetics in meat turkeys
Archiv für Geflügelkunde 60, 249- 256
- HAFEZ, H. M. (1997):
Federpicken und Kannibalismus
H.M. Hafez und S. Jodas (Hrsg.): Puten-Krankheiten
Enke Verlag, Stuttgart, 172-17
- HAFEZ, H. M. (1999):
Gesundheitsstörungen bei Puten im Hinblick auf die tierschutzrelevanten und wirtschaftlichen Gesichtspunkte
Archiv für Geflügelkunde 63, 73-76

- HAMILTON, R. M.G. & KENNIE, J. (1997):
The effects of lighting program, ingredient particle size and feed form on the performance of broiler turkeys
Canadian Journal of Animal Science 77, 3, 503–508
- HARLANDER-MATAUSCHEK, A. & BESSEI, W. (2005):
Feather eating and crop filling in laying hens
Archiv für Geflügelkunde, 69, 6, 241-244
- HARLANDER-MATAUSCHEK, A. & FEISE, U. (2009):
Physical characteristics of feathers play a role in feather eating behavior
Poultry Science, 88, 9, 1800-1804
- HARMON, B.G. (1998):
Avian heterophils in inflammation and disease resistance
Poultry Science, 77, 7, 972-977
- HAVENSTEIN, G. B., Ferket, P. R., GRIMES, J. L., Qureshi, M. A., Nestor, K. E. (2007):
Comparison of the performance of 1966-versus 2003-type turkeys when fed representative 1966 and 2003 turkey diets. Growth rate, livability, and feed conversion
Poultry Science 86, 2, 232–240
- HILBRICH, P. (1987):
Vom Zehenpicken und Federzupfen
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion, 39, 1253
- HILLER, P., SCHIERHOLD, S., MEYER, A., SIMON, I., STEGEMANN J., GEHRMEYER D., MEYER, H. (2014):
Das Tierwohl leidet sehr
DGS-Magazin 5, 15-19
- HILLER, P. & NANNEN, A. (2015):
Hähnchen: Runter vom Gas
Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben, 42, 26-28
- HÖVELER, R. (2013)
Befundbericht (Mastputen)
URL: cvua-rrw.de
Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Rhein-Ruhr Wupper, Deutscher Ring 100, 47798 Krefeld
- HUBER, K. (2015):
Stoffwechselassoziierte Probleme beim Geflügel
Hohenheim, Universität Hohenheim, Agrarwissenschaftliche Fakultät Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Anatomie und Physiologie landwirtschaftlicher Nutztiere
Masterthesis
- HUGHES, B. O. & GRIGOR, P. N. (1996):
Behavioural time-budgets and beak related behaviour in floor-housed turkeys
Animal Welfare 5, 2, 189–198
- ISIK, K. (2004):
Untersuchungen zur präbiotischen Wirkung von Lactulose auf die Mikroflora des Magen-Darm-Traktes von Sauen im peripartalen Zeitraum
Leipzig, Universität Leipzig, Veterinärmedizinische Fakultät, Dissertation
- JOHANNSON, S.G., RAGINSKI, K., SCHWEAN-LARDNER, K., CLASSEN, H.L. (2016):
Providing laying hens in group-housed enriched cages with access to barley silage reduces aggressive and feather-pecking behavior
Canadian Journal of Animal Science 96, 161-171

- KALMENDAL, R., ELWINGER, K., HOLM, L., TAUSON, R. (2011):
High-fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens
British Poultry Science, 52, 1, 86-96
- KAMPHUES, J. (2014):
Kamphues, J. (Hrsg.): Supplemente zur Tierernährung: Für Studium und Praxis
Verlag M. & H. Schaper, 3.3, 16
- KEULEN, A. (1999):
Spielzeug hält Puten nicht vom Picken ab
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 39, 38-39
- KÖHLER, B. (1992):
Clostridiosen
HEIDER u. MONREAL (Hrsg.): Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels
Verlag Fischer, Jena, Stuttgart Bd. 2, 195 – 236
- KORTHAS, G. (1987):
Stress und Untugenden bei Puten
Bericht aus Kartzfehn, Ausgabe 39
- KULKE, K., HABIG, C., KEMPER, N., SPINDLER, B. (2014):
Abschlussbericht: Untersuchungen zum Vorkommen von Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten
Putenhähnen bei unterschiedlichen Besatzdichten
URL: https://www.ml.niedersachsen.de/download/94265/Abschlussbericht_Besatzdichte_Puten_Ruth_e.pdf
Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019
- KULKE, K., HABIG, C., BEYERBACH, M., SPINDLER, B. (2015):
Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Putenhähnen bei
unterschiedlichen Besatzdichten
Internationale Fachtagung zum Thema Tierschutz der DVG-Fachgruppe Tierschutz, "Schmerzen,
Leiden und Schäden - erkennen, messen und bewerten" München, 267-275
- LEERSCH, A., & NEUHOFF, C. (2019):
Phina Puten mit Längschnäbeln unter optimierten Haltungsbedingungen
Bonn, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Masterthesis
- LEIGHTON, A. T., DENBOW, D. M., HULET, R. M. (1985):
Behavior and growth parameters of Large White turkeys as affected by floor space and beak trimming.
II. Females
Poultry Science 64, 3, 440–446
- LETZGUß, H. (2010):
Einfluss von Beschäftigungs- und Strukturelementen auf das Verhalten und das Beinskelett
konventionell gehaltener Mastputen.
Hohenheim, Universität Hohenheim, Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung, Dissertation
- LEWIS, P. D., PERRY, G. C., SHERWIN, C. M., MOINARD, C. (2000):
Effect of ultraviolet radiation on the performance of intact male turkeys
Poultry Science 79, 6, 850–855
- LUGMAIR, A. (2009):
Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Federpicken in alternativen
Legehennenhaltungen Österreichs
Österreich, Universität Wien, Dissertation
- MAINZER, K.M. (2011):
Makroskopische, mikroskopische und morphometrische Vergleichsstudie von Leber und Pankreas bei
kommerziellen BUT Big 6 Puten und Wildputen
Berlin, Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation

- MARCHEWKA, J., WATANABE, T. T.N., FERRANTE, V., ESTEVEZ, I. (2013):
Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys
Poultry Science 92, 6, 1467–1473
- MARSHALL, R.S., STEENBERGEN, J.F., MCCLUNG, L.S. (1965):
Rapid Technique for the Enumeration of *Clostridium Perfringens*
Applied Microbiology, 13, 559-563
- MARTRENCAR, A. (1999):
Animal welfare and intensive production of turkey broilers
World's Poultry Science Journal 55, 2, 143–152
- MARTRENCAR, A., HUONNIC, D., COTTE, J. (2001):
Influence of environmental enrichment on injurious pecking and perching behaviour in young turkeys
British Poultry Science, 42, 2, 161-170
- MATEOS, G.G., JIMÉNEZ-MORENO, E., SERRANO, M.P., LÁZARO, R.P. (2012):
Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics
Journal of Applied Poultry Research, 21, 156–174
- MAYER, H. (1994):
Federpicken und Kannibalismus
Bericht aus Kartzfehn 55, 6-7
- MCKEEGAN, D.E., SAVORY, C. (1999):
Feather eating in layer pullets and its possible role in the aetiology of feather pecking damage
Applied Animal Behaviour Science, 65, 73-85
- MCKEEGAN, D.E. & SAVORY, C. (2001):
Feather eating in individually caged hens which differ in their propensity to feather peck
Applied Animal Behaviour Science, 73, 131-140
- MEYER, B., BESSEI, W., VAHJEN, W., ZENTEK, J., HARLANDER-MATAUSCHEK, A. (2012):
Dietary inclusion of feathers affects intestinal microbiota and microbial metabolites in growing
Leghorn-type chickens
Poultry Science, 91, 7, 1506-1513
- MEYER, H., GRAUE, J., GLAWATZ, H. (2013a):
Entertainment and barn enrichment for commercial turkeys
International Symposium on Turkey Production,
Berlin
- MEYER, B., ZENTEK, J., HARLANDER-MATAUSCHEK, A. (2013b):
Differences in intestinal microbial metabolites in laying hens with high and low levels of repetitive
feather-pecking behavior
Physiology & Behavior, 110, 96-101
- MIRABITO, L., ANDRE, L., BOUVAREL, L. (2003):
Effect of providing 'whole wheat' in the diet on pecking behaviour in turkeys
British Poultry Science 44, 5, 776–778
- MOINARD, C. & SHERWIN, C. M. (1999):
Turkeys prefer fluorescent light with supplementary ultraviolet radiation
Applied Animal Behaviour Science 64, 4, 261–267
- MOINARD, C., LEWIS, P. D., PERRY, G. C., SHERWIN, C. M. (2001):
The effects of light intensity and light source on injuries due to pecking of male domestic turkeys
(*Meleagris gallopavo*).
Animal Welfare 10, 2, 131–139

MÜLLER, U. (2015):

Auswertung der histologischen Befunde von Legehennen – aus einem konventionellen Betrieb und einem Betrieb aus dem Programm „Neuland“

Bonn, Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät

URL: https://fisaonline.de/projekte-finden/details/?tx_fisaresearch_projects%5Bp_id%5D=9307&tx_fisaresearch_projects%5Baction%5D=projectDetails&tx_fisaresearch_projects%5Bcontroller%5D=Projects&cHash=d94ea6965f01bbf5a6bb0594f5bac260

Zuletzt abgerufen am: 28.04.2019

MUSTERHJELM, C., NORDGREEN, J., AAE, F., HEINONEN, M., VALROS, A., JANCZAK, A.M. (2019):

Sick and grumpy: Changes in social behaviour after a controlled immune stimulation in group-housed gilts

Physiology & Behavior 198, 76–83

NICHELMANN, M. (1992):

Verhaltensstörungen beim Geflügel

Heider, G., Monreal, G., Meszaros, J.(Hrsg.): Krankheiten des Geflügels, Gustav Fischer Verlag, Jena, Bd. 1, 279-290

NORTON, R.A. & HOERR, F.J. (1999):

Clostridial diseases of poultry

Poultry Disease Aug. /Sept., 14 – 20

OETTEL, R. (1879):

Der Hühner- oder Geflügelhof. B. F. Boigt Weimar

Zit. nach Zylla-Blum (1993)

PETERSEN, T. (2015):

Und das sagt die Praxis

Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben, 42/15, 27

POTTGÜTER, R. (2015):

Fütterung ist ein wichtiger Faktor

Land & Forst 15, 40-41

RAUTENSCHLEIN, S. & SCHOLTES, K. (2017):

Zwischenbericht zum wissenschaftlichen Pilotprojekt zum Verzicht auf das Kürzen des Schnabels bei Legehennen (Teil 2)

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Geflügelkrankheiten, Zwischenbericht;

URL: <https://www.lanuv.nrw.de>

LANUV, Leibnizstr. 10, 45659 Recklinghausen

RICHTER, T. (2006):

Krankheitsursache Haltung, Beurteilung von Nutztierställen – Ein tierärztlicher Leitfaden

Enke-Verlag Stuttgart, 197

RIEDSTRA, B. & GROOTHUIS, T.G. (2002):

Early feather pecking as a form of social exploration: the effect of group stability on feather pecking and tonic immobility in domestic chicks

Applied Animal Behaviour Science, 77, 2, 127-138

RIEGEL, J. (2007):

Einfluss von Herkunft und Alter auf Schlachtkörper- und Fleischqualitätsmerkmale von Puten

Göttingen, Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften, Dissertation

RÖHE, I. (2014):

Effects of feed structure on animal performance, gastrointestinal morphology, gut associated lymphoid tissue and jejunal glucose transport in laying hens

Berlin, Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation

SAVORY, C. (1995):

Feather pecking and cannibalism

World's Poultry Science Journal, 51, 215-219

SAVORY, C. & MANN, J. (1999):

Feather pecking in groups of growing bantams in relation to floor substrate and plumage colour

British Poultry Science, 40, 565-572

SCHULZE BISPING, M. (2015):

Auswirkungen eines Verzichts auf das Schnabelkürzen sowie von tierischem Eiweiß im Mischfutter auf Federpicken und Kannibalismus bei Mastputenhennen

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation

SCOPE, A. (2011):

Untersuchung des Blutes

Kaletka E.F., Krautwald-Junghanns, M-E (Hrsg.): Kompendium der Ziervogelkrankheiten

Hannover Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 4. Auflage, 71-75

SHERWIN, C. M. & KELLAND, A. (1998):

Time-budgets, comfort behaviours and injurious pecking of turkeys housed in pairs

British Poultry Science 39, 3, 325-332

SHERWIN, C. & DEVEREUX, C. (1999):

Preliminary investigations of ultraviolet-induced markings on domestic turkey chicks and a possible role in injurious pecking

British Poultry Science, 40, 429-433

SHERWIN, C. M., LEWIS, P. D., PERRY, G. C. (1999):

Effects of environmental enrichment, fluorescent and intermittent lighting on injurious pecking amongst male turkey poults.

British Poultry Science 40, 5, 592-598

SILLER, W., TEAGUE, P., MACKENZIE, G. (1975):

The adrenal cortico-medullary ratio in the fowl

British Poultry Science, 16, 4, 335-342

SIMON, I. (2015):

Puten weniger pushen

Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben, 48, 41-42

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

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation

SPINDLER, B., SCHULZE HILLERT, M., HARTUNG, J. (2013):

Praxisbegleitende Untersuchungen zur Prüfung des Verzichts auf Schnabelkürzen bei Legehennen in Praxisbetrieben

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Abschlussbericht. Juli 2011- August 2013

URL: https://fisaonline.de/projekte-findet/details/?tx_fisaresearch_projects%5Bp_id%5D=4706&tx_fisaresearch_projects%5Baction%5D=projectDetails&tx_fisaresearch_projects%5Bcontroller%5D=Projects&cHash=5a077edd0653e2d72efa0e0dac1db653

Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019

SPINDLER, B. & HARTUNG, J. (2013):

Gegenwärtige Management- und Haltungsbedingungen bei nicht schnabelgekürzten Puten in der ökologischen Haltung

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Abschlussbericht

URL: http://www.ml.niedersachsen.de/download/91517/Abschlussbericht_Management-_und_Haltung_sbedingungen_bei_unkupierten_Oekoputen.pdf

Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019

SPINDLER, B., EFFINGHAUSEN, H., SCHULZE BISPING, M., SÜERIE, C., KEMPER, N. (2015):

Beschäftigung und Strukturierung im Putenstall. So bleiben Korb und Pickblock attraktiv

DGS-Magazin, 6, 15–17

STRAßMEIER, P. (2007):

Einfluss von Strukturelementen, Futterzusammensetzung und Witterung auf das Verhalten von gemischt gehaltenen BIG SIX und KELLY BRONZE Puten in der Auslaufhaltung

München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fakultät, Dissertation

TIERSCHUTZGESETZ in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 280 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

TUCH, K. & AMTSBERG, G. (1973):

Zottenstrukturen im Dünndarm des Schweines

Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A, 20, 503-518

VAN KRIMPEN, M., KWAKKEL, R., REUVEKAMP, B., VAN DER PEET-SCHWERING, C., DEN HARTOG, L., VERSTEGEN, M. (2005):

Impact of feeding management on feather pecking in laying hens

World's Poultry Science Journal, 61, 663-686

Veldkamp, T. & Kiezebrink, M. (2006):

Effects of a turkey house with veranda on behaviour, performance, carcass quality, and health of male turkeys

World's Poultry Science Journal, Book of Abstracts 12th European Poultry Conference, 443-444

Verona, Italien

VESTERGAARD, K.S., KRUIJT, J.P., HOGAN, J.A. (1993):

Feather pecking and chronic fear in groups of red junglefowl: their relations to dustbathing, rearing environment and social status

Animal Behaviour, 45, 6, 1127-1140

WAHLSTRÖM, A., TAUSON, R., ELWINGER, K. (1998):

Effects on plumage condition, health and mortality of dietary oats/wheat ratios to three hybrids of laying hens in different housing systems

Acta Agriculturae Scandinavica A—Animal Sciences, 48, 250-259

WARTEMANN, S. (2005):

Tierverhalten und Stallluftqualität in einem Putenmaststall mit Außenklimabereich unter Berücksichtigung von Tiergesundheit, Leistungsmerkmalen und Wirtschaftlichkeit

Hannover, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation

WECHSLER, B. & HUBER-EICHER, B. (1998):

The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens

Applied Animal Behaviour Science, 58, 131-141

WEIK, C. & KLEBS, F. (2012):

Vorstufe zum Kannibalismus: Universität Hohenheim erforscht Federpicken bei Hühnern

Universität Hohenheim, Fachgebiet Nutztierethologie und Kleintierzucht

URL: https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=11805&cHah=c716a3e9c7644d3f4585c2e48b8f320

Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019

WELLS, J. W. & WIGHT, P. A. L. (1971):

The adrenal glands

Physiology and biochemistry of the domestic fowl. (eds. Bell, D.J., Freeman, B.M.), 1, London, New York: Academic Press, 489-520

WELLS, L.L., LOWRY, V.K., DELOACH, J.R., KOGUT, M.H. (1998):

Age-dependent phagocytosis and bactericidal activities of the chicken heterophil
Developmental & Comparative Immunology, 22, 03-109

WINDHAUS H. & STREITS, E (2011):

Europäisches Symposium zur Darmstabilität beim Broiler Gesunder Darm – bis zum Mastende
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion, 44, 39

WINDHORST, H-W (2013):

Kann in der Legehennen- und Mastputenhaltung schon bald auf die Schnabelbehandlung verzichtet werden?

Wissenschafts- und Informationszentrum, Nachhaltige Geflügelwirtschaft

URL: http://www.wing-vechta.de/themen/schnabelbehandlung/schnabelbehandlung_vor_dem_aus_1.html

Zuletzt abgerufen am: 28.02.2016

WESTFÄLISCH-LIPPISCHER LANDWIRTSCHAFTSVERBAND (2017):

Empfehlungen für kleinere Legehennenbetriebe im Umgang mit nicht schnabelgekürzten Hennen

URL: http://www.rlv.de/fileadmin/user_upload/Empfehlungen_f%C3%BCr_kleinere_Legehennenbetriebe_im_Umgang_mit_nicht_schnabelgek%C3%BCrzten_Hennen_2017.pdf

Zuletzt abgerufen am: 23.04.2019

WOOD, B. J. (2009):

Profitable turkey production and animal welfare are not mutually exclusive and can be selected for simultaneously

Poultry Science, 88, Suppl 1, 2

WYLIE, L. M. & HOCKING, P. M. (1999):

Effect of lowering dietary protein concentration on feathering in modern and traditional turkeys
British Poultry Science 40, S1, 60–61

ZDUNCZYK, Z., JANKOWSKI, J., MIKULSKI, D., PRZYBYLSKA-GORNOWICZ, B., SOSNOWSKA, E., JUSKIEWICZ, J. (2013):

Gastrointestinal morphology and function in turkeys fed diets diluted with whole grain wheat
Poultry Science, 92, 7, 1799-1811

ZENTEK, J & JEROCH H. (2013):

Jeroch, H., Simon, A., Zentek, J (Hrsg.): Geflügelernährung

Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2.3, 73

ZYLLA-BLUM, B. (1993):

Zu Abstammung, Herkunft, Haltung, Verhalten und einigen Verhaltensstörungen des Truthuhnes (Meleagris gallopavo L., 1758): eine bewertende Literaturübersicht

München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fakultät, Dissertation

10 Anhang

10.1 Gemittelte Werte je Betrieb

Tabelle 12: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 1

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 2 ± 2 G-: 16 ± 27	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 15 ± 10 G-: 29 ± 22	G+: 0 ± 0 G-: 2 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 14 ± 17 G-: 12 ± 19	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 20 ± 16 G-: 33 ± 20	G+: 0 ± 0 G-: 2 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 29 ± 22 G-: 17 ± 19	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 26 ± 21 G-: 24 ± 24	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 1	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 6 ± 4 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 21 ± 24 G-: 25 ± 16	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 13 ± 10 G-: 8 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 2 ± 3 G-: 2 ± 3	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 24 ± 13 G-: 25 ± 3	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 6 ± 4 G-: 8 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 43 ± 20 G-: 35 ± 25	G+: 2 ± 4 G-: 9 ± 16	G+: 14 ± 21 G-: 5 ± 4	G+: 17 ± 27 G-: 7 ± 8	G+: 4 ± 2 G-: 5 ± 6	G+: 963 ± 1271 G-: 2000 ± 3260	G+: 0 ± 0 G-: 75 ± 160	G+: 6 ± 10 G-: 97 ± 205
Jejuno-ileum	G+: 74 ± 22 G-: 59 ± 22	G+: 3 ± 6 G-: 4 ± 7	G+: 0 ± 0 G-: 6 ± 10	G+: 0 ± 0 G-: 6 ± 9	G+: 11 ± 6 G-: 8 ± 4	G+: 22000 ± 29141 G-: 14161 ± 20962	G+: 0 ± 0 G-: 45 ± 91	G+: 7 ± 14 G-: 364 ± 976
Caecum	G+: 66 ± 5 G-: 68 ± 20	G+: 14 ± 7 G-: 31 ± 15	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 8 ± 3 G-: 7 ± 4	G+: 4593 ± 10080 G-: 12769 ± 11982	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 1	G+: 145 ± 148 G-: 57907 ± 61123

Tabelle 13: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 2

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 10 ± 9 G-: 12 ± 24	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 22 ± 18 G-: 30 ± 21	G+: 3 ± 4 G-: 5 ± 5	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 16 ± 20 G-: 39 ± 30	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 27 ± 27 G-: 41 ± 22	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 17 ± 17 G-: 25 ± 9	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 20 ± 8 G-: 19 ± 13	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 10 ± 11 G-: 2 ± 3	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 32 ± 12 G-: 18 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 13 ± 5 G-: 32 ± 20	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 5 ± 10 G-: 10 ± 20	G+: 5 ± 4 G-: 5 ± 3	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 35 ± 24 G-: 35 ± 17	G+: 4 ± 5 G-: 0 ± 1	G+: 10 ± 20 G-: 0 ± 0	G+: 11 ± 8 G-: 12 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 47 ± 21 G-: 34 ± 26	G+: 22 ± 17 G-: 3 ± 6	G+: 3 ± 3 G-: 5 ± 5	G+: 10 ± 20 G-: 0 ± 0	G+: 16 ± 9 G-: 12 ± 4	G+: 6 ± 23 G-: 905 ± 1119	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 1 G-: 10 ± 7
Jejuno-ileum	G+: 71 ± 24 G-: 72 ± 4	G+: 12 ± 11 G-: 10 ± 15	G+: 1 ± 2 G-: 1 ± 1	G+: 10 ± 20 G-: 0 ± 0	G+: 30 ± 8 G-: 18 ± 6	G+: 8473 ± 14811 G-: 4760 ± 4543	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 43 ± 36 G-: 13 ± 10
Caecum	G+: 69 ± 14 G-: 57 ± 17	G+: 45 ± 4 G-: 31 ± 21	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 16 ± 5 G-: 10 ± 7	G+: 17240 ± 22937 G-: 38667 ± 37211	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 120 ± 40 G-: 2369 ± 3700

Tabelle 14: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 3

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 2 ± 2 G-: 70 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 6 ± 8 G-: 70 ± 0	G+: 1 ± 2 G-: 10 ± 12	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 10 ± 9 G-: 26 ± 26	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 20 ± 10 G-: 34 ± 18	G+: 3 ± 6 G-: 4 ± 8	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 34 ± 18 G-: 27 ± 21	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 34 ± 21 G-: 33 ± 9	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 10 ± 10 G-: 15 ± 27	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 22 ± 21 G-: 22 ± 28	G+: 0 ± 0 G-: 4 ± 8	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 9 ± 8 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 4 ± 8 G-: 0 ± 0	G+: 3 ± 1 G-: 1 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 22 ± 13 G-: 4 ± 5	G+: 1 ± 2 G-: 5 ± 10	G+: 0 ± 0 G-: 14 ± 28	G+: 14 ± 13 G-: 10 ± 6	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 63 ± 7 G-: 63 ± 9	G+: 5 ± 10 G-: 0 ± 0	G+: 10 ± 11 G-: 6 ± 6	G+: 4 ± 8 G-: 0 ± 0	G+: 13 ± 5 G-: 10 ± 4	G+: 115 ± 220 G-: 1635 ± 3104	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 1 ± 3 G-: 4 ± 4
Jejun- ileum	G+: 34 ± 25 G-: 35 ± 15	G+: 11 ± 10 G-: 4 ± 6	G+: 8 ± 7 G-: 1 ± 2	G+: 12 ± 15 G-: 0 ± 0	G+: 9 ± 11 G-: 14 ± 8	G+: 1015 ± 1410 G-: 5589 ± 10210	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 7 ± 8 G-: 1 ± 2
Caecum	G+: 67 ± 12 G-: 66 ± 14	G+: 44 ± 6 G-: 16 ± 10	G+: 5 ± 6 G-: 0 ± 0	G+: 10 ± 20 G-: 10 ± 20	G+: 11 ± 8 G-: 6 ± 4	G+: 10630 ± 15657 G-: 11861 ± 24591	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 182 ± 91 G-: 130 ± 87

Tabelle 15: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 4

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 1 ± 1 G-: 27 ± 25	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 17 ± 15 G-: 33 ± 32	G+: 0 ± 0 G-: 5 ± 10	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 15 ± 11 G-: 19 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 19 ± 13 G-: 32 ± 12	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 41 ± 20 G-: 26 ± 22	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 33 ± 23 G-: 29 ± 23	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 8 ± 11 G-: 9 ± 9	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 41 ± 4 G-: 24 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 20 ± 15 G-: 28 ± 24	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 14 ± 22	G+: 4 ± 2 G-: 2 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 32 ± 16 G-: 21 ± 16	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 11 ± 22	G+: 11 ± 2 G-: 5 ± 3	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 32 ± 15 G-: 33 ± 17	G+: 6 ± 10 G-: 11 ± 17	G+: 2 ± 3 G-: 3 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 5 ± 4 G-: 11 ± 15	G+: 1747 ± 2489 G-: 135 ± 226	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 3 ± 5 G-: 2 ± 4
Jejuno-ileum	G+: 45 ± 19 G-: 52 ± 28	G+: 2 ± 3 G-: 10 ± 18	G+: 1 ± 1 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 8 ± 16	G+: 22 ± 17 G-: 8 ± 8	G+: 21387 ± 29368 G-: 19519 ± 31185	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 2072 ± 4485 G-: 5 ± 7
Caecum	G+: 72 ± 13 G-: 58 ± 7	G+: 29 ± 17 G-: 29 ± 10	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 40 ± 0 G-: 40 ± 0	G+: 8 ± 0 G-: 8 ± 0	G+: 35182 ± 28268 G-: 37078 ± 34970	G+: 0 ± 0 G-: 3 ± 9	G+: 1488 ± 1868 G-: 5334 ± 7895

Tabelle 16: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 5

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 8 ± 6 G-: 20 ± 25	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 27 ± 19 G-: 40 ± 15	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 7 ± 3 G-: 24 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 17 ± 18 G-: 27 ± 11	G+: 5 ± 10 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 39 ± 9 G-: 30 ± 7	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 49 ± 8 G-: 34 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 8 ± 16 G-: 53 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 21 ± 17 G-: 46 ± 8	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 22 ± 14 G-: 19 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 8 ± 16	G+: 6 ± 5 G-: 6 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 25 ± 12 G-: 28 ± 12	G+: 1 ± 2 G-: 3 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 12 ± 6 G-: 10 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 55 ± 14 G-: 68 ± 13	G+: 56 ± 5 G-: 30 ± 28	G+: 9 ± 4 G-: 9 ± 7	G+: 0 ± 0 G-: 12 ± 24	G+: 20 ± 6 G-: 18 ± 7	G+: 590 ± 960 G-: 325 ± 541	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 3	G+: 2 ± 5 G-: 16 ± 18
Jejuno-ileum	G+: 71 ± 19 G-: 79 ± 19	G+: 32 ± 11 G-: 34 ± 18	G+: 2 ± 2 G-: 8 ± 6	G+: 14 ± 28 G-: 12 ± 15	G+: 35 ± 12 G-: 18 ± 6	G+: 3916 ± 6079 G-: 7365 ± 23235	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 2	G+: 36 ± 71 G-: 77 ± 168
Caecum	G+: 64 ± 10 G-: 42 ± 25	G+: 40 ± 8 G-: 35 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 32 ± 16 G-: 32 ± 16	G+: 6 ± 3 G-: 8 ± 0	G+: 77692 ± 62898 G-: 65782 ± 44320	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 1347 ± 2255 G-: 6191 ± 13385

Tabelle 17: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 6

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 17 ± 15 G-: 47 ± 21	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 13 ± 16 G-: 36 ± 26	G+: 3 ± 3 G-: 2 ± 3	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 15 ± 8 G-: 21 ± 18	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 27 ± 14 G-: 12 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 15 ± 13 G-: 24 ± 19	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 19 ± 10 G-: 31 ± 21	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 10 ± 11 G-: 13 ± 19	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 18 ± 18 G-: 7 ± 7	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 15 ± 9 G-: 28 ± 19	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 2 ± 3 G-: 3 ± 3	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 25 ± 9 G-: 30 ± 14	G+: 3 ± 4 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 12 ± 9 G-: 13 ± 5	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 58 ± 20 G-: 60 ± 15	G+: 47 ± 19 G-: 38 ± 18	G+: 5 ± 5 G-: 9 ± 6	G+: 5 ± 10 G-: 5 ± 10	G+: 13 ± 8 G-: 22 ± 8	G+: 289 ± 708 G-: 285 ± 489	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 8 ± 12 G-: 20 ± 23
Jejuno-ileum	G+: 66 ± 8 G-: 79 ± 12	G+: 32 ± 18 G-: 34 ± 18	G+: 4 ± 5 G-: 2 ± 2	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 23 ± 10 G-: 15 ± 5	G+: 13994 ± 26401 G-: 3050 ± 5829	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 159 ± 310 G-: 3 ± 5
Caecum	G+: 49 ± 16 G-: 58 ± 7	G+: 47 ± 3 G-: 50 ± 5	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 40 ± 0 G-: 40 ± 0	G+: 8 ± 0 G-: 8 ± 0	G+: 8539 ± 18301 G-: 15453 ± 15896	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 100 ± 0 G-: 8567 ± 11607

Tabelle 18: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 7

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

* Der Mittelwert beträgt 0,1, gerundet ergibt sich 0; in Betrieb 7 gab es ein Tier mit positiven Clostridriennachweis im Jejunioileum.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 21 ± 20 G-: 20 ± 24	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 27 ± 13 G-: 21 ± 16	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 30 ± 22 G-: 2 ± 3	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 30 ± 25 G-: 35 ± 11	G+: 1 ± 1 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 34 ± 22 G-: 25 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 25 ± 17 G-: 25 ± 11	G+: 1 ± 1 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 12 ± 6 G-: 6 ± 7	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 29 ± 13 G-: 26 ± 18	G+: 0 ± 1 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 19 ± 13 G-: 1 ± 2	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 1 ± 1 G-: 8 ± 16	G+: 4 ± 4 G-: 3 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 17 ± 9 G-: 18 ± 13	G+: 0 ± 0 G-: 2 ± 3	G+: 10 ± 20 G-: 0 ± 0	G+: 10 ± 8 G-: 11 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 51 ± 11 G-: 20 ± 20	G+: 23 ± 20 G-: 10 ± 20	G+: 16 ± 14 G-: 3 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 17 ± 10 G-: 6 ± 5	G+: 1800 ± 3168 G-: 2675 ± 4336	G+: 0 ± 0 G-: 6 ± 10	G+: 38 ± 163 G-: 19851 ± 35753
Jejuno-ileum	G+: 83 ± 10 G-: 23 ± 30	G+: 25 ± 16 G-: 12 ± 15	G+: 4 ± 3 G-: 1 ± 2	G+: 4 ± 8 G-: 0 ± 0	G+: 17 ± 8 G-: 9 ± 5	G+: 20550 ± 25206 G-: 19650 ± 32718	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0*	G+: 5 ± 9 G-: 9947487 ± 16574239
Caecum	G+: 60 ± 5 G-: 66 ± 12	G+: 48 ± 3 G-: 32 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 40 ± 0 G-: 40 ± 0	G+: 8 ± 0 G-: 8 ± 0	G+: 70000 ± 25981 G-: 52333 ± 31920	G+: 0 ± 0 G-: 20 ± 22	G+: 2559 ± 3773 G-: 12811 ± 15310

Tabelle 19: Gemittelte Untersuchungsbefunde von Haut und Darm in Betrieb 8

Die Zahlenwerte sind dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung der jeweils 5 Tiere; für die Zahlenwerte je Tier (Rohdaten) wird auf Kapitel 10.3.3 verwiesen. Für die Werte der Auswertung der dermalen Umgebung der Federfollikel siehe Tabelle 9 und für die Scores der Pankreata siehe Tabelle 10. Die Zahlenwerte stellen Infiltrations-/Veränderungsgrade dar, mit Ausnahme der bakteriologischen Untersuchungen (Gesamtkeimzahl, Clostridien, Coliforme), welche in der Einheit KbE/g Chymus angegeben sind.

G + = Gefieder ⊕ Puten, G- = Gefieder ⊖ Puten; n.d. = nicht durchgeführt / nicht bestimmt.

	Branching Krypten	heterophile Granulozyten	Lymphozyten in follikulärer Anordnung	Lymphozyten diffus	Lymphozyten in Gruppe	Gesamtkeimzahl	Clostridien	Coliforme
Stirnzapfen	n.d.	G+: 0 ± 0 G-: 34 ± 30	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 13 ± 9 G-: 38 ± 18	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Hals	n.d.	G+: 6 ± 3 G-: 36 ± 26	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 16 ± 12 G-: 37 ± 23	G+: 1 ± 2 G-: 1 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Brust	n.d.	G+: 6 ± 7 G-: 14 ± 19	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 33 ± 11 G-: 17 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 1 ± 2	n.d.	n.d.	n.d.
Schulter	n.d.	G+: 2 ± 2 G-: 1 ± 2	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 10 ± 8 G-: 15 ± 23	G+: 2 ± 3 G-: 0 ± 0	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-Haut	n.d.	G+: 18 ± 17 G-: 24 ± 17	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 5 ± 4 G-: 8 ± 6	n.d.	n.d.	n.d.
Kloake-SH	n.d.	G+: 32 ± 18 G-: 36 ± 14	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 16 ± 4 G-: 14 ± 4	n.d.	n.d.	n.d.
Duodenum	G+: 6 ± 7 G-: 22 ± 23	G+: 2 ± 3 G-: 10 ± 20	G+: 9 ± 12 G-: 8 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 3 ± 4 G-: 3 ± 6	G+: 241 ± 336 G-: 1753 ± 3243	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 33 ± 30 G-: 33 ± 50
Jejuno-ileum	G+: 84 ± 8 G-: 78 ± 12	G+: 6 ± 4 G-: 15 ± 11	G+: 1 ± 3 G-: 2 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 6 ± 11	G+: 19 ± 7 G-: 18 ± 7	G+: 2187 ± 6152 G-: 9939 ± 15787	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 17144 ± 32860 G-: 21005 ± 42154
Caecum	G+: 62 ± 16 G-: 60 ± 12	G+: 38 ± 7 G-: 29 ± 4	G+: 0 ± 0 G-: 0 ± 0	G+: 40 ± 0 G-: 40 ± 0	G+: 8 ± 0 G-: 8 ± 0	G+: 5859 ± 5269 G-: 17764 ± 12282	G+: 14 ± 17 G-: 18 ± 28	G+: 1882 ± 2809 G-: 27825 ± 37959

10.2 Zusätzliche Abbildungen

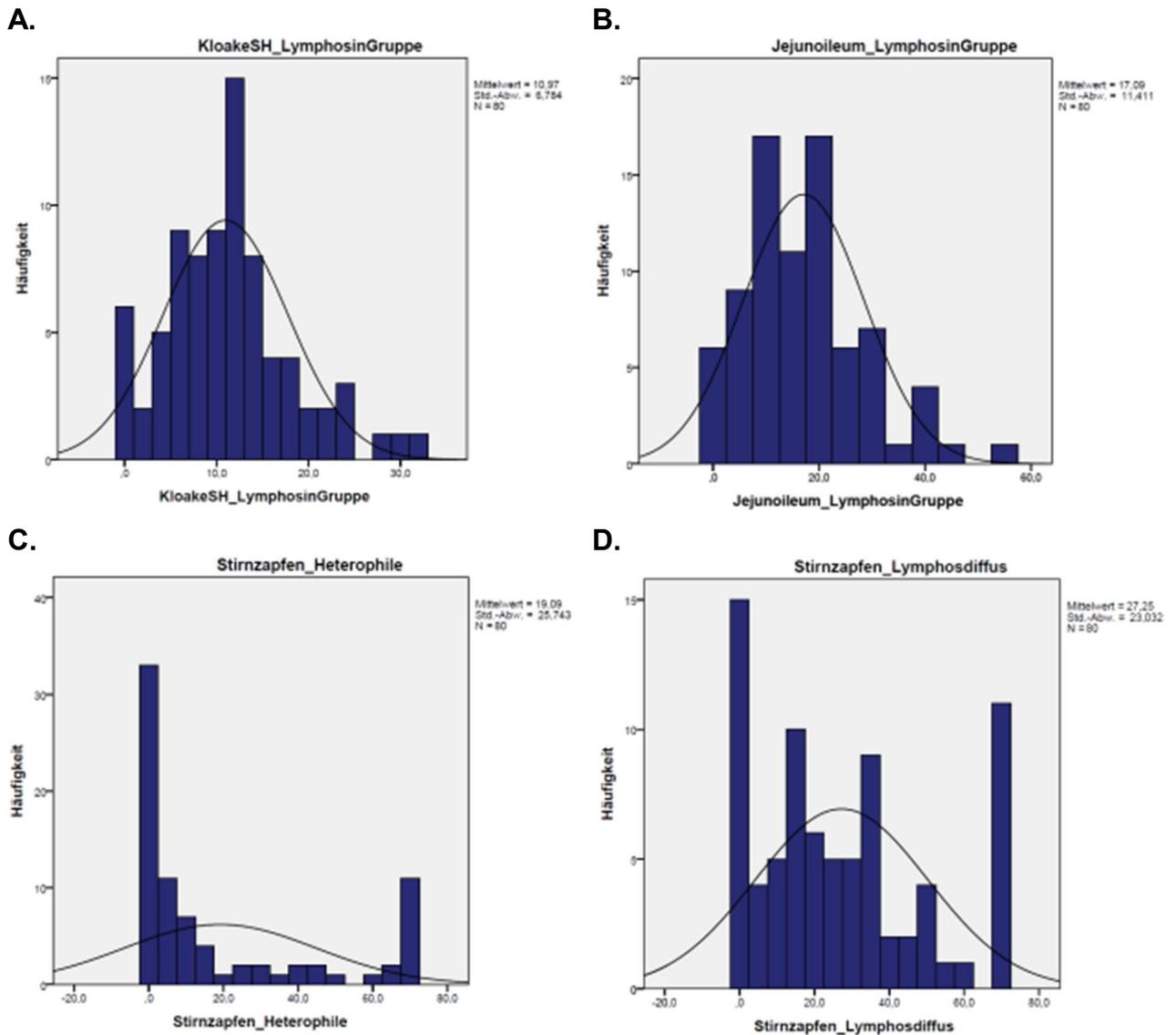


Abbildung 32: Überprüfung der Verteilung der Infiltrationsgrade auf Vorliegen einer Normalverteilung

(A. – B.) annähernde Normalverteilung der Daten, (C. – D.) keine Normalverteilung der Daten.

Die blauen Balken stellen dabei die gebinneten Infiltrationsgrade der 80 Tiere bzgl. der entsprechenden Hautstelle und dem entsprechenden Immunzellen-Typ (z. B. Kloake-Schleimhaut, Lymphozyten in Gruppe) als Histogramm dar. Hautstelle und Immunzellen-Typ sind durch einen Unterstrich getrennt (Stirnzapfen_Heterophile). Die schwarze Linie zeigt die Normalverteilung, die sich an Hand des Mittelwertes und der Standardabweichung (jeweils rechts oben) der Daten ergeben würde.

Abkürzungen: Heterophile, heterophile Granulozyten; Kloake-SH, Kloake-Schleimhaut; Lymphosdiffus, Lymphozyten in diffuser Anordnung; LymphosinGruppe, Lymphozyten vorkommend in Gruppen.

10.3 Unabhängige Überprüfung der Statistik

10.3.1 Bescheinigung von Lukas Holzmeier, Lutterstraße 30, 33617 Bielefeld

Freie Universität Berlin
Institut für Geflügelkrankheiten
und
Institut für Tierpathologie

Bescheinigung

Mir wurden die Primärdaten aus der Dissertation (Entwurf) der FU Berlin zum Thema „Korrelation zwischen intestinaler Mikrobiota und Federpicken einerseits und Federverlusten bei Mastputen andererseits“ von Lara Elisabeth Jaeger zur statistischen Berechnung zur Verfügung gestellt. Die Primärdaten bezogen sich auf histologische und mikrobiologische Daten aus verschiedenen Organsystemen von 80 Puten bezogen auf die Darmabschnitte Duodenun, Jenunoileum, Caecum und auf die Haut.

Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in der Anlage aufgeführt.

Bielefeld, den 7. Juni 2017

10.3.2 Testergebnisse

```
T-TEST GROUPS=Gruppe(1 2)
/MISSING=ANALYSIS
/VARIABLES=KloakeSH_LymphosinGruppeJejunoileum_LymphosinGruppe
/CRITERIA=CI(.95).
```

T-Test

Gruppenstatistiken

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
KloakeSH_LymphosinGruppe	G	40	11,575	8,0444	1,2719
	K	40	10,375	5,2706	,8333
Jejunoileum_LymphosinGruppe	G	40	20,750	13,3335	2,1082
	K	40	13,425	7,6456	1,2089

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die ...
		F	Signifikanz	T
KloakeSH_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	4,074	,047	,789
	Varianzen sind nicht gleich			,789
Jejunoileum_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	11,090	,001	3,014
	Varianzen sind nicht gleich			3,014

Test bei unabhängigen Stichproben

		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
		df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz
KloakeSH_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	78	,432	1,2000
	Varianzen sind nicht gleich	67,273	,433	1,2000
Jejunoileum_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	78	,003	7,3250
	Varianzen sind nicht gleich	62,145	,004	7,3250

Test bei unabhängigen Stichproben

		T-Test für die Mittelwertgleichheit	
		Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzinterv..
			Untere
KloakeSH_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	1,5206	-1,8273
	Varianzen sind nicht gleich	1,5206	-1,8349
Jejunoileum_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	2,4302	2,4868
	Varianzen sind nicht gleich	2,4302	2,4673

Test bei unabhängigen Stichproben

		T-Test für die Mittelwertgleichh..
		95% Konfidenzintervall..
		Obere
KloakeSH_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	4,2273
	Varianzen sind nicht gleich	4,2349
Jejunoileum_LymphosinGruppe	Varianzen sind gleich	12,1632
	Varianzen sind nicht gleich	12,1827

NPAR TESTS

/M-W= Stirnzapfen_HeterophileStirnzapfen_LymphfollikelStirnzapfen_Lymphosdiffus

Stirnzapfen_LymphosinGruppeHals_HeterophileHals_LymphfollikelHals_Lymphosdiffus

Hals_LymphosinGruppeBrust_HeterophileBrust_LymphfollikelBrust_Lymphosdiffus

Brust_LymphosinGruppeSchulter_HeterophileSchulter_LymphfollikelSchulter_Lymphosdiffus

Schulter_LymphosinGruppeKloakeHaut_HeterophileKloakeHaut_LymphfollikelKloakeHaut_Lymphosdiffus

KloakeHaut_LymphosinGruppeKloakeSH_HeterophileKloakeSH_LymphfollikelKloakeSH_Lymphosdiffus

Duodenum_BranchingDuodenum_ClostridienDuodenum_HeterophileDuodenum_Lymphfollikel

Duodenum_LymphosdiffusDuodenum_LymphosinGruppeDuodenum_Peritoneumfreie

Duodenum_PeritoneuminGefaessenJejunoileum_BranchingJejunoileum_Clostr

Seite 2

```

idien Jejunoileum_Coliforme
  Jejunoileum_HeterophileJejunoileum_LymphfollikelJejunoileum_Lymphosdi
ffus
  Jejunoileum_PeritoneumfreieJejunoileum_PeritoneuminGefaesserCaecum_Br
anching Caecum_Clostridien
  Caecum_HeterophileCaecum_LymphfollikelCaecum_LymphosdiffusCaecum_Lym
phosinGruppe
  Caecum_PeritoneumfreieCaecum_PeritoneuminGefaesserBY Gruppe(1 2)
/MISSING ANALYSIS.
    
```

Univariat

ONEWAY deskriptive Statistiken

Jejunoileum_LymphosinGruppe

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert	
					Untergrenze	Obergrenze
G	40	20,750	13,3335	2,1082	16,486	25,014
K	40	13,425	7,6456	1,2089	10,980	15,870
Gesamt	80	17,088	11,4108	1,2758	14,548	19,627

ONEWAY deskriptive Statistiken

Jejunoileum_LymphosinGruppe

	Minimum	Maximum
G	,0	53,0
K	,0	32,0
Gesamt	,0	53,0

Einfaktorielle ANOVA

Jejunoileum_LymphosinGruppe

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	1073,113	1	1073,113	9,085	,003
Innerhalb der Gruppen	9213,275	78	118,119		
Gesamt	10286,387	79			

Robuste Testverfahren zur Prüfung auf Gleichheit der Mittelwerte

Jejunioileum_LymphosinGruppe

	Statistik ^a	df1	df2	Sig.
Welch-Test	9,085	1	62,145	,004

a. Asymptotisch F-verteilt

Nichtparametrische Tests

Mann-Whitney-Test

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Stirnzapfen_Heterophile	G	40	31,89	1275,50
	K	40	49,11	1964,50
	Gesamt	80		
Stirnzapfen_Lymphfollikel	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		
Stirnzapfen_Lymphosidiffus	G	40	31,48	1259,00
	K	40	49,53	1981,00
	Gesamt	80		
Stirnzapfen_LymphosinGruppe	G	40	38,25	1530,00
	K	40	42,75	1710,00
	Gesamt	80		
Hals_Heterophile	G	40	38,39	1535,50
	K	40	42,61	1704,50
	Gesamt	80		
Hals_Lymphfollikel	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		
Hals_Lymphosidiffus	G	40	34,93	1397,00
	K	40	46,08	1843,00
	Gesamt	80		
Hals_LymphosinGruppe	G	40	42,36	1694,50
	K	40	38,64	1545,50
	Gesamt	80		

Ränge				
	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Brust_Heterophile	G	40	41,93	1677,00
	K	40	39,08	1563,00
	Gesamt	80		
Brust_Lymphfollikel	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		
Brust_Lymphosdiffus	G	40	42,64	1705,50
	K	40	38,36	1534,50
	Gesamt	80		
Brust_LymphosinGruppe	G	40	39,88	1595,00
	K	40	41,13	1645,00
	Gesamt	80		
Schulter_Heterophile	G	40	42,15	1686,00
	K	40	38,85	1554,00
	Gesamt	80		
Schulter_Lymphfollikel	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		
Schulter_Lymphosdiffus	G	40	41,49	1659,50
	K	40	39,51	1580,50
	Gesamt	80		
Schulter_LymphosinGruppe	G	40	41,41	1656,50
	K	40	39,59	1583,50
	Gesamt	80		
KloakeHaut_Heterophile	G	40	42,39	1695,50
	K	40	38,61	1544,50
	Gesamt	80		
KloakeHaut_Lymphfollikel	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		
KloakeHaut_Lymphosdiffus	G	40	39,36	1574,50
	K	40	41,64	1665,50
	Gesamt	80		
KloakeHaut_LymphosinGruppe	G	40	41,74	1669,50
	K	40	39,26	1570,50
	Gesamt	80		

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
KloakeSH_Heterophile	G	40	41,31	1652,50
	K	40	39,69	1587,50
	Gesamt	80		
KloakeSH_Lymphfollikel	G	40	40,56	1622,50
	K	40	40,44	1617,50
	Gesamt	80		
KloakeSH_Lymphosdiffus	G	40	40,45	1618,00
	K	40	40,55	1622,00
	Gesamt	80		
Duodenum_Branching	G	40	41,19	1647,50
	K	40	39,81	1592,50
	Gesamt	80		
Duodenum_Clostridien	G	40	37,50	1500,00
	K	40	43,50	1740,00
	Gesamt	80		
Duodenum_Heterophile	G	40	43,96	1758,50
	K	40	37,04	1481,50
	Gesamt	80		
Duodenum_Lymphfollikel	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		
Duodenum_Lymphosdiffus	G	40	41,08	1643,00
	K	40	39,93	1597,00
	Gesamt	80		
Duodenum_LymphosinGruppe	G	40	41,61	1664,50
	K	40	39,39	1575,50
	Gesamt	80		
Duodenum_Peritoneumfreie	G	40	39,98	1599,00
	K	40	41,03	1641,00
	Gesamt	80		
Duodenum_PeritoneuminGefaessen	G	40	40,51	1620,50
	K	40	40,49	1619,50
	Gesamt	80		
Jejunoleum_Branching	G	40	42,84	1713,50
	K	40	38,16	1526,50
	Gesamt	80		

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Jejunioileum_Clostridien	G	40	38,50	1540,00
	K	40	42,50	1700,00
	Gesamt	80		
Jejunioileum_Coliforme	G	40	43,95	1758,00
	K	40	37,05	1482,00
	Gesamt	80		
Jejunioileum_Heterophile	G	40	41,38	1655,00
	K	40	39,63	1585,00
	Gesamt	80		
Jejunioileum_Lymphfollikel	G	40	42,28	1691,00
	K	40	38,73	1549,00
	Gesamt	80		
Jejunioileum_Lymphosdiffus	G	40	40,14	1605,50
	K	40	40,86	1634,50
	Gesamt	80		
Jejunioileum_Peritoneumfreie	G	40	37,95	1518,00
	K	40	43,05	1722,00
	Gesamt	80		
Jejunioileum_Peritoneumin Gefaessen	G	40	36,66	1466,50
	K	40	44,34	1773,50
	Gesamt	80		
Caecum_Branching	G	40	42,24	1689,50
	K	40	38,76	1550,50
	Gesamt	80		
Caecum_Clostridien	G	40	37,33	1493,00
	K	40	43,68	1747,00
	Gesamt	80		
Caecum_Heterophile	G	40	45,10	1804,00
	K	40	35,90	1436,00
	Gesamt	80		
Caecum_Lymphfollikel	G	40	41,50	1660,00
	K	40	39,50	1580,00
	Gesamt	80		
Caecum_Lymphosdiffus	G	40	40,50	1620,00
	K	40	40,50	1620,00
	Gesamt	80		

Ränge

	Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Caecum_LymphosinGruppe	G	40	44,03	1761,00
	K	40	36,98	1479,00
	Gesamt	80		
Caecum_Peritoneumfreie	G	40	38,95	1558,00
	K	40	42,05	1682,00
	Gesamt	80		
Caecum_PeritoneuminGefassen	G	40	40,65	1626,00
	K	40	40,35	1614,00
	Gesamt	80		

Statistik für Test^a

	Stirnzapfen_Heterophile	Stirnzapfen_Lymphfollikel	Stirnzapfen_Lymphosdiffus	Stirnzapfen_LymphosinGruppe
Mann-Whitney-U	455,500	800,000	439,000	710,000
Wilcoxon-W	1275,500	1620,000	1259,000	1530,000
Z	-3,373	,000	-3,487	-1,240
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,001	1,000	,000	,215

Statistik für Test^a

	Hals_Heterophile	Hals_Lymphfollikel	Hals_Lymphosdiffus	Hals_LymphosinGruppe
Mann-Whitney-U	715,500	800,000	577,000	725,500
Wilcoxon-W	1535,500	1620,000	1397,000	1545,500
Z	-,816	,000	-2,150	-1,248
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,414	1,000	,032	,212

Statistik für Test^a

	Brust_Heterophile	Brust_Lymphfollikel	Brust_Lymphosdiffus	Brust_LymphosinGruppe
Mann-Whitney-U	743,000	800,000	714,500	775,000
Wilcoxon-W	1563,000	1620,000	1534,500	1595,000
Z	-,549	,000	-,824	-,491
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,583	1,000	,410	,624

Statistik für Test^a

	Schulter_Heterophile	Schulter_Lymphfollikel	Schulter_Lymphosdiffus	Schulter_LymphosinGruppe
Mann-Whitney-U	734,000	800,000	760,500	763,500
Wilcoxon-W	1554,000	1620,000	1580,500	1583,500
Z	-,661	,000	-,382	-,769
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,508	1,000	,703	,442

Statistik für Test^a

	KloakeHaut_Heterophile	KloakeHaut_Lymphfollikel	KloakeHaut_Lymphosdiffus	KloakeHaut_LymphosinGruppe
Mann-Whitney-U	724,500	800,000	754,500	750,500
Wilcoxon-W	1544,500	1620,000	1574,500	1570,500
Z	-,729	,000	-,841	-,485
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,466	1,000	,400	,628

Statistik für Test^a

	KloakeSH_Heterophile	KloakeSH_Lymphfollikel	KloakeSH_Lymphosdiffus	Duodenum_Branching
Mann-Whitney-U	767,500	797,500	798,000	772,500
Wilcoxon-W	1587,500	1617,500	1618,000	1592,500
Z	-,314	-,039	-,051	-,266
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,753	,969	,959	,790

Statistik für Test^a

	Duodenum_Clostridien	Duodenum_Heterophile	Duodenum_Lymphfollikel	Duodenum_Lymphosdiffus
Mann-Whitney-U	680,000	661,500	800,000	777,000
Wilcoxon-W	1500,000	1481,500	1620,000	1597,000
Z	-2,528	-1,426	,000	-,345
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,011	,154	1,000	,730

Statistik für Test^a

	Duodenum_Ly mphosinGruppe	Duodenum_Per itoneumfreie	Duodenum_Per itoneuminGefae ssen	Jejunoileum_Br anching
Mann-Whitney-U	755,500	779,000	799,500	706,500
Wilcoxon-W	1575,500	1599,000	1619,500	1526,500
Z	-,430	-,614	-,018	-,907
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,667	,539	,986	,365

Statistik für Test^a

	Jejunoileum_Cl ostridien	Jejunoileum_C oliforme	Jejunoileum_H eterophile	Jejunoileum_Ly mphfollikel
Mann-Whitney-U	720,000	662,000	765,000	729,000
Wilcoxon-W	1540,000	1482,000	1585,000	1549,000
Z	-2,038	-1,330	-,344	-,754
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,042	,183	,731	,451

Statistik für Test^a

	Jejunoileum_Ly mphosidiffus	Jejunoileum_Pe ritoneumfreie	Jejunoileum_Pe ritoneuminGefa essen	Caecum_Branc hing
Mann-Whitney-U	785,500	698,000	646,500	730,500
Wilcoxon-W	1605,500	1518,000	1466,500	1550,500
Z	-,233	-2,004	-1,946	-,679
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,816	,045	,052	,497

Statistik für Test^a

	Caecum_Clostri dien	Caecum_Heter ophile	Caecum_Lymp hfollikel	Caecum_Lymp hosdiffus
Mann-Whitney-U	673,000	616,000	760,000	800,000
Wilcoxon-W	1493,000	1436,000	1580,000	1620,000
Z	-1,749	-1,776	-1,423	,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,080	,076	,155	1,000

Statistik für Test^a

	Caecum_LymphosinGruppe	Caecum_Peritonumfreie	Caecum_PeritonumGefaessen
Mann-Whitney-U	659,000	738,000	794,000
Wilcoxon-W	1479,000	1558,000	1614,000
Z	-1,577	-1,088	-,065
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,115	,277	,948

a. Gruppenvariable: Gruppe

```
ONEWAY Jejunioileum_LymphosinGruppeBY Gruppe  
/STATISTICS DESCRIPTIVES WELCH  
/MISSING ANALYSIS.
```

10.3.3 Tabelle mit den Rohdaten

Gruppe G = Gefieder ⊕ Puten, Gruppe K = Gefieder ⊖ Puten; bei den Werten für die histopathologische Untersuchung (Heterophile, Lymphfollikel, Lymphos diffus, Lymphos in Gruppe, Branching) handelt es sich um Infiltrations-/Veränderungsgrade, bei denen für die bakteriologische Untersuchung (Clostridien, Coliforme, Gesamtkeimzahl) um KbE/g Chymus.

Betrieb	Gruppe	Tier	Stirnzapfen_Heterophile	Stirnzapfen_Lymphfollikel	Stirnzapfen_Lymphos diffus	Stirnzapfen_Lymphos in Gruppe	Hals_Heterophile	Hals_Lymphfollikel	Hals_Lymphos diffus	Hals_Lymphos in Gruppe	Brust_Heterophile	Brust_Lymphfollikel	Brust_Lymphos diffus	Brust_Lymphos in Gruppe	Schulter_Heterophile	Schulter_Lymphfollikel	Schulter_Lymphos diffus	Schulter_Lymphos in Gruppe	Kloake-Haut_Heterophile	Kloake-Haut_Lymphfollikel	Kloake-Haut_Lymphos diffus	Kloake-Haut_Lymphos in Gruppe	Kloake-SH_Heterophile	Kloake-SH_Lymphfollikel	Kloake-SH_Lymphos diffus	Kloake-SH_Lymphos in Gruppe	Duodenum_Branching	Duodenum_Clostridien	Duodenum_Coliforme	Duodenum_Gesamtkeimzahl
B1	G	1	6	0	33	0	18	0	23	0	10	0	10	0	10	0	50	0	27	0	0	0	37	0	0	0	60	0	nan	2675
B1	G	2	0	0	6	0	5	0	2	0	19	0	24	0	6	0	50	0	3	0	0	0	8	10	0	0	8	40	0	0
B1	G	3	3	0	13	0	3	0	12	0	60	0	60	0	10	0	6	0	21	0	0	2	22	0	0	3	50	0	22,5	2000
B1	G	4	1	0	6	0	0	0	12	0	49	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	8	60	0	3,25	25
B1	G	5	0	0	15	0	45	0	50	0	5	0	0	1	5	0	0	1	13	0	0	2	40	0	0	12	5	0	0	150
B1	K	1	2	0	35	0	50	0	20	0	24	0	20	0	0	0	21	0	12	0	0	6	24	0	0	10	40	0	0	0
B1	K	2	0	0	16	0	3	0	35	0	10	0	16	3	0	0	23	0	4	0	0	0	26	0	0	2	5	0	0	7750
B1	K	3	9	0	9	10	0	0	70	0	0	0	12	0	0	0	0	10	0	0	0	30	0	0	7	80	375	480	1125	
B1	K	4	1	0	15	0	5	0	23	0	0	0	3	2	0	0	50	0	3	0	0	5	21	0	0	7	30	0	4,5	750
B1	K	5	70	0	70	0	2	0	15	11	50	0	70	0	0	0	33	0	10	0	0	0	24	0	0	13	20	0	0	375
B2	G	1	0	0	30	10	50	0	60	0	12	0	23	0	6	0	50	0	14	0	25	4	0	50	0	40	0	0,25	0	
B2	G	2	15	0	40	0	26	0	60	0	15	0	20	0	0	0	40	0	10	0	0	2	25	12	0	16	80	0	0	0
B2	G	3	23	0	37	0	2	0	6	0	50	0	25	0	32	0	27	0	4	0	0	10	70	6	0	23	20	0	0	25
B2	G	4	10	0	0	4	0	0	0	1	6	0	5	0	6	0	30	0	20	0	0	0	30	0	0	14	60	0	1,75	0
B2	G	5	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	29	0	7	0	13	0	15	0	0	8	50	0	0	4	35	0	0	0
B2	K	1	0	0	16	3	6	0	49	0	38	0	8	0	0	0	5	0	27	0	0	4	60	2	0	13	80	0	5	2250
B2	K	2	0	0	50	13	50	0	50	0	33	0	25	0	0	0	16	0	10	0	0	6	25	0	0	12	2	0	18,5	75
B2	K	3	0	0	8	0	70	0	70	0	18	0	0	0	0	0	32	0	0	0	10	10	0	0	10	30	0	11	425	
B2	K	4	0	0	15	8	68	0	30	0	18	0	25	0	0	1	0	20	0	0	4	40	0	0	6	20	0	10,75	1500	
B2	K	5	60	0	60	0	0	0	6	0	18	0	36	0	8	0	34	0	70	0	50	0	40	0	0	18	40	0	2,25	275
B3	G	1	0	0	0	0	3	0	10	0	18	0	23	0	0	0	0	24	0	0	4	4	0	0	31	60	0	0	175	
B3	G	2	5	0	0	6	25	0	30	0	15	0	3	0	23	0	43	0	5	0	0	4	30	6	0	29	70	0	0	325
B3	G	3	1	0	12	0	10	0	30	0	67	0	67	0	20	0	50	0	10	0	20	3	24	0	0	4	65	0	0	0
B3	G	4	3	0	0	0	10	0	25	0	35	0	40	0	9	0	15	0	3	0	0	2	10	0	0	0	70	0	0,25	75
B3	G	5	0	0	20	0	0	0	6	15	35	0	35	0	0	0	0	5	0	0	2	40	0	0	6	50	0	5	0	0
B3	K	1	70	0	70	0	35	0	49	0	56	0	49	0	5	0	40	0	0	0	2	0	25	70	0	50	0	1,75	7750	
B3	K	2	70	0	70	0	70	0	0	0	8	0	36	0	1	0	1	0	0	0	4	10	0	0	13	70	0	4,5	325	
B3	K	3	70	0	70	0	0	0	48	0	25	0	25	0	70	0	70	19	0	0	0	0	0	0	0	18	70	0	3,25	0
B3	K	4	70	0	70	25	24	0	32	20	1	0	30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	12	70	0	0	0
B3	K	5	70	0	70	25	0	0	40	0	45	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	55	0	8	100
B4	G	1	2	0	15	0	0	0	20	0	60	0	60	0	12	0	40	0	3	0	0	0	2	0	0	8	50	0	3,75	2250
B4	G	2	0	0	35	0	25	0	20	0	28	0	12	0	0	0	40	0	24	0	0	3	40	0	0	13	10	0	4,25	350
B4	G	3	0	0	35	0	30	0	42	0	48	0	30	0	28	0	50	0	10	0	0	4	46	0	0	11	40	0	9	275
B4	G	4	0	0	2	0	8	0	8	0	8	0	5	0	2	0	37	0	15	0	0	5	30	0	0	11	40	0	0	3000
B4	G	5	2	0	0	0	13	0	3	0	60	0	60	0	0	0	40	0	46	0	0	6	40	0	0	12	20	0	0	5850
B4	K	1	4	0	0	0	4	0	14	0	50	0	50	0	0	0	45	0	0	0	0	10	0	0	6	35	0	6	0	0
B4	K	2	0	0	0	0	8	0	36	0	50	0	60	0	12	0	15	0	36	0	0	0	16	0	0	4	45	0	1	350
B4	K	3	70	0	70	25	25	0	25	0	4	0	12	0	9	0	20	0	6	0	0	0	40	0	0	9	40	0	0,25	150
B4	K	4	34	0	24	0	8	0	36	0	0	0	0	0	24	0	40	0	30	0	15	10	40	0	0	4	0	0	0,5	100
B4	K	5	25	0	70	0	50	0	49	0	25	0	23	0	0	0	0	0	66	0	56	0	0	0	56	0	45	0	0	75
B5	G	1	0	0	1	0	3	0	0	24	48	0	60	0	41	0	42	0	0	0	0	0	15	0	0	6	30	0	0,5	350
B5	G	2	5	0	18	0	9	0	20	0	29	0	50	0	0	3	0	14	0	0	5	16	0	0	12	65	0	0,25	25	
B5	G	3	15	0	39	0	4	0	4	0	47	0	35	0	0	19	0	30	0	0	6	40	6	0	23	70	0	0	0	0
B5	G	4	15	0	20	0	11	0	10	0	44	0	50	0	0	3	0	40	0	0	14	16	0	0	8	60	0	2	2425	
B5	G	5	4	0	56	0	8	0	49	0	26	0	50	0	0	0	40	0	24	0	0	3	40	0	0	12	50	0	9,25	150
B5	K	1	10	0	35	0	20	0	20	0	39	0	60	0	70	0	50	0	0	0	0	5	10	0	0	10	50	0	13,25	750
B5	K	2	70	0	70	0	12	0	12	0	18	0	18	0	45	0	50	0	24	0	40	4	30	9	0	9	60	3	49,25	25
B5	K	3	0	0	30	1	30	0	36	0	28	0	28	0	25	0	50	0	24	0	0	2	40	4	0	6	70	0	13	800
B5	K	4	14	0	28	0	54	0	42	0	30	0	30	0	70	0	30	0	5	0	0	7	18	0	0	6	90	3	0,75	25
B5	K	5	6	0	35	0	6	0	25	0	35	0	35	0	57	0	50	0	40	0	0	14	40	0	0	18	70	0,5	2,25	25
B6	G	1	29	0	0	8	5	0	0	1	5	0	12	0	0	0	1	0	9	0	0	3	10	0	0	10	30	0	0	25
B6	G	2	10	0	35	0	14	0	38	0	13	0	20	0	20	0	26	0	14	0	0	8	26	2	0	27	50	0	7,5	25
B6	G	3	0	0	0	4	21	0	40	0	39	0	39	0	0	3	0	30	0	0	0	22	0	0	12	50	0	0,75	125	
B6	G	4	39	0	29	0	8	0	29	0	15	0	12	0	3	0	10	0	3	0	0	36	11	0	0	90	0	27	2250	
B6	G	5	5	0	0	4	28	0	28	0	2	0	14	0	25	0	50	0	20	0	1	30	0	0	10	70	0	2,5	0	
B6	K	1	45	0	50	0	4	0	6	0	60	6	1	0	4	0	0	0	0	0	1	16	1	0	11	70	0	9,5	1100	
B6	K	2	65	0	70	0	0	0	0	10	0	5	0	0	0	3	0	20	0	0	0	38	0	0	11	30	0	54,75	175	
B6	K	3	10	0	0	8	42	0	6	0	30	0	30	0	50	0	0	6	30	0	0	8	40	0	0	22	70	0	21,25	75
B6	K	4	70	0	50	0	18	0	6	0	12	0	12	0	1	0</														

Anhang

Betrieb	Gruppe	Tier	Duodenum_Heterophile	Duodenum_Lymphfollikel	Duodenum_Lymphos diffus	Duodenum_Lymphos in Gruppe	Jejunoleum_Branching	Jejunoleum_Clostridien	Jejunoleum_Coifforme	Jejunoleum_Gesamkeimzahl	Jejunoleum_Heterophile	Jejunoleum_Lymphfollikel	Jejunoleum_Lymphos diffus	Jejunoleum_Lymphos in Gruppe	Caecum_Branching	Caecum_Clostridien	Caecum_Coifforme	Caecum_Gesamkeimzahl	Caecum_Heterophile	Caecum_Lymphfollikel	Caecum_Lymphos diffus	Caecum_Lymphos in Gruppe
B1	G	1	0	1	0	7	90	0	5,5	21500	0	0	0	8	70	0	332,5	475	23	0	0	6
B1	G	2	10	12	17	4	60	0	0,25	16500	0	0	0	11	70	0	87,5	8500	20	0	0	3
B1	G	3	0	56	70	0	40	0	5,75	5375	0	0	0	4	70	0	50	15667	2	0	0	13
B1	G	4	0	2	0	4	100	0	0	10167	0	0	0	10	60	0	25	0	10	0	0	9
B1	G	5	0	0	0	3	80	0	23,75	64000	15	0	0	23	60	0	nan	1500	16	0	0	7
B1	K	1	40	7	0	6	60	0	0	4000	0	25	23	8	70	0	117	11500	50	0	0	6
B1	K	2	0	0	0	2	20	0	0,25	70000	18	6	7	10	80	0	nan	19500	30	0	0	6
B1	K	3	3	0	0	15	65	225	2300	2600	0	0	0	0	30	1,5	101250	40000	45	0	0	7
B1	K	4	0	8	13	0	60	0	3,75	6375	0	0	0	12	70	0	nan	2250	20	0	0	3
B1	K	5	0	10	20	0	90	0	0,25	15750	0	0	0	10	90	0	nan	16000	10	0	0	14
B2	G	1	0	0	0	17	65	0	105	825	15	2	0	36	50	0	100	12000	52	0	0	9
B2	G	2	18	4	50	12	90	0	14	6300	30	4	0	40	75	0	nan	1250	48	0	0	14
B2	G	3	10	0	0	2	100	0	47,5	nan	15	0	50	22	70	0	100	19250	42	0	0	23
B2	G	4	32	9	0	29	70	0	10	150	0	0	0	31	90	0	150	41325	40	0	0	21
B2	G	5	50	4	0	20	30	0	38,75	32667	0	0	0	21	60	0	nan	12375	44	0	0	12
B2	K	1	15	5	0	19	70	0	13,25	10375	0	0	0	24	70	0	650	nan	50	0	0	8
B2	K	2	0	0	0	10	70	0	24,5	5500	10	2	0	8	70	0	9000	nan	58	0	0	23
B2	K	3	0	0	0	7	70	0	11,75	1575	2	0	0	20	30	0	1400	29250	2	0	0	4
B2	K	4	0	6	0	12	80	0	0,5	6250	40	0	0	17	70	0	225	90000	34	0	0	9
B2	K	5	0	14	0	14	70	0	12,5	100	0	2	0	22	45	0	327,5	17000	12	0	0	4
B3	G	1	0	6	0	6	5	0	9,5	3625	20	0	0	0	60	0	nan	2225	35	12	0	2
B3	G	2	0	17	20	17	65	0	5,75	300	0	4	0	30	90	0	nan	750	50	0	0	14
B3	G	3	25	0	0	8	30	0	1	0	10	4	0	4	65	0	270	23250	40	0	0	10
B3	G	4	0	0	0	12	10	0	12,5	0	0	11	25	6	60	0,5	93,75	26250	50	12	50	4
B3	G	5	0	28	0	20	60	0	4	1150	26	20	35	4	60	0	nan	675	43	0	0	25
B3	K	1	0	0	0	2	35	0	3,25	20625	15	3	0	23	70	0	190	80000	15	0	0	11
B3	K	2	0	8	0	10	20	0	2	2100	0	0	0	18	70	0	nan	0	34	0	50	0
B3	K	3	0	16	0	14	20	0	2	4500	0	0	0	0	80	0	100	7875	6	0	0	6
B3	K	4	0	4	0	14	60	0	0	300	6	4	0	18	40	0	10	5425	15	0	0	7
B3	K	5	0	0	0	8	40	0	0	150	0	0	0	9	70	0	100	75	9	0	0	8
B4	G	1	0	0	0	1	10	0	3,5	3250	3	0	0	2	90	0	3625	nan	3	0	40	8
B4	G	2	0	0	0	6	70	0	10300	40000	8	2	0	46	80	0	nan	44000	52	0	40	8
B4	G	3	25	0	0	1	45	0	6	19250	0	0	0	20	70	0	150	100000	23	0	40	8
B4	G	4	0	0	0	5	50	0	38,75	90000	0	4	0	38	70	0	nan	31000	23	0	40	8
B4	G	5	5	8	0	12	50	0	13,25	2700	0	1	0	5	50	0	18,75	15500	43	0	40	8
B4	K	1	0	0	0	2	10	0	4,25	25	0	0	0	0	70	0	820	22925	26	0	40	8
B4	K	2	0	10	0	4	65	0	0	90000	6	0	40	0	60	0	20,25	95000	16	0	40	8
B4	K	3	12	2	0	8	85	0	8,75	6625	46	0	0	20	50	0	11975	nan	28	0	40	8
B4	K	4	45	4	0	40	70	0	6,5	51000	0	0	0	14	50	0	7	17333	46	0	40	8
B4	K	5	0	0	0	0	30	0	6	925	0	0	0	6	60	13,75	13850	nan	30	0	40	8
B5	G	1	60	2	0	14	70	0	7,75	13000	30	0	0	30	60	0	100	100000	26	0	0	8
B5	G	2	50	10	0	19	90	0	0	375	30	4	0	41	50	0	5125	200000	46	0	40	8
B5	G	3	50	8	0	31	80	0	162,5	475	50	0	0	19	80	0	102,5	33333	48	0	40	0
B5	G	4	60	8	0	17	35	0	0	7750	14	2	0	30	60	0	25	95000	40	0	40	8
B5	G	5	60	16	0	21	80	0	9,75	250	34	6	70	53	70	0	97,5	30000	40	0	40	8
B5	K	1	0	8	0	9	45	0	46,5	100	27	18	0	18	30	0	975	48400	3	0	40	8
B5	K	2	0	0	0	24	80	0	16,5	1575	20	8	0	13	30	0	26000	nan	48	0	40	8
B5	K	3	50	22	0	26	100	0	321,25	100000	60	6	24	26	80	0	80	33333	50	0	40	8
B5	K	4	70	7	60	11	90	3	0	0	50	0	0	21	10	0	745	115000	30	0	0	8
B5	K	5	30	8	0	20	80	1	0,25	4625	12	6	35	10	60	0	100	100000	44	0	40	8
B6	G	1	50	6	0	19	60	0	12	20667	40	0	0	16	50	0	nan	3850	50	0	40	8
B6	G	2	70	0	25	0	80	0	2	25	50	1	0	18	65	0	nan	3875	50	0	40	8
B6	G	3	64	4	0	6	60	0	775	80000	50	14	0	41	60	0	nan	250	48	0	40	8
B6	G	4	25	14	0	22	60	0	0,25	467	15	4	0	24	20	0	100	60000	46	0	40	8
B6	G	5	25	0	0	18	70	0	7,5	100	6	0	0	14	50	0	100	450	42	0	40	8
B6	K	1	50	3	0	27	85	0	0	475	60	0	0	10	50	0	1200	52500	48	0	40	8
B6	K	2	25	12	25	7	90	0	6,5	12625	40	5	0	17	50	0	10	9000	44	0	40	8
B6	K	3	45	19	0	28	90	0	3	1800	18	0	0	14	70	0	nan	3767	50	0	40	8
B6	K	4	60	3	0	27	70	0	0	100	43	4	0	24	60	0	207,5	10375	50	0	40	8
B6	K	5	10	8	0	21	60	0	5	250	9	0	0	9	60	0	22750	19000	60	0	40	8
B7	G	1	33	0	0	23	80	0	0,75	5375	30	2	20	12	60	0	8075	37500	50	0	40	8
B7	G	2	0	5	0	19	90	0	17,5	62500	50	9	0	11	50	0	535	nan	46	0	40	8
B7	G	3	0	31	0	0	90	0	6,25	62500	6	6	0	30	65	0	450	100000	50	0	40	8
B7	G	4	50	9	0	12	65	0	0,5	75	28	1	0	11	65	0	122,5	nan	50	0	40	8
B7	G	5	33	36	0	31	90	0	1,25	14250	9	0	0	22	60	0	nan	72500	44	0	40	8
B7	K	1	0	4	0	4	0	0	87	85000	0	6	0	6	70	46,25	800	nan	23	0	40	8
B7	K	2	0	0	0	14	10	0	31750000	nan	0	0	0	6	45	22,5	29500	nan	10	0	40	8
B7	K	3	50	9	0	0	3	0,5	497,5	5000	30	1	0	13	80	4,25	63	95000	48	0	40	8
B7	K	4	0	0	0	2	20	0	1,75	1625	0	0	0	4	65	22,75	200	42500	32	0	40	8
B7	K	5	0	0	0	10	80	0	15500000	nan	30	0	0	16	70	3,75	24000	19500	47	0	40	8
B8	G	1	8	33	0	8	70	0	0,5	225	10	0	0	8	40	22,5	68,75	850	38	0	40	8
B8	G	2	0	0	0	9	90	0	29,25	25	9	0	0	18	50	0	6450	9000	32	0	40	8
B8	G	3	0	4	1	0	90	0	13125	8333	3	0	0	30	80	30	nan	12000	40	0	40	8
B8	G	4	0	6	0	0	80	0	66,25	1700	0	7	0	19	80	1	633	6500	30	0	40	8
B8	G	5	1	1	1	0	90	0	72500	nan	6	0	0	22	60	14,5	62,5	2400	50	0	40	8
B8	K	1	50	16	0	0	80	0	7525</													

11 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Hafez Mohamed Hafez, der mir ermöglicht hat und mich darin unterstützt hat, diese Arbeit in seinem Institut zu verfassen und besonders auch für seine stets gute und geduldige Unterstützung in diesem Projekt. Zusätzlich danke ich besonders Herrn Professor Dr. Achim Gruber, der mich besonders im histopathologischen Bereich gefördert hat und meine Arbeit durch einen regen fachlichen Austausch weiter reifen ließ. Ich danke ferner meinen Betreuerinnen Frau Dr. Kristin Mühldorfer und Frau Stephanie Plog, Ph. D., DECVP für die vielfältige, freundliche Unterstützung. Sie haben mich stets angehalten meinen Blick zu schärfen und bei den vielfältigen, in der Arbeit jeweils zu würdigenden Details nicht den Überblick zu verlieren. Einen entscheidenden Beitrag dazu hat das wertgeschätzte, freundliche Team in den Laboren des Geflügel- und des Pathologie Institutes beigetragen und mich zudem in den labortechnischen Arbeiten sehr unterstützt.

Ich bedanke mich im Besonderen bei Frau Dr. Julia Maasjost, Frau Katharina Rohn und Herrn Gerzon Motola Bursch für die stets freundliche Unterstützung. Danksagen möchte ich auch Herrn Lukas Holzmeier, der mich bei der statistischen Auswertung unterstützt hat.

Ebenfalls in den Dank einbeziehen möchte ich Herrn Heinz Theo Flüchten für die freundliche Unterstützung bei der Auswahl der Projektbetriebe; und natürlich auch die Landwirte, die die Tiere aus dem Bestand für die wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung gestellt haben. Wertschätzung bringe ich auch den 80 Puten zum Ausdruck, die als Mitgeschöpfe unserer Lebensumwelt zum Gegenstand dieser Untersuchungen wurden. Ich hoffe, dass meine Ergebnisse helfen, weitere Wege zu finden, um die Lebensqualität ihrer Artgenossen und vielleicht auch von anderen Nutztieren zu verbessern.

Danksagen möchte ich auch dem Land Nordrhein-Westfalen für die Finanzierung dieser Studie.

Meiner Familie und Freunden, die mich daran erinnern haben nicht aufzugeben und die immer für mich da waren.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und eigenhändig sowie ohne unerlaubte fremde Hilfe und ausschließlich unter Verwendung der aufgeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Abbildungen in dieser Arbeit wurden von mir angefertigt.

Berlin, den 16.09.2020

Lara Elisabeth Jaeger



mbvberlin mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-96729-077-6