

Auswirkungen von Genotyp, Haltungssystem und Fütterung auf den
Integumentzustand von schnabelungekürzten Putenhähnen

von

Désirée Margot Haug

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

Auswirkungen von Genotyp, Haltungssystem und Fütterung auf den
Integumentzustand von schnabelungekürzten Putenhähnen

von Désirée Margot Haug

aus Tübingen

München 2024

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians- Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Angefertigt an der Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme der Hochschule
Weihenstephan-Triesdorf

Mentor: Prof. Dr. Eggert Schmidt

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Rüdiger Korbel

Tag der Promotion: 10. Februar 2024

Meiner Familie

Die vorliegende Arbeit wurde gemäß § 6 Abs. 2 der Promotionsordnung für die Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München in kumulativer Form verfasst.

Folgende wissenschaftliche Arbeit ist in dieser Dissertationsschrift enthalten:

Publikation:

D. Haug, R. Schreiter, B. Thesing, L. Rathmann, C. Lambertz, P. Hofmann, M. Erhard, G. Bellof, E. Schmidt. **Injurious pecking in organic turkey fattening—effects of husbandry and feeding on injuries and plumage damage of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T. 6) genotype**, Poultry Science, 102, 8: 102746,

<https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102746>

Impact Factor 2022: 4.4

Link zur Publikation:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579123002651?via%3Dihub>

Eingereicht am: 13. Februar 2023

Angenommen am: 19. April 2023

Veröffentlicht online: 29. April 2023; Veröffentlicht schriftliche Ausgabe: August 2023

Weitere Veröffentlichungen von Teilergebnissen dieser Arbeit im Rahmen von Tagungen

Haug D., Thesing B., Göppel S., Born S., Schreiter R., Lambertz C., Bellof G., Schmidt E. (2022). **Feather pecking and cannibalism of non-beaktrimmed turkeys in organic husbandry.** EAAP – 73rd Annual Meeting 5. – 9. September 2022, Porto, Portugal. ISSN 1382-6077

Haug D., Thesing B., Weindl P., Hofmann P., Rathmann L., Lambertz C., Schreiter R., Bellof G., Schmidt E. (2023). **Auswirkungen einer langsam- (Auburn) und schnellwachsenden (B.U.T. 6) Herkunft auf die Pododermatitis in der ökologischen Putenmast.** 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (WiTa) 8. – 10. März 2023, Frick, Schweiz. ISBN: 9783968310558

Gender-Hinweis:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in diesem Schlussbericht das generische Maskulinum verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung – sofern nicht anders kenntlich gemacht – grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	XX
TABELLENVERZEICHNIS	XXII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XXIV
I. EINLEITUNG	1
II. LITERATURÜBERSICHT	3
1. Aktuelle Marktwirtschaft	3
2. Haltung von Mastputen	4
2.1. Konventionelle Putenhaltung	5
2.2. Ökologische Putenhaltung	6
3. Aktuell vorhandene Putengenetiken.....	8
4. Aktuelle Probleme hinsichtlich des Integumentzustandes	10
4.1. Pododermatitis	12
4.1.1. Einstreu, Haltung, Fütterung	13
4.1.2. Genetik	16
4.2. Verschmutzungen	17
4.2.1. Einstreu, Haltung, Fütterung	18
4.2.2. Genetik	18
4.3. Beschädigungspicken	19
4.3.1. Genetik	21
4.3.2. Haltung, Strukturierung, Umwultanreicherung	22
4.3.3. Fütterung	24
4.3.4. Weitere Umweltfaktoren	24
III. MATERIAL UND METHODEN.....	27
1. Tiere, Haltung und Management.....	27
1.1. Aufzucht	27
1.2. Mast	29
2. Datenerfassung	32
3. Statistische Auswertungen.....	34

IV.	PUBLIKATION.....	37
1.	Injurious pecking in organic turkey fattening - effects of husbandry and feeding on injuries and plumage damage of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T. 6) genotype.....	37
1.1.	Supplemental Material	54
V.	ERWEITERTE ERGEBNISSE	63
1.	Mortalität	63
2.	Pododermatitis.....	63
2.1.	Genotyp	64
2.2.	Haltung	65
2.3.	Fütterung	67
2.4.	Logistische Regression.....	67
3.	Verschmutzungen.....	68
3.1.	Genotyp	69
3.2.	Haltung	72
3.3.	Fütterung	74
3.4.	Logistische Regression.....	74
VI.	DISKUSSION	77
1.	Zusammenfassende Diskussion	77
1.1.	Prävalenz	77
1.2.	Genotyp	81
1.3.	Haltung	85
1.3.1.	Feststallhaltung mit Umweltsanierung.....	86
1.3.2.	Feststallhaltung ohne Umweltsanierung	88
1.3.3.	Einstreu.....	88
1.3.4.	Mobilstallhaltung mit Auslauf.....	90
1.4.	Fütterung	92
1.5.	Weitere Einflussfaktoren für Beschädigungsspicken	94
1.5.1.	Normalverhalten und Besatzdichte	94
1.5.2.	Lichtintensität und Lichtdauer.....	95
2.	Schlussfolgerung.....	96

VII.	ZUSAMMENFASSUNG.....	99
VIII.	SUMMARY	103
IX.	ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS.....	107
X.	ANHANG	121
XI.	DANKSAGUNG	123

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AKB	Außenklimabereich
B.U.T.	British United Turkeys
BBB	Broad Breast Bronze
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
EE	environmental enrichment
EU	Europäische Union
FPD	Footpad dermatitis
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
H1-	Feststallhaltung ohne Umweltsanierung
H2+	Feststallhaltung mit Umweltsanierung
H3 MS	Mobilstallhaltung
lx	Lux
NSP	Nicht-Stärke-Polysaccharide
Öko	ökologisch
p	Signifikanzniveau
PABAK	Prevalence-Adjusted Bias Adjusted Kappa
SFP	Severe feather pecking
TierSchG	Tierschutzgesetz
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
V1	Futtermittelform 1
V2	Futtermittelform 2

TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Unterschiede in der ökologischen und konventionellen Mast von Puten</i>	7
<i>Tabelle 2: Übersicht der Putenherkünfte der Zuchtunternehmen Aviagen Turkeys und Hendrix Genetics</i>	9
<i>Tabelle 3: Riboflavingehalt der Fütterungsvarianten V1 und V2 aufgeteilt nach Genotypen in den verschiedenen Phasen</i>	32
<i>Tabelle 4: Scoringschema der Pododermatitis</i>	33
<i>Tabelle 5: Scoringschema von Verschmutzungen im Bereich Brust/Flügel, Rücken und Stoß</i>	34
<i>Tabelle 6: Anwendung der binären logistischen Regression. Übersicht zur Umwandlung der ordinalen Boniturscores* in eine nominale Skalierung zur Anwendung der logistischen Regression.</i>	36
<i>Tabelle 7: Auswirkungen von Genotyp, Haltungssystem und Futtermitteldifferenz auf die Fußballendermatitis in Abhängigkeit vom Alter. Die gruppierten Werte sind als gruppierte Mediane dargestellt¹.</i>	65
<i>Tabelle 8: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Fußballendermatitis während der gesamten Mastperiode</i>	68
<i>Tabelle 9: Einfluss des Genotyps, des Haltungssystems und der Fütterungsvariante auf die Verschmutzungen (im Rücken-, Brust-/Flügel- und Stoßbereich sowie auf den Gesamtverschmutzungsscore) in Abhängigkeit vom Alter. Die gruppierten Werte sind als gruppierte Mediane dargestellt¹.</i>	71
<i>Tabelle 10: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Verschmutzungen während der Aufzucht und Mast</i>	75
<i>Tabelle 11: PABAK (prevalence-adjusted and bias-adjusted kappa) als Merkmal der Inter-Observer-Reliabilität. Die drei Beobachter (B1, B2 und B3) beurteilten das Integument von 60 Puten mit dem Gefiederverlust von fünf Körperregionen, die Verletzungen von vier Körperregionen, Gefiederverschmutzungen in drei Körperregionen und Pododermatitiden – Ergebnisse des Beobachterabgleichs.</i>	121
<i>Tabelle 12: Einfluss des Haltungssystems auf die Fußballendermatitis in Abhängigkeit von Alter und Genotyp. Die gruppierten Werte werden in Form der gruppierten Mediane dargestellt¹.</i>	121
<i>Tabelle 13: Einfluss des Haltungssystems auf die Verschmutzung (im Bereich Rücken, Brust/Flügel, Stoß und Gesamtpunktzahl) in Abhängigkeit von Alter und Genotyp. Die gruppierten Werte werden in Form der gruppierten Mediane dargestellt¹.</i>	122

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Feststallhaltung H2+ mit erhöhten Ebenen in der Aufzucht.....</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 2: Feststallhaltung H2+ mit erhöhten Ebenen und Silageboxen während der Mast</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 3: Feststallhaltung H1– während der Mast.....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 4: Mobilstallhaltung mit erhöhten Ebenen und Auslauf während der Mast</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 5: Verteilung der Varianten in den verschiedenen Stallungen.....</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 6: Einteilung der Körperregionen bei Puten.....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 7: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis während der gesamten Mastzeit</i>	<i>63</i>
<i>Abbildung 8: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis in Abhängigkeit des Genotyps während der gesamten Mastzeit.....</i>	<i>64</i>
<i>Abbildung 9: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis in Abhängigkeit vom Haltungssystem in der 20. Lebenswoche.....</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 10: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis in Abhängigkeit von Genotyp und Haltungssystem in der 20. Lebenswoche</i>	<i>67</i>
<i>Abbildung 11: Prozentualer Anteil der Scores für Verschmutzungen über die gesamte Mastperiode.....</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 12: Prozentuale Anteile der Scores für Verschmutzungen in Abhängigkeit des Genotyps über die gesamte Mastperiode</i>	<i>70</i>
<i>Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Scores für Verschmutzungen in Abhängigkeit vom Haltungssystem während der gesamten Mastperiode.....</i>	<i>72</i>
<i>Abbildung 14: Prozentualer Anteil der Scores für Verschmutzungen in Abhängigkeit des Genotyps und des Haltungssystems in der 20. Lebenswoche.....</i>	<i>73</i>
<i>Abbildung 15: Gruppiertes Median der Verschmutzungsscores, getrennt nach Futtervarianten während der gesamten Mastperiode</i>	<i>74</i>

I. EINLEITUNG

Tierschutz und Tierwohl haben in den letzten Jahren eine immer größere Bedeutung in der Putenmast erlangt, vor allem auch in der ökologischen Haltung. Dies kann zum einen auf den gesellschaftlichen Druck, Schmerzen, Leiden und Schäden der Tiere zu verhindern und deren Wohlbefinden, Gesundheit und natürliches Verhalten zu verbessern, zurückgeführt werden. Zum anderen haben Putenhalter fortlaufend mit erheblichen Verlusten aufgrund von Todesfällen und Nottötungen zu kämpfen.

Nach wie vor hat die Putenmast in Deutschland mit erheblichen gesundheitlichen Schwierigkeiten bei den Tieren zu kämpfen. Diese führen aufgrund ihrer hohen Prävalenzen zu tierschutzrelevanten Problemen. Zu diesen Problemen zählen unter anderem die Fußballendermatitis (FPD), Verletzungen, Gefiederschäden und Verschmutzungen des Gefieders sowie die Mortalität. Die Ursachen hierfür werden in einem multifaktoriellen Gefüge (Krautwald-Junghanns et al., 2017) vermutet. Eine große Rolle in diesem Ursachenkomplex spielt die genetische Disposition, die Haltung, das Management und auch das Futter.

Zur Beurteilung des Wohlergehens der Tiere bedarf es bestimmter Parameter und Indikatoren. Eine ressourcen- und managementbasierte Bewertung der Haltungs- und Umweltbedingungen, zum Beispiel Einstreumaterial und Platzangebot, wurde durch tierbezogene Indikatoren erweitert und verbessert (Butterworth, 2013). Durch diese tierbezogenen Indikatoren lässt sich das Tierwohlniveau abschätzen, indem Aspekte des Gesundheitszustandes und des Verhaltens der Tiere erfasst werden. Dadurch sind Rückschlüsse auf das Tierwohl von Haltung, Fütterung und Management möglich (Knierim et al., 2016, 2020).

Die Indikatoren sollten objektiv, praktikabel, zuverlässig und valide sein (Veissier et al., 2013). Zu diesen Indikatoren zählen unter anderem Verletzungen und Gefiederschäden, die einen Rückschluss auf Federpicken und Kannibalismus zulassen und zum anderen die FPD und Verschmutzungen, die einen Rückschluss auf die Einstreuqualität/-feuchte und Kotkonsistenz zulassen (Knierim et al., 2016). Die Datenerhebung der Tierschutzindikatoren erfolgt zum Beispiel anhand der Beurteilung des Integumentzustandes von Puten (Knierim et al., 2016, 2020). Die systematische Überwachung dieser Indikatoren ermöglicht den Tierhaltern, rechtzeitig einzuschreiten und angemessene Maßnahmen zu ergreifen, um die Lebensqualität und das Wohlergehen der Tiere zu steigern.

Die ökologische Putenmast in Deutschland macht nach wie vor nur 3,4 % der landwirtschaftlichen Putenhaltung aus (Oekolandbau, 2022). Dennoch sind auch hier die

Prävalenzen der genannten tierschutzrelevanten Probleme hoch. Zusätzlich liegen nach wie vor wenige Studien vor, in denen langsam wachsende Putenstämme (mit Ausnahme der Kelly BBB) bezüglich ihres Tierschutzstatus unter ökologischen Bedingungen bewertet werden (Olschewsky et al., 2020).

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel der vorliegenden Studie, die Prävalenz der Tierschutzindikatoren (Pododermatitis, Verschmutzungen, Verletzungen und Gefiederschäden) zu ausgewählten Zeitpunkten während der Mast zu dokumentieren. Um einen potenziellen genetischen Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlergehen der Puten feststellen zu können, wurden zwei verschiedene männliche, schnabelunkupierte Putenherkünfte untersucht. In der ökologischen Putenhaltung werden noch überwiegend schwere Zerlegerassen, wie B.U.T. 6 gemästet. Deshalb wurde diese Genetik in der vorliegenden Studie mit einer langsam wachsenden Linie (Auburn) verglichen. Des Weiteren wurden verschiedene Haltungssysteme, mit und ohne Umweltanreicherungen, der Mobilstallhaltung mit Weidegang gegenübergestellt. Ziel hierbei war es zu analysieren, welches Haltungssystem ein messbar besseres Wohlergehen der Tiere und eine Verringerung von haltungsbedingten Krankheiten und Schäden gewährleistet. Außerdem standen zwei 100 % ökologische Futtervarianten mit unterschiedlichem Riboflavingehalt in der Aufzucht zur Verfügung. Gegenstand dieser Studie war es, das Vorkommen von eventuellen fütterungsbedingten Krankheiten oder Mangelerscheinungen zu ermitteln. Ebenso sollten Möglichkeiten zur Reduktion der fütterungs- und haltungsbedingten Pododermatitis gefunden werden. Zuletzt stellte sich die Frage, welche Auswirkungen die in dieser Studie verwendeten Strukturelemente auf Beschädigungspicken, insbesondere Federpicken und Kannibalismus, haben.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Aktuelle Marktwirtschaft

Eier und Geflügelfleisch tragen aktuell mit sieben Prozent zum Produktionswert der Landwirtschaft in Deutschland bei. Im Jahr 2022 ist der Verbrauch und Verzehr von Geflügelfleisch, im Vergleich zu den Vorjahren, weiter leicht gesunken (BMEL Statistik, 2023). Während der Verzehr von Geflügelfleisch 2020 bei 13,3 kg pro Kopf lag, war er 2021 bei 13,1 kg pro Kopf. 2022 ist er weiter auf 12,7 kg pro Kopf gesunken. Als Hauptanteil des Geflügelfleisches wird weiterhin Hühnerfleisch dokumentiert. Lediglich 6,7 % des geschlachteten Geflügels sind auf Puten zurückzuführen. Des Weiteren verzeichnet auch der Außenhandel mit lebendem Geflügel 2021 erneut rückläufige Werte. Geflügelfleisch erfreut sich jedoch bei den Verbrauchern weiterhin großer Beliebtheit. Laut GfK-Haushaltspanel wurden im Jahr 2021 zwar knapp 5 % weniger Geflügelfleisch gekauft als im Rekordjahr 2020, aber immer noch 10 % mehr als im Vor-Corona-Jahr 2019 (Beck und Rudolf, 2022). Der Putenmarkt konnte in den zurückliegenden Jahren nicht vom Geflügelfleischboom profitieren. Für 2021 errechnete sich ein Verbrauch von 5,3 kg, das waren 500 g weniger als noch 2020. Der Putenmarkt litt stark unter dem coronabedingt schwachen Absatz im Außer-Haus-Verbrauch. In der Folge wurde die deutsche Bruttoeigenerzeugung zurückgefahren. Sie belief sich 2021 auf 363.000 Tonnen, das waren 7,1 % weniger als 2020. Auch die Importe schlachtreifer Puten sanken, und zwar um 4,9 %. Insbesondere aus Polen wurden weniger Tiere geliefert (Beck und Rudolf, 2022). Auch in der EU war die Geflügelfleischproduktion leicht rückläufig. Jedoch wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2022 die Produktion wieder ausgeweitet wird, und zwar um 1,2 %. Mit 13,98 Millionen Tonnen dürfte ein Rekordergebnis erreicht werden. Diese Angaben beruhen auf Prognosen zahlreicher nationaler Marktexperten, welche im November 2021 aktualisierte Schätzungen an die EU-Kommission meldeten (Beck und Rudolf, 2022).

Der Anteil an Puten haltenden Betrieben lag 2020 in Deutschland bei 7,2 %. Insgesamt lag die Anzahl der Betriebe bei 1907, wovon 133 ökologische Betriebe sind. Der Anteil an Öko-Betrieben stieg von 2016 bis 2020 von 7 % auf 9 %. Große Betriebe sind eher selten. Der Hauptanteil fällt auf kleinere Betriebe zurück, welche bis zu 49 Tiere halten. Der Schwerpunkt der Putenmast liegt auch wie die Jahre davor weiterhin in Niedersachsen (2020: 42 %).

2. Haltung von Mastputen

Für die Haltung von Puten gelten die allgemeinen Regelungen und Anforderungen des Tierschutzgesetzes (TierSchG, 2006) und der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV, 2006). In § 2 TierSchG sind die Grundforderungen nach einer artgemäßen und verhaltensgerechten Unterbringung geregelt. Die TierSchNutzV enthält Mindestanforderungen an die Haltung von Schweinen, Legehennen, Masthühnern, Rinderkälbern und Kaninchen sowie allgemeine Anforderungen an die Überwachung, Fütterung und Pflege. In den Verordnungen finden sich jedoch keine spezifischen Regelungen für Puten.

Somit gelten für Puten, abgesehen von den allgemeinen Anforderungen des TierSchG und der TierSchNutzV, keine spezifischen Regelungen für zum Beispiel die Besatzdichte im Stall (Deutscher Bundestag, 2021).

Daher hat eine Initiative des Verbands Deutscher Putenerzeuger gemeinsam mit Vertretern des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, der Länder, Wissenschaftlern, Tierschutzorganisationen und des Deutschen Bauernverbandes die „Bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen“ (welche zuletzt 2013 überarbeitet wurden) erstellt. Diese sollen dazu beitragen, eine tierschutzkonforme Putenhaltung sicherzustellen. Sie enthalten sowohl detaillierte Empfehlungen zu technischen Haltungsbedingungen als auch zum Haltungsmanagement. Kernelement der Eckwerte ist die Etablierung eines indikatorbasierten Gesundheitskontrollprogramms (Deutscher Bundestag, 2021). Darin festgelegt wird zum Beispiel, dass eine Bestandskontrolle zweimal täglich zu erfolgen hat und alle Putenhalter und –betreuer eine Sachkunde zur Haltung der Puten nachweisen müssen. Zudem werden Angaben über die Besatzdichte gemacht.

Des Weiteren gibt es die Initiative „Eine Frage der Haltung - neue Wege für mehr Tierwohl“ mit dem Ziel, die Tierhaltung in Deutschland wirksam zu verbessern. Die Eckpunkte der Tierwohlinitiative beinhalten ein umfangreiches Maßnahmenpaket, welches auch Versuchstiere, Haustiere und weitere Tiere umfasst. Der Schwerpunkt der Aktivitäten liegt jedoch in der Nutztierhaltung.

Ende 2022 hat das BMEL nun Eckpunkte vorgelegt, die eine tiergerechtere Haltung der Mastputen sicherstellen sollen. Zentrale Elemente sind die Reduktion der Besatzdichten, Anforderungen an die Strukturierung der Haltungsumwelt sowie das Angebot von Aufbaumöglichkeiten und Beschäftigungsmaterial. Die vorgelegten Eckpunkte sind als eine

Diskussionsgrundlage und Basis für die Vorbereitung der geplanten Änderung der TierSchNutzV gedacht und formuliert (BMEL, 2022).

2.1. Konventionelle Putenhaltung

In Deutschland werden Putenküken und anschließend die Masttiere in der konventionellen Produktion üblicherweise in Offenställen mit natürlicher Wind- bzw. Schwerkraftlüftung mit Tageslichteinfall oder in geschlossenen Ställen mit Schwerkraftlüftung gehalten (Berk, 2002, 2005). Es handelt sich hierbei ausschließlich um Bodenhaltungen. Besonders bewährt hat sich dabei die Leichtbauweise der Stallungen mit offenen Seitenwänden. Durch computergesteuerte, thermostatisch regelbare, bewegliche Jalousien oder Lüftungsklappen wird das gewünschte Innenklima des Stalles gewährleistet (Berk, 1999; Hafez, 1996; Siegmann und Neumann, 2005). Laut den Bundeseinheitlichen Eckdaten beträgt die zulässige Besatzdichte bei Hennen 45 kg/m² und bei Hähnen 50 kg/m² der nutzbaren Stallfläche, bei Teilnahme am Gesundheitskontrollprogramm sind Besatzdichten bei Hennen bis zu 52 kg/m² und bei Hähnen bis zu 58 kg/m² zulässig (Tabelle 1). Zur Strukturierung der Stallungen werden in diesen Eckwerten Elemente, wie zum Beispiel Strohballen, erhöhte Sitzgelegenheiten, Unterschlupfmöglichkeiten oder ein Außenklimabereich (AKB) empfohlen. Bei einem AKB handelt es sich um eine zusätzliche, überdachte Fläche, welche direkt an den Stall angrenzt. Der Boden des AKB ist betoniert und wird eingestreut. Ein Futter- und Wasserangebot erfolgt dort nicht. In der Regel ist dieser nicht isoliert. Zusätzliche Windschutznetze können den Tieren jedoch Schutz bieten (Kartzfehn, 2021). Erhalten die Tiere Zugang zu einem AKB, so kann dessen Fläche mit 50 % auf die zulässige Besatzdichte angerechnet werden. Allerdings wird die anrechenbare Fläche dieses Bereiches auf maximal 25 % der Stallgrundfläche begrenzt. Der Zugang zum AKB soll möglichst nach der sechsten Lebenswoche, aber spätestens nach der neunten Lebenswoche ermöglicht werden (Verband Deutscher Putenerzeuger, 2013). Zur Ausübung ihres Erkundungs- und Futtersuchverhaltens ist den Puten ständig geeignetes Beschäftigungsmaterial anzubieten. Als Beschäftigungsmaterial gelten unter anderem neu eingebrachtes Einstreumaterial oder auch durchgearbeitete Einstreu (wie zum Beispiel Hobelspäne). Zusätzlich zu lockerer trockener Einstreu muss mindestens ein anderes veränderbares Material, wie zum Beispiel Stroh/Heu in Raufen/Körben, Strohballen oder andere bepickbare Gegenstände, wie zum Beispiel Pickblöcke, ständig angeboten werden. Beim Auftreten von Verhaltensabweichungen, wie zum Beispiel Federpicken oder Kannibalismus sind den Puten weitere, über das übliche Beschäftigungsmaterial hinausgehende Beschäftigungsmaterialien bereitzustellen (Verband Deutscher Putenerzeuger, 2013).

2.2. Ökologische Putenhaltung

Die ökologische Haltung von Puten ist in der EU-Verordnung 2018/848 und der EU-Durchführungsverordnung 2020/464 geregelt. Es sollen vorzugsweise einheimische Rassen und Linien verwendet werden und aus ökologischer Erzeugung stammen. Werden schnell wachsende Genetiken verwendet, gilt ein Mindestschlachtalter von 100 Tagen bei Hennen und 140 Tagen bei Hähnen, um eine intensive Aufzucht zu vermeiden. Zudem ist die präventive Verabreichung chemisch-synthetischer allopathischer Tierarzneimittel, von Hormonen oder Antibiotika verboten. Öko-Puten dürfen nur einmal mit chemisch hergestellten Arzneimitteln, wie Antibiotika, behandelt werden, andernfalls verlieren sie ihren Öko-Status. Für die Anwendung von pflanzlichen, homöopathischen oder natürlichen Mitteln gibt es keine Einschränkungen. Für die Einstreu muss öko-zertifiziertes Material benutzt werden. Ist dies nicht verfügbar, kann auf konventionelle Herkünfte zurückgegriffen werden. Eine ununterbrochene Nachtruhe ohne künstliche Beleuchtung von mindestens acht Stunden muss gewährleistet werden. Ebenfalls sind Futtermittel aus ökologischer Erzeugung zu verwenden. Die richtige Zusammensetzung und Menge der Aminosäuren im Futter ist eine Herausforderung bei der Öko-Fütterung. Für Jungtiere sind besonders die Eiweißbausteine Methionin und Lysin wichtig (Bellof et al., 2010; Göppel et al., 2022). In konventionellen Betrieben wird der Nährstoffbedarf meist durch synthetische Aminosäuren und Enzyme gedeckt. Diese sind in der Öko-Tierhaltung laut der EU-Öko-Verordnung jedoch verboten. Stattdessen wird Mais- und Kartoffeleiweiß verfüttert (Göppel et al., 2022). Da es diese Eiweißfuttermittel bislang jedoch nicht in ausreichender Menge in Öko-Qualität gibt, dürfen vorläufig noch bis zu fünf Prozent aus konventioneller Herkunft zugefüttert werden. Diese Ausnahme gilt ab 2022 nur noch für Jungtiere. Nach EU-Öko-Verordnung 2018/848 müssen mindestens 20 %, nach Verbandsrichtlinien 50 % des benötigten Futters auf dem eigenen Betrieb beziehungsweise mithilfe eines Kooperationspartners erzeugt werden.

Die Bestandsobergrenze beträgt laut Verordnung pro Geflügelstall 2500 Tiere. In den Festställen ist eine maximale Besatzdichte von 21 kg/m² zulässig (Tabelle 1). In der Mastphase ist für Puten ein Grünauslauf vorgeschrieben, dieser muss je Pute mindestens 10 m² betragen. Denn Puten sind Steppentiere, welche von Natur aus viel laufen und ein ausgeprägtes Erkundungsverhalten aufweisen. Puten baumen als ursprüngliche Waldrandbewohner zum Ruhen und zum Schutz vor Feinden gerne auf. Daher werden nun auch Sitzmöglichkeiten zum Aufbaumen vorgeschrieben. In der ökologischen Putenmast werden aktuell entweder Hennen der schnell wachsenden Linie B.U.T. 6 eingesetzt oder alternative Rassen, wie zum Beispiel Hockenhull (Hockenhull Turkeys Ltd.), Auburn (Aviagen Turkeys) oder Kelly Bronze (Kelly

Bronze Turkeys). Diese alternativen Rassen haben zwar einen geringeren Fleischansatz, sollen dafür aber eine robuste Gesundheit aufweisen (Alpers, 2017). Eine kritische Betrachtung von Rahmann und Oppermann (2005) weist im Übrigen darauf hin, dass die zurzeit übliche Praxis der Geflügelhaltung auf Biobetrieben eigentlich als „intensive ökologische Tierhaltung“ zu bezeichnen ist, da unter anderem auch hier schnell wachsende Herkünfte dominieren, Stallungen nicht immer tiergerecht sind und Erkrankungen nicht seltener als in konventionellen Tierhaltungen vorkommen.

Tabelle 1: Unterschiede in der ökologischen und konventionellen Mast von Puten

	ökologisch (Eu (VO) 2020/464 Anhang 1, Teil IV, Tab. 6)	konventionell (Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen Nr. 6 und 8)
Besatzdichte und Mindeststallfläche Besatzdichte je m ² nutzbarer Stallgrundfläche	21 kg Lebendgewicht pro m ²	Hennen: 45 kg/m ² Hähne: 50 kg/m ² Bei Teilnahme am Gesundheitskontrollprogramm: Hennen: 52 kg/m ² Hähne: 58 kg/m ²
Sitzstangen oder erhöhte Sitzebenen oder beides	Sitzstangen oder erhöhte Sitzebenen oder beides in jeder Kombination, sofern Folgendes gewährleistet ist: mindestens 10 cm Sitzstange pro Tier oder mindestens 100 cm ² erhöhte Sitzebenen pro Tier	nur Empfehlungen zur Stallstrukturierung
Besatzdichte und Mindestaußenfläche in m ² pro Tier	10 m ² je Pute	eventuell Zugang zu einem Außenklimabereich

3. Aktuell vorhandene Putengenetiken

Die heute in Europa eingesetzten Putengenetiken stammen im Wesentlichen von zwei großen Zuchtkonzernen (Tabelle 2). Zu nennen ist zum einen die Erich Wesjohann Gruppe (EW-Group) mit Sitz in Deutschland, welche die Zuchtunternehmen B.U.T. (British United Turkeys Ltd., England) und Nicholas (Nicholas Turkey Breeding Farms, USA) seit 2008 als „Aviagen Turkeys“ vereint. Das heißt, beide Unternehmen bündeln ihre genetische Arbeit, sodass dem Markt Zuchttiere sowohl von B.U.T. als auch von Nicholas gemeinsam bzw. als Kreuzungen angeboten werden (Meyer, 2022). Beide Unternehmen haben sich auf schwere, schnell wachsende Zerlegerassen konzentriert. Neben diesen Genetiken werden nun auch Shire Range Puten (Aviagen Turkeys, 2023) mit deutlich leichteren Gewichten und langsamerem Wachstum gezüchtet. Zudem ist Hockenhull Turkeys ein Geschäftsbereich der Aviagen Firmengruppe, zu der auch Aviagen Turkeys gehört, der weiße und bronzefarbene Putenküken an den traditionellen Farm-Fresh-Markt in Großbritannien liefert. Die Firma Hybrid mit Sitz in Kanada bildet den Gegenpart. Seit 2007 ist ihr Gesellschafter das Unternehmen Hendrix Genetics aus den Niederlanden. Auch hier werden überwiegend schwere bis mittelschwere, schnell wachsende Zerlegerassen gezüchtet. Zu nennen sind die Linien Converter, Grade Maker und Optima. Dem gegenüber bietet dieses Zuchtunternehmen auch leichtere, langsam wachsende Linien an. Zu diesen zählen Cartier, Artisan, Mini BRONZE und Rouge des Ardennes (Hybrid Turkeys, 2023) in Europa. In der konventionellen Putenhaltung werden fast ausschließlich schnell wachsende schwere Genetiken eingesetzt. Allen voran die Linie B.U.T. 6 von Aviagen (Meyer, 2000). Auch ökologische Puten werden in Deutschland in erster Linie zerlegt vermarktet, daher dominiert auch hier der Einsatz schwerer Linien (Schaack et al., 2018). Unabhängig von der Verbandszugehörigkeit werden in der ökologischen Putenhaltung bei etwa der Hälfte der Betriebe ebenfalls B.U.T. 6 Puten (meistens Hennen) eingesetzt (Olschewsky, 2019a).

Für die Mast von Puten in alternativen Haltungssystemen sollten laut Feldhaus und Sieverding (2001) Herkünfte gewählt werden, welche vital, robust, beinstabil, langsam wachsend und einzigartig in der Fleischqualität (feinfaserig) sind. Auch rein optisch sollten die Tiere sich von den in der kommerziellen Putenmast gehaltenen Tieren unterscheiden. Oester et al. (1997) beschreibt den Einsatz von leichteren Typen in der Freilandmast. Laut Schlup (1997) sollten möglichst robuste Rassen gehalten werden, da von der Haltung im Freiland eine größere Gefahr von Krankheiten ausgehe.

Tabelle 2: Übersicht der Putenherkünfte der Zuchtunternehmen Aviagen Turkeys und Hendrix Genetics

Gesellschafter	Zuchtunternehmen	Kreuzungsprodukt	Typ
Aviagen Turkeys (EW-Group)	B.U.T.	B.U.T. 6	schwer
		Premium	mittelschwer
	Nicholas	Nicholas Select	schwer
	Shire Range	Ayrshire Auburn	Alternativrasse
		Wycombe White	Alternativrasse
		Cheshire Bronze	Alternativrasse
Hendrix Genetics	Hybrid	Converter	schwer
		Converter ^{NOVO}	schwer
		Grade Maker	mittelschwer
		Grade Maker ^{EVO}	mittelschwer
		Optima	mittelschwer
		Cartier	Alternativrasse
		Artisan	Alternativrasse
		MiniBRONZE	Alternativrasse
		Rouge des Ardennes	Alternativrasse

In Niedersachsen haben sich Landwirte, Biologen, Tierärzte und landwirtschaftliche Berater für ein Projekt mit dem Zuchtziel einer Robustpute zusammengefunden. Das Ziel ist, eine Pute, welche sich sowohl für die kleinbäuerliche Landwirtschaft, die extensive Haltung und die Direktvermarktung eignet, zu züchten. Dabei sollen die Hähne ein Endgewicht von 7 kg bis maximal 8,5 kg und die Hennen von 5 kg bis maximal 6,5 kg erreichen. Die Tiere sollen sowohl eine gute Vitalität und Stressresistenz in der Freilandhaltung als auch eine gute Umgänglichkeit und Genügsamkeit aufweisen. Letztendlich soll die Ausschachtung bei mindestens 65 % und der Brustfleischanteil bei mindestens 25 % liegen. Hierzu wurden kleinwüchsige Mastputen verschiedener Herkünfte und Puten alter Rassen, wie Cröllwitzer Pute und Ronquières Pute verwendet. Bei den Öko-Felddagen in Villmar 2022 war die Robustpute erstmals öffentlich zu sehen. Damit möchte man sich einen eigenen Öko-Elterntierstamm in Deutschland aufbauen. Das Projekt „Robustpute – Entwicklung einer wirtschaftlichen Öko-Putenkreuzung für den direkt vermarktenden Landwirt“ wird von der EU und dem Land Niedersachsen finanziert und

vom Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH koordiniert (EIP Robustpute, 2022).

4. Aktuelle Probleme hinsichtlich des Integumentzustandes

Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs an Putenfleisch fand eine starke genetische Selektion in der konventionellen Haltung in Richtung steigender Wachstumsintensität und Fleischansatz, vor allem im Brustbereich, statt (Hafez, 1996). Jedoch kann das Wachstum des Skeletts und der inneren Organe mit dem schnellen Wachstum der Muskelmasse nicht standhalten, wodurch es zu ernsthaften Gesundheitsproblemen und Verhaltensauffälligkeiten bei den Puten kommen kann (Hafez und Hauck, 2005). Diese seit Jahren bekannten Probleme erlangen aufgrund des gesellschaftlichen Druckes, Schmerzen, Leiden und Schäden der Tiere zu verhindern und ihr Wohlbefinden zu verbessern, große Bedeutung. Auch in der ökologischen Mast dominiert der Einsatz von schweren Linien (Schaack et al., 2018), wie B.U.T. 6 (Olschewsky, 2019a).

Zu diesen oben genannten Gesundheitsproblemen zählt unter anderem die Pododermatitis, welcher untenstehend ein Kapitel gewidmet wird. Zudem hat man sowohl in der konventionellen als auch in der ökologischen Putenmast mit hohen Prävalenzen an Hautverletzungen und Gefiederschäden aufgrund von Beschädigungspicken, welches Federpicken und Kannibalismus beinhaltet, zu kämpfen. Letztere sind auf Verhaltensstörungen zurückzuführen. Die Ursachen dieser Störungen unterliegen einem multifaktoriellen Ursachengefüge (Berk et al., 2013b; Dalton et al., 2013; Marchewka et al., 2013; Spindler, 2007). Außerdem stehen die Beeinträchtigungen des Integuments und des Wohlbefindens ebenso im Zusammenhang mit dem Verhalten, welches den Zustand von Haltung, Fütterung, Management und Infektionen aufweisen kann (AWIN, 2015). Von grundlegender Bedeutung ist es, den Tieren zu ermöglichen, ihr normales Verhalten auszudrücken (Bessei, 2013). Mängel im Haltungssystem, so Heise (2017), haben einen direkten Einfluss auf das Verhalten der Tiere. Eine Einschränkung natürlicher Verhaltensweisen kann demnach zu Frustration, Entzugserscheinungen und auch Verletzungen führen, was eine Reduzierung des Wohlbefindens zur Folge hat. In diesem Zusammenhang können unter anderem Verhaltensstörungen, wie Federpicken und Kannibalismus, entstehen (Heise, 2017).

Diese dadurch verursachten Verletzungen und Gefiederschäden führen ebenfalls, wie zum Beispiel Pododermatitis, wiederum zu Schmerzen und Leiden der Tiere. Dadurch sind nach wie vor hohe wirtschaftliche Verluste zu verzeichnen. Um diese Probleme beziehungsweise

Verhaltensstörungen zu minimieren, wird als prophylaktische Maßnahme gegenwärtig noch beim überwiegenden Teil der konventionell gehaltenen Mastputen die vaskularisierte, innervierte und mit diversen Rezeptoren ausgestattete Schnabelspitze gekürzt (Krautwald-Junghanns et al., 2017).

Dies ist nach dem deutschen Tierschutzgesetz §6 (Amputation) (Bundesministerium der Justiz und Bundesministerium der Justiz, 2006) verboten, da eine Amputation dem Tier Schmerzen, Leiden und Verletzungen zufügt. Jedoch gibt es in Absatz 3 Ausnahmen. Im Falle von Truthühnern bedeutet dies, dass die Genehmigung nur erteilt werden darf, wenn glaubhaft nachgewiesen wird, dass der Eingriff zum Schutz der Tiere im Hinblick auf die vorgesehene Verwendung unerlässlich ist. Eine routinemäßige Anwendung dieser Ausnahmen sollte jedoch nicht legitimiert, sondern die Erlaubnis zum Schnabelkürzen nur im Einzelfall erteilt werden (Kulke et al., 2016). Da der Kenntnisstand zu den Ursachen und Einflussfaktoren von schwerem Federpicken (= severe feather pecking = SFP) und Kannibalismus jedoch noch unzureichend ist, ist eine regelmäßige Aufstallung von schnabelungekürzten Tieren in Deutschland bisher nicht vorgesehen (BMEL, 2019). Im Februar 2018 wurde eine entsprechende gemeinsame Evaluierung des Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI) und des Verbandes Deutscher Putenerzeuger vorgelegt. Die Stellungnahme kommt zu dem Schluss, dass der gegenwärtige Kenntnisstand zu den Ursachen und den Einflussfaktoren von Federpicken und Kannibalismus für den Bereich der Mastputenhaltung noch unzureichend ist. Bei den gegenwärtigen Haltungsbedingungen, die mit hohen Besatzdichten und schnellen Gewichtszunahmen verbunden sind, müssten bei der Haltung nicht kupierter Puten tierschutzrelevante Verletzungen und erhöhte Mortalitätsraten in Kauf genommen werden. Auch wenn das Angebot von interessantem Beschäftigungsmaterial und besserer Stallstrukturierung positive Ansätze zeigen kann daher nicht flächendeckend auf das Schnabelkupieren verzichtet werden (BMEL, 2019). Daher wird in der konventionellen Haltung immer noch der Schnabel von Eintagsküken gekürzt, um Verletzungen und Gefiederschäden zu minimieren. Auch in der ökologischen Tierhaltung ist dies nach der Verordnung (EU) 2018/848 verboten. Ist es jedoch aus Sicherheitsgründen oder zur Verbesserung der Gesundheit, des Wohlbefindens oder der Hygienebedingungen der Tiere erforderlich, können solche Eingriffe im Einzelfall von der zuständigen Behörde genehmigt werden. Somit stellt Beschädigungspicken und im speziellen SFP und Kannibalismus einen weiteren wichtigen Tierschutzindikator in der Mastputenhaltung dar. Infolgedessen wird auch diesem Thema ein Kapitel gewidmet.

4.1. Pododermatitis

Footpad dermatitis (FPD), deren Ätiologie noch nicht hinreichend geklärt ist, stellt in der Regel die häufigste tierschutzrelevante Veränderung bei Puten dar (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Nicht nur in der konventionellen Mast ist die Prävalenz der Läsionen hoch. Studien von Bellof et al. (2010), Shepherd und Fairchild (2010), Allain et al. (2013), Bergmann et al. (2013), Spindler et al. (2013) und Krautwald-Junghanns et al. (2017, 2011) dokumentierten, dass die Prävalenz der Veränderungen auch in der ökologischen Landwirtschaft hoch ist (39-95 % gegenüber durchschnittlich 90 % in der konventionellen Haltung).

FPD ist eine pathologische Veränderung der Fußsohlenhaut, die als Entzündung und Hyperkeratose der Schuppen beginnt und zu einer nekrotischen Läsion und tiefen Ulzeration bis hin zu einem Fußsohlenabszess fortschreiten kann (Shepherd und Fairchild, 2010). Bakterien nutzen derartige Hautschäden als Eintrittspforte, wodurch Entzündungen, Geschwüre und Schwellungen entstehen (Knierim et al., 2020). FPD kann zur Reizung empfindlicher Nervenenden im Hautgewebe führen, was Schmerzen, Schäden und Unbehagen verursacht (Mayne et al., 2006) und somit ein großes Tierschutzproblem mit ernsthaften Gesundheitsproblemen darstellt. Denn des Weiteren können durch das Eindringen von Infektionserregern in die teilweise offenen Wunden weitere Erkrankungen entstehen. Aufgrund von Schmerzen tritt bei den Puten besonders im Brustbereich vermehrtes Liegen auf, wodurch weitere gesundheitliche Probleme zustande kommen, was letztendlich ebenfalls die Schlachtkörperqualität negativ beeinflusst (Berk, 2007, 2009). Damit zeigt die Pododermatitis sowohl eine tierschutzrechtliche, als auch eine wirtschaftliche Relevanz (Berk, 2007). Die Pododermatitis dient folglich neben der Mortalität in der Aufzucht als wichtiger Tierschutzindikator.

Zur Beurteilung der verschiedenen Schweregrade gibt es unterschiedliche Schemata. Diese konzentrieren sich in erster Linie auf die Mittelfußballen und teilweise auch auf die Zehenballen. Makroskopische Schemata unterscheiden sich in eine zweidimensionale Bewertung (Größe einer Läsion) und eine dreidimensionale Bewertung (Größe und Tiefe) (Toppel et al., 2019). Oftmals werden die Wunden durch eine Kruste aus Einstreumaterial und Kot bedeckt, was den Schweregrad teilweise verdeckt (Rudolf, 2008).

Der Ursprung für Fußballenveränderungen ist in der frühen Aufzuchtphase zu finden. Denn unter suboptimalen Haltungsbedingungen lassen sich bei konventionell gehaltenen Puten bereits erste Veränderungen in der ersten Lebenswoche feststellen (Bergmann et al., 2013; Schumacher et al., 2012). In den ersten Lebenstagen sind die Ballen noch weich, wodurch sich

Risse, Verletzungen und Druckstellen schneller entwickeln können (Hiller et al., 2020; Mayne et al., 2006, 2007). Ebenso konnten Berk (2007, 2009), Krautwald-Junghanns et al. (2011) und Wu und Hocking (2011) in ihren Studien Läsionen in den ersten Lebenswochen der Puten feststellen. Daher muss der Grundstein für die Prävention von FPD bereits in der Aufzucht gelegt werden (Hiller et al., 2020; Krautwald-Junghanns et al., 2017).

Prävalenz und Ausprägungsgrad von Fußballenveränderungen entwickeln sich in der konventionellen Aufzucht- und Mastphase progressiv, d. h. mit steigendem Alter nehmen sowohl die Häufigkeit von Ballenveränderungen als auch ihr Schweregrad zu (Bartels et al., 2020b; Krautwald-Junghanns et al., 2017, 2011). Jedoch auch ökologisch gehaltene Puten bestätigen diesen progressiven Verlauf (Freihold et al., 2019; Olschewsky, 2019a). Außerdem muss das Alter der Tiere berücksichtigt werden, bei jüngeren Puten nimmt die Größe der Läsionen zu, während die Tiefe bei älteren Tieren zunimmt (Platt, 2004).

Allerdings können diese Läsionen unter bestimmten Bedingungen auch wieder ausheilen. Innerhalb eines Zeitraums von vier Wochen kann sich Narbengewebe an den Stellen der Läsionen bilden (Olschewsky, 2019a; Platt, 2004). Somit ist die Pododermatitis prinzipiell reversibel.

Für die Entstehung von FPD ist ein multifaktorielles Geschehen begründet und folglich sind zahlreiche Ursachen bekannt. Die Einstreufeuchte gilt hierbei als der dominierende Faktor (Mayne, 2005). Genetik, Alter, Geschlecht, Ernährungsaspekt, Haltungssystem und Einstreumaterial werden als weitere Ursachen diskutiert. Nachstehend wird auf den Einfluss der Einstreu, Haltung, Fütterung und der Genetik eingegangen.

4.1.1. Einstreu, Haltung, Fütterung

Das Material der Einstreu spielt bei der Entstehung von Fußballenveränderungen eine Rolle. Hierbei kommt es sehr auf die Struktur des Materials an, ob dieses weich oder hart ist. Denn durch die Textur können bereits erste Läsionen entstehen (Mayne et al., 2007). Als Hauptgrund für die hohe Prävalenz von Fußballenläsionen in der Feststallhaltung wird jedoch die Feuchtigkeit der Einstreu und ihr Wasseraufnahme- und -abgabepotenzial angesehen (Mayne, 2005; Mayne et al., 2007; Wu und Hocking, 2011; Youssef et al., 2010). Youssef et al. (2010) testeten die Effekte von verschiedenen Einstreusubstraten unter trockenen (Substratfeuchte 27 %) und feuchten (Substratfeuchte 73 %) Bedingungen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Zwangsexposition von acht Stunden/Tag bei hoher Substratfeuchte unabhängig vom Einstreusubstrat weitaus höhere Ausprägungsgrade von Fußballenveränderungen verursacht. Ähnliche Befunde beschreiben Mayne et al. (2007) und Wu und Hocking (2011) in Studien, in

denen die Tiere durchgehend auf Einstreu mit hoher Substratfeuchte gehalten wurden. Schumacher et al. (2012) dokumentierten, dass bereits ein Teilbereich mit erhöhter Substratfeuchte ausreicht, um die Prävalenz sowie den Schweregrad von Ballenveränderungen zu erhöhen. Zusammenfassend reicht zum einen bereits ein Verweilen von Puten über 48 Stunden auf feuchtem Untergrund aus, um tiefe Läsionen an der Haut von Zehen- und Sohlenballen zu verursachen (Krautwald-Junghanns et al., 2009; Mayne et al., 2007). Zum anderen führt ein Einstreufeuchtigkeitsgehalt von mehr als 30 % ebenfalls in kürzester Zeit zu Pododermatitis (Schumacher et al., 2012; Wu und Hocking, 2011). Die Feuchtigkeit wird von der Besatzdichte, dem Einstreumaterial, der Fütterung und deren Einfluss auf die Kotkonsistenz sowie dem Trinkverhalten der Tiere und der Lufttemperatur beeinflusst (Mayne, 2005).

Die Areale mit der aufgrund von erhöhtem Kotanfall sowie Spritzwasser tendenziell höchste Substratfeuchte befindet sich im Stall in der Regel in der unmittelbaren Umgebung der Tränke- und Futtereinrichtungen (Schumacher et al., 2012). Untersuchungen von Schumacher et al. (2012) deuten darauf hin, dass Puten kein spezielles Meideverhalten für Stallbereiche mit hoher Substratfeuchte entwickelt haben. Mit zunehmendem Alter ist bei Mastputen generell eine Abnahme der Aktivität zu verzeichnen (Marchewka et al., 2013), wodurch ein bedeutender Anstieg der Verweildauer, insbesondere im Tränkenbereich, in der Endphase der Mastperiode verzeichnet werden kann (Berk et al., 2013a). Dieser lange Aufenthalt der Puten in den Konsumzonen, vor allem gegen Ende der Mast, wird entsprechend als begünstigend für die Genese von Pododermatitiden angesehen (Berk et al., 2013a). Unter konventionellen Haltungsbedingungen kann durchaus eine Substratfeuchte von über 70 % vorgefunden werden (Schumacher et al., 2012). In der ökologischen Mastputenhaltung ist eine deutlich niedrigere Besatzdichte ($\leq 21\text{kg}$ Lebendmasse pro m^2 nutzbarer Stallfläche in der Endmastphase) zulässig als in der konventionellen Putenmast ($58\text{ kg}/\text{m}^2$). Durch weniger Tiere pro Stallfläche reduziert sich sowohl der absolute Wasserverbrauch als auch der Anfall an Feuchtigkeit einbringenden Exkrementen im Stall. Jedoch zeigen Studienergebnisse von Habig et al. (2017) und Krautwald-Junghanns et al. (2017), dass diese Voraussetzung alleine noch keine Garantie für eine optimale Fußballengesundheit bietet. Denn die EU-Öko-Verordnung erschwert die bedarfsgerechte Versorgung der Tiere. Die Verordnung dokumentiert eine Fütterung von gentechnisch unveränderten Organismen oder Derivaten. Außerdem muss den Puten Zugang zu Auslauf und Rohfasern gewährt werden. Folglich können bewährte Eiweißfuttermittel konventioneller Herkunft (zum Beispiel Kartoffeleiweiß, Bierhefe) in der ökologischen Geflügelfütterung nicht mehr eingesetzt werden (Bellof und Schmidt, 2007). Um eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung zu erreichen, kann die Eigenschaft des Geflügels genutzt werden, die

Futteraufnahme bis zu einem gewissen Grad anhand der aufgenommenen Energie zu steuern. Aufgrund dessen werden den Tieren Rationen mit niedrigerem Energiegehalt angeboten. Durch die Mehraufnahme an Futter bei geringerem Energiegehalt können mehr Rohprotein und damit essentielle Aminosäuren aufgenommen und somit der Bedarf der Tiere an essentiellen Aminosäuren gedeckt werden (Bellof und Schmidt, 2007). Folglich haben ökologisch produzierte Komponenten geringere Proteingehalte und einen erhöhten Anteil an Kohlenhydraten, in Form von Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) (Andersson, 2004). Die NSP kommen vorwiegend in Zellwänden von Pflanzen vor und haben einen antinutritiven Effekt. Vor allem sind NSP in Getreide, wie zum Beispiel Weizen, Roggen oder Triticale zu finden. Für Monogastrier sind diese Polymere zum einen nicht verdaulich, da erforderliche Enzyme zum Abbau nicht gebildet werden können. Zum anderen haben NSP eine erhöhte Wasserbindungskapazität, was zu einer Viskositätserhöhung im Verdauungstrakt führt. Dies wiederum führt zu einer längeren Darmpassage und die Verdaulichkeit von Proteinen und Aminosäuren wird gesenkt. Neben dieser schlechten Nährstoffverdaulichkeit kann es ebenso zu einer unbefriedigenden Kotkonsistenz und Durchfall kommen. Folglich wird durch einen höheren Anteil an NSP in ökologischen Futtermitteln der Wassergehalt im Kot in Bioställen erhöht. Dies wiederum führt zu einer höheren Grundfeuchte der Einstreu (Bellof et al., 2010) und bewirkt einen negativen Einfluss auf die Fußballengesundheit. Beim Vergleich von Bio-Futtermischungen mit unterschiedlichen Energiegehalten wies die Variante mit dem niedrigsten Energiegehalt (≤ 11 MJ/kg ME) den höchsten NSP-Anteil auf, was zu einer unbefriedigenden Kotkonsistenz und zu einem erhöhten Feuchtigkeitsgehalt der Einstreu führte (Bellof et al., 2010). Durch die Forderung nach Raufuttervorlagen und Grünfutter verstärkt sich der Gehalt an NSP in der Ration nochmals (Kreuzer, 2008).

Außerdem können Futterbestandteile oder Metaboliten durch die Beteiligung an verschiedenen Stoffwechselprozessen, vor allem der Haut, die Fußballengesundheit auf direktem Wege beeinflussen (Hübel, 2019; Rudolf, 2008). Insbesondere verschiedene Aminosäuren und Vitamine, wie unter anderem Methionin, Lysin, Biotin, Pantothersäure und Riboflavin werden in mangelhafter Konzentration in Zusammenhang mit Pododermatitis gebracht, da sie am Aufbau und Erhalt intakter Haut beteiligt sind (Mayne, 2005). Ein Mangel an Riboflavin kann unter anderem zu Entzündungen der Haut führen (Hafez und Jodas, 1997). Bei Geflügel treten diese Hautveränderungen vor allem an den Fußballen auf und sind somit unter anderem ein Symptom für einen Riboflavinmangel (Shepherd und Fairchild, 2010). Infolgedessen scheint die Fütterung insgesamt ebenfalls eine wichtige Rolle zu spielen, welche allerdings bisher nicht vollumfänglich nachgewiesen ist (Rudolf, 2008).

Zusätzlich muss ökologisch gehaltenen Mastputen die Nutzung eines Grünauslaufes in der Mastphase ermöglicht werden. Tiere mit Zugang zum Grünauslauf weisen den höchsten Anteil mit Ballenveränderungen auf (Berk et al., 2013a). Die Untersuchungen der Autoren an drei Putenherkünften, die jeweils ohne und mit Außenklimabereich und Grünauslauf gehalten wurden, finden die Gründe in den Witterungseinflüssen. In deren Studie führten hohe Niederschlagsmengen über einen längeren Zeitraum am Ende der Mast, bei sehr guter Frequentierung des Grünauslaufes, zu einer erhöhten Prävalenz von Pododermatitiden.

Zu beachten ist dabei, dass der Außenklimabereich und stallnahe Grünauslauf mit Exkrementen belastet und deswegen hygienisch bedenklich sein können (Bartels et al., 2020b). Das gilt umso mehr für nicht ausreichend drainierte Ausläufe mit aufgeweichtem oder verschlammtem Untergrund. Andererseits kann sich eine Aufschüttung negativ auf die Fußgesundheit auswirken, wenn scharfkantiges Bruchgestein („Schotter“) verwendet wird. Bei Verletzungen der Fußballen besteht somit ein Infektionsrisiko durch eindringende und gegebenenfalls aufsteigende Keime (Bartels et al., 2020b).

Insofern kommt nicht nur dem Feuchtigkeitsgrad des Einstreumaterials im Stall, sondern auch der Beschaffenheit und Strukturierung von AKB und des Grünauslaufes eine große Bedeutung für die Ballengesundheit zu. Insbesondere ist der Beseitigung von dauerhaft feuchten Auslaufbereichen besonderes Augenmerk zu schenken, da diese nicht nur die Ausprägung von Pododermatitiden fördern, sondern auch Infektionskrankheiten wie der Histomonose („Schwarzkopfkrankheit“) Vorschub leisten können (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Zusammenfassend sind die Hauptprobleme in der Auslaufhaltung zum einen die Abhängigkeit von der Witterung und zum anderen das Management, wobei der Zustand des Grünauslaufes eine bedeutende Rolle spielt (Berk et al., 2013a; Krautwald-Junghanns et al., 2017).

Folglich können innerhalb eines Haltungssystems die Ergebnisse in Hinblick auf die Pododermatitis stark variieren und sind daher augenscheinlich auch von anderen Faktoren (Stallklima, Management, Witterung, individuelle Herkunft der Tiere, Bedingungen im Aufzuchtstall) abhängig (Bartels et al., 2009).

4.1.2. Genetik

Ein Blick auf die verschiedenen Herkünfte zeigt einen klaren Trend. In der ökologischen Haltung weisen leichtere Alternativrassen häufiger mehr und schwerere Fußballenveränderungen im Vergleich zu den schnell wachsenden Herkünften auf. Studienergebnisse von Olschewsky (2019a) zeigten bei Hockenhull Black mehr Veränderungen an den Fußballen (72 %) als im Vergleich zu den schwereren Kelly BBB Puten, bei welchen

nur 39 % Fußballenläsionen dokumentiert wurden. Zu gleichen Erkenntnissen gelangte auch Dalton et al. (2016). Dalton et al. (2016) und die Ergebnisse von Olschewsky (2019a) ergaben, dass es keine Korrelation zwischen einem geringeren Gewicht und besserer Fußballengesundheit gibt. Somit resultiert der Einsatz leichterer Alternativrassen nicht automatisch in einer verbesserten Fußballengesundheit. Aufgrund dessen wird vermutet, dass die schweren B.U.T. 6 bereits so gezüchtet wurden, dass sie einen bedeutend besseren Fußballenstatus haben, während die Auburn-Tiere erheblich empfindlichere Fußballen aufweisen. Trotz dieses Fortschrittes in der Züchtung von Puten gibt es nach wie vor eine signifikante genetische Variation, die einen zukünftigen genetischen Fortschritt zulässt (Meyer, 2022), um auch Auburn-Linien auf eine bessere Fußballengesundheit zu selektieren. Denn obwohl im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte die Masttiere schwerer geworden sind, kann festgestellt werden, dass die Beinstärke und die Lauffähigkeit infolge konsequenter Selektion kontinuierlich verbessert wurde (Meyer, 2022). Des Weiteren berichtet der Autor, dass auch in der Zukunft eine Fokussierung auf tierschutzrelevante Aspekte (zum Beispiel Fußballengesundheit, Robustheit, Fitness, Darmgesundheit) stattfindet.

4.2. Verschmutzungen

Verschmutzungen, insbesondere des Gefieders, stellen ebenfalls einen wichtigen Indikator dar und können in Zusammenhang mit verschiedenen anderen Beeinträchtigungen stehen (AWIN, 2015; Welfare Quality®, 2009). Federn dienen zum Warmhalten, als Feuchtigkeits- und Schmutzschutz sowie als Schutz vor Hautinfektionen und -verletzungen durch andere Tiere oder Geräte (AWIN, 2015; Welfare Quality®, 2009). Gesunde Tiere üben tägliches Komfortverhalten aus und pflegen damit ihr Gefieder (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Diese Schutzfunktion kann durch Nässe, Verschmutzungen, feuchte Einstreu und Kot beeinträchtigt werden. Verschmutzungen dienen als Indikator für unzureichendes Wohlbefinden, da starke Verunreinigungen Auswirkungen auf das Tierwohl haben können (AWIN, 2015; Welfare Quality®, 2009).

Schulze-Bisping (2015), Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica (2020) konnten in ihren Studien einen progressiven Verlauf des Kontaminationsgrades zum Alter erkennen. Im Laufe der Mast nimmt die Aktivität der Tiere ab und das Ruhen zu (Bircher und Schlup, 1991b). Dadurch steigt die Verweildauer auf der Einstreu beziehungsweise in den Konsumzonen auf nasser Einstreu. Zudem beschreibt Schulze-Bisping (2015), dass vor allem ab der 14. Lebenswoche das Gefieder am Stoß, Bauch und an der Brust besonders betroffen ist, da die Tiere ab diesem Alter ihre Gefiederpflege nur noch im Liegen durchführen.

Ebenso nennen AWIN (2015) und Welfare Quality® (2009) die Qualität der Einstreu als Hauptfaktor für Verschmutzungen in der Feststallhaltung. Die Autoren sehen eine Korrelation von Verschmutzungen und Fußballenläsionen. Nachstehend wird auf die Einflussfaktoren Einstreu, Haltung, Fütterung und Genetik eingegangen.

4.2.1. Einstreu, Haltung, Fütterung

Analog zur Pododermatitis ist die Qualität der Einstreu und deren Feuchtigkeit der Hauptgrund für Verschmutzungen. Denn AWIN (2015) und Welfare Quality® (2009) nennen die Qualität der Einstreu als Hauptfaktor für Verschmutzungen in der Feststallhaltung. Beim Liegen kommen die Tiere in direkten Kontakt mit der Einstreu und dem Kot, sodass Verschmutzungen im Brustbereich auch ein Hinweis auf nasse und verschmutzte Einstreu sein können (Schulze-Bisping, 2015). Diese Feuchtigkeit wird durch die Besatzdichte, das Einstreumaterial, die Fütterung und deren Einfluss auf die Kotkonsistenz sowie das Trinkverhalten der Tiere und die Lufttemperatur beeinflusst (Mayne, 2005). Je höher beispielsweise die Besatzdichte ist, desto höher ist die Ausscheidungsrate pro m² und desto schneller wird die Einstreu nass (Krautwald-Junghanns et al., 2011). Zudem wird die Grundfeuchte der Einstreu durch einen erhöhten Wassergehalt im Kot gesteigert, denn in der Biohaltung wird durch einen gesteigerten Anteil an NSP die Grundfeuchte der Einstreu erhöht, was wiederum Pododermatitis begünstigt (Bellof et al., 2010, siehe 2.4.1.2).

Wie bereits ebenfalls unter 2.4.1.2 erwähnt, muss ökologisch gehaltenen Mastputen die Nutzung eines Grünauslaufes in der Mastphase ermöglicht werden. Hohe Niederschlagsmengen über einen längeren Zeitraum am Ende der Mast bei sehr guter Frequentierung des Grünauslaufes können zu Verschmutzungen führen. Des Weiteren ist zu beachten, dass der Außenklimabereich und der stallnahe Grünauslauf mit Exkrementen belastet sind, deswegen hygienisch bedenklich sein können und somit den Verschmutzungsgrad erhöhen können (Bartels et al., 2020b). Insofern kommt nicht nur dem Feuchtigkeitsgrad des Einstreumaterials im Stall, sondern auch der Beschaffenheit und Strukturierung eines AKB und des Grünauslaufes eine große Bedeutung sowohl für die Ballengesundheit als auch für Verschmutzungen zu. Ein saubereres Gefieder kann dennoch sowohl in der Freilandhaltung als auch in Ställen mit geringerer Besatzdichte gefunden werden (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020).

4.2.2. Genetik

Laut Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica (2020) sowie Bircher und Schlup (1991b) haben alternative Rassen in der ökologischen Haltung ein ausgeprägteres Komfortverhalten als

die schweren Zerlegrassen. Sie haben daher weniger Verschmutzungen. Neben dem geringfügiger ausgeprägten Komfortverhalten haben das Körpergewicht und die Größe der B.U.T. 6 einen großen Einfluss. Bestimmte Regionen können dadurch bei der Gefiederpflege nicht oder nur sehr schwer erreicht werden. Darüber hinaus weisen sie aufgrund ihres Körpergewichts meist längere Liegezeiten und eine geringere Aktivität auf, was wiederum zu einem höheren Verschmutzungsgrad führt (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020).

Außerdem ist auch die Gefiederfarbe ein weiterer Grund für Verschmutzungen. Weiß verfärbt sich bei der geringsten Verunreinigung. Le Bris (2005) konnte aufgrund von Direktbeobachtungen dokumentieren, dass Verschmutzungen bei weißen B.U.T. 6-Puten auffälliger für das menschliche Auge sind als bei schwarzen Kelly Bronze Tieren.

4.3. Beschädigungspicken

Neben der Pododermatitis und den Verschmutzungen stellen Gefiederschäden und Verletzungen sowohl in der konventionellen als auch in der ökologischen Putenmast aufgrund ihrer hohen Prävalenzen ein weiteres tierschutzrelevantes Hauptproblem dar.

Pickverletzungen sind aufgrund der Schmerzen, Leiden und Schäden, die den Tieren zugefügt werden, von erheblicher Bedeutung für das Wohlergehen der Tiere. Zum einen können durch offene Hautwunden Bakterien eindringen, wodurch die Puten einem erhöhten Infektionsrisiko ausgesetzt sind, was zu weiteren Krankheiten führen kann (Fiedler und König, 2005). Bei schweren Pickverletzungen kann es außerdem zu Todesfällen und Nottötungen kommen. Zum anderen spielt ein intaktes Gefieder eine elementare Rolle bei der Thermoregulation. Zusätzlich dient es als Schutzfunktion gegenüber Umwelteinflüssen (Knierim et al., 2020). Ein teilweises Fehlen der isolierten Federhülle führt gerade bei niedrigen Temperaturen zu erhöhtem Wärmeverbrauch und dadurch zu einem erhöhten Futtermittelverbrauch (Kjaer und Vestergaard, 1999; Leeson und Walsh, 2004). Federlose Areale können wiederum erneut Hautverletzungen begünstigen. Folglich können die Unvollständigkeit des Gefieders und Hautverletzungen neben tierschutzrelevanten Kriterien einen erheblichen wirtschaftlichen Verlust bedeuten (Busayi et al., 2006; Spindler, 2007).

Verletzungen an Haut und Gefieder können zum einen durch das Bepicken oder Kratzen von Artgenossen entstehen und zum anderen durch die Einwirkung von Einrichtungsgegenständen (Technopathien) (Krautwald-Junghanns et al., 2017, 2011; Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Kratzwunden, welche durch gegenseitige Verletzungen der Tiere entstehen, werden bevorzugt am Rumpf (Spindler, 2007) lokalisiert. Verschiedene Formen von Picken durch Artgenossen werden unter dem Begriff Beschädigungspicken (= injurious pecking =

wiederholtes Bepicken von Artgenossen an beschädigten Hautstellen, was zu Blutungen und Gewebeschäden führt) zusammengefasst. Zum einen zählt zu diesem Begriff das aggressive Picken, welches agonistisch bedingt ist und vor allem im Kopfbereich auftritt (Dalton et al., 2013). Dieses tritt im Wesentlichen bei Rankämpfen auf und ist keine Verhaltensstörung. Zum anderen zählen auch schweres Federpicken und Kannibalismus zum Beschädigungspicken (Dalton et al., 2013). Federpicken wird unterteilt in leichtes und schweres Federpicken (= severe feather pecking = SFP). Während leichtes Federpicken als normales Erkundungsverhalten gesehen wird, führt schweres Federpicken zu federlosen Arealen und wird als wiederholtes Picken beziehungsweise Herausziehen von Federn, teilweise Federnfressen, definiert. Überwiegend tritt SFP in den Bereichen Rücken, Stoß und Schwanzansatz auf und führt zu Schmerzen (Dalton et al., 2013). Bei Kannibalismus kann es zu schweren blutenden Verletzungen kommen, dabei werden Blut und Gewebeanteile von lebenden Artgenossen über den Schnabel aufgenommen (Dalton et al., 2013), was letztendlich auch zum Tod der Tiere führen kann (Berk, 2002). SFP und Kannibalismus sind voneinander abzugrenzende Verhaltensstörungen, die unabhängig voneinander auftreten (Keppler, 2008). Oft sind die verschiedenen Pickarten jedoch nicht klar voneinander unterscheidbar und können ineinander übergehen (Nikolov und Kanakov, 2022; Schulze-Bisping, 2015). Studien zeigen, dass Verletzungen vorwiegend im Kopf- und Halsbereich vorherrschen (Bergmann, 2006; Hafez, 1996; Hafez und Jodas, 1997; Krautwald-Junghanns et al., 2017). Schweres Federpicken und Kannibalismus werden auf Verhaltensstörungen zurückgeführt, deren Ursachen durch ein multifaktorielles Geschehen ausgelöst werden (Berk et al., 2013b; Dalton et al., 2013; Marchewka et al., 2013; Spindler, 2007). Studien von Fiedler und König (2005), Spindler et al. (2012), Kjaer und Bessei (2013), Berk et al. (2013b), Schulze-Bisping (2015), dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung (2019) und Bartels et al. (2020a) gehen als Hauptursache von einem fehlgeleiteten Futtersuch- und Erkundungsverhalten aufgrund einer unstrukturierten reizarmen Umwelt, welche zu Beschäftigungs- und Bewegungsmangel führt, aus. Daneben spielen auch ein ungeeignetes Stallklima, Beleuchtung, Besatzdichte, Gruppengröße, sozialer Stress, Management, Fütterung und endogene Einflüsse, wie das Alter, Geschlecht und die genetische Komponente, eine Rolle.

Laut Wartemann (2005), Schulze-Bisping (2015) und Bartels et al. (2020a) steigt die Prävalenz der Verletzungen aufgrund von agonistischem Verhalten mit dem Alter. Folgend wird das Augenmerk auf die Einflussfaktoren Genetik, Haltung/Strukturierung/Umweltanreicherung, Fütterung und weitere Umweltfaktoren gelegt.

4.3.1. Genetik

Studien konnten sowohl bei Gefiederschäden als auch bei Verletzungen einen genetischen Effekt erkennen. Leichtere Herkünfte zeigen überwiegend weniger Verletzungen (Bergmann, 2006; Busayi et al., 2006; Große Liesner, 2007; Olschewsky, 2019a; Straßmeier, 2007). Bei Olschewsky (2019a) traten beispielsweise die wenigsten Verletzungen bei der leichtesten Rasse, den Hockenhull Black, mit 28 % auf. Bei Hockenhull Bronze und Kelly BBB waren es 37 %. Dies beweisen auch Untersuchungen von Berk und Cottin (2003), bei denen ebenfalls für die schnell wachsenden B.U.T. 6 mehr Hautverletzungen dokumentiert wurden. In deren Untersuchung wurden drei schnell und langsam wachsende Linien miteinander verglichen. Während B.U.T. 6 keine Note 1 (wobei Note 1 = sehr gut; Note 4 = sehr schlecht) mehr gegen Ende der Mast aufwies, war bei den langsam wachsenden Genotypen zu 90 % Note 1 zu finden.

Zudem haben laut Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica (2020) sowie Bircher und Schlup (1991b) alternative Rassen ein ausgeprägteres Komfortverhalten als die schweren Zerlegerassen. Neben dem geringfügiger ausgeprägten Komfortverhalten besitzen B.U.T. 6 ein höheres Körpergewicht und einen größeren Körper. Bestimmte Regionen können dadurch bei der Gefiederpflege nicht oder nur sehr schwer erreicht werden, folglich können aufgrund von Verschmutzungen Schäden am Gefieder entstehen. Schulze-Bisping (2015) beschreibt, dass vor allem ab der 14. Lebenswoche das Gefieder am Stoß, Bauch und an der Brust besonders betroffen ist, da die Tiere ab diesem Alter ihre Gefiederpflege nur noch im Liegen durchführen. Zusätzlich zeigen sie aufgrund ihres Gewichtes meist verlängerte Liegezeiten und eine reduzierte Aktivität (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Vor allem gegen Ende der Mast nimmt das Ruhen der B.U.T. 6 zu (Bircher und Schlup, 1991b), wodurch mehr Schäden am Stoß, durch das Darüberlaufen anderer Tiere, auftreten. Die Gefiederfarbe ist ebenfalls ein nicht zu vernachlässigender Einflussfaktor (Fokus Tierwohl, 2022b; Huber-Eicher und Wechsler, 1997). Puten finden alles, was glitzert und glänzt, interessant. Daher fallen Staub-, Schmutzpartikel, Sonnenlicht und Blut bei weißem Gefieder unmittelbar auf (Huber-Eicher und Wechsler, 1997). Die Puten gehen ihrem Erkundungsdrang, welchen sie mit dem Schnabel ausführen, nach und picken an diese Stellen, wodurch Schäden und letztendlich auch schweres Federpicken entstehen kann.

Die Ursache für Federpicken und Kannibalismus könnte eine genetische Basis besitzen (Bessei, 1983). Daher wird zur Verminderung aggressiver Auseinandersetzungen neben einer angemessenen Besatzdichte und einem ausreichenden Platzangebot die genetische Selektion von weniger aggressiven Linien als Lösung angesehen (Martrenchar, 1999).

4.3.2. Haltung, Strukturierung, Umweltanreicherung

Als weitere Ursache für das Auftreten von „Beschädigungspicken“ wird bei Puten die praxisübliche Haltung in unstrukturierter, reizarmer Umgebung mit wenigen beziehungsweise fehlenden Beschäftigungsmöglichkeiten postuliert (Allain et al., 2013; Dalton et al., 2013; Duggan et al., 2014; Krautwald-Junghanns et al., 2011; Marchewka et al., 2013). Folglich können Puten in dieser Haltung ihren normalen Verhaltensweisen nicht nachgehen. Daher kommt der Haltungsform und ihrer Umweltanreicherung eine erhebliche Rolle zu. Die Ziele der Umweltanreicherungen sind daher zum einen die Ausübung von normalen Verhaltensweisen der Puten, wie zum Beispiel das Erkundungsverhalten, und zum anderen die Verringerung oder Verhinderung des Auftretens von abnormalen Verhaltensweisen, wie zum Beispiel aggressives Federpicken. Darüber hinaus kann die Anreicherung der Umgebung die kognitive Entwicklung der Tiere fördern, positive emotionale Zustände hervorrufen (Anderson et al., 2021a) oder ihre Fähigkeit verbessern, Ressourcen zu nutzen, sich an Veränderungen anzupassen und sich in komplexeren Umgebungen zurechtzufinden (Campbell et al., 2019).

Zu diesen sogenannten Umweltanreicherungen zählen unter anderem Stallstrukturierungen. Diese dienen als Sichtschutz beziehungsweise Rückzugsmöglichkeiten für Puten, wo sich diese ausruhen können. Zusätzlich können die Tiere dort Aufbaumen und ihrem Erkundungsverhalten nachgehen (NMELV, 2019). Für Puten ist das Aufbaumen, sprich das erhöhte Sitzen, fundamental. Dies ist ein natürliches Verhalten und dient in freier Wildbahn als Schutzreaktion vor Prädatoren. Das Aufbaumverhalten ist offensichtlich auch bei seit langem züchterisch zu Nutzungszwecken bearbeiteten Puten genetisch noch fest verankert, weswegen sie diese Verhaltensweise bei entsprechendem Angebot immer noch ausüben (Fokus Tierwohl, 2022c). Dabei sollten die erhöhten Sitzgelegenheiten so gestaltet werden, dass sie für die Tiere in allen Altersstufen gut erreichbar sind und beim Verlassen keine Verletzungen entstehen können (Berk, 2002).

Hierzu werden vor allem Strohbällen oder erhöhte Ebenen verwendet (NMELV, 2019). Strohbällen dienen als Sichtschutz, zum Aufbaumen und können bepickt werden. Erhöhte Ebenen dienen ebenfalls zum Aufbaumen und als Rückzugsmöglichkeit. Jedoch hat sich auch ein Außenklimabereich oder ein Auslaufbereich, welcher in der ökologischen Haltung vorhanden sein muss, als Umweltanreicherung effektiv gezeigt (Berk, 2002).

Zudem dienen Beschäftigungsmaterialien als Umweltanreicherungen. Zunächst ist hier das Einstreumaterial zu nennen. Dieses sollte ein ständig geeignetes, manipulierbares Einstreumaterial sein, welches das Verhalten der Puten in Bezug auf Picken, Erkunden und

Staubbaden befriedigen kann. Zusätzlich sollte die Einstreu trocken, locker und von entsprechender qualitativer Beschaffenheit sein (NMELV, 2019). Außerdem können Strohbällen nicht nur als Strukturierung, wie bereits oben erwähnt, sondern auch als Beschäftigungsmaterial dienen. Des Weiteren kommen Heu- und Strohkörbe/-raufen in Frage sowie Pickblöcke oder Körnergaben über Futterspender. Sollte ein Pickgeschehen auftreten, sollte ein zusätzliches neues Beschäftigungsmaterial eingebracht werden. Als Beispiel sind Metallmobiles zu nennen (NMELV, 2019).

Eine Verringerung von agonistischen Pickaktionen konnte laut Kulke et al. (2016) tatsächlich durch eine Stallstrukturierung mit erhöhten Elementen nachgewiesen werden. In der Regel werden in Stallungen der ökologischen Putenmast A-Reuter oder Strohbällen bereitgestellt. Es fehlt jedoch an Rückzugsmöglichkeiten für Puten, wo sich diese ausruhen oder verstecken können. Wünschenswert wären daher erhöhte Strukturelemente aus hygienisch unbedenklichem Material, welche über die gesamte Haltungsdauer aufgesucht werden können. Diese Reduktion von agonistischem Picken konnte ebenfalls Berk (2002) sehen, wenn erhöhte Sitzgelegenheiten, vor allem in Form von Sitzstangen, erhöhte Ebenen oder Sichtschutz als Rückzugsmöglichkeit für schwächere Puten vorhanden waren. Berk et al. (2017) konnten 2017 trotz dem Vorhandensein von Beschäftigungsmaterial in ihrer Studie keinen Effekt der Vermeidung von Beschädigungspicken bei der Haltung von schnabelungekürzten Puten erzielen. Dabei kam es vor allem zu Verletzungen an den Anhangsorganen. Ein Angebot von Pickmaterialien, welches die Puten zur Beschäftigung animieren soll, wird daher als eine Möglichkeit angesehen, die Prävalenz von durch Artgenossen zugefügten Verletzungen in einer Herde zu verringern. Verschiedenste Materialien wurden bislang in der Praxis und Forschung eingesetzt, wobei sich die Akzeptanz seitens der Puten als sehr unterschiedlich darstellte (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Studien von Cottin (2004) konnten beweisen, dass bis zum Mastende eingesetzte Strohbällen als Beschäftigungsmaterial und Sitzplatz gut angenommen wurden. Auch in einem Versuch von Berk et al. (2014) wurden die zweimal pro Woche eingesetzten Beschäftigungsmaterialien, die entweder fressbar waren oder bei der Bearbeitung durch die Puten Futter freigaben (Pickblöcke, mit Weizenkörnern gefüllte Futterspender, Weizenextrudat und Knäckebrot), von Puten beider Geschlechter sehr gut akzeptiert und genutzt. Eine gute Akzeptanz ließ sich auch in weiteren Studien beobachten, wenn Beschäftigungsmaterialien eingesetzt wurden, die entweder verzehrbar waren (zum Beispiel Pickblöcke) oder bei der Bearbeitung durch die Puten Futter freigaben (zum Beispiel Futterspender mit Weizenkörnern; Berk et al. (2017)). Zwar wurden Beschäftigungsmaterialien wie Heu und Silage gut angenommen und hatten eine hohe Akzeptanz, jedoch hatten in der

Studie von Berk et al. (2013b) die Puten mit Beschäftigung eine höhere Prävalenz der Verletzungen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dadurch wird ersichtlich, dass nicht alleine der Beschäftigungsmangel der Grund für das Auftreten von Beschädigungspicken ist, sondern zahlreiche andere Faktoren/Stressoren (Berk et al., 2015).

4.3.3. Fütterung

Neben dem Genotyp und der Haltung kann auch das Futter einen Effekt auf die Gefiederschäden haben, wobei als Grund eine zu kurze Futteraufnahme diskutiert wird. In ihrer ursprünglichen Umgebung verbringen Vögel viel Zeit ihres Tagesablaufes mit der Futtersuche (Keppler et al., 2017; Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Beziffert wird dies bei wildputenähnlichen Rassen mit 26-70 % des Tages, wohingegen Puten der Rasse B.U.T. 6 lediglich 13-48 % des Tages mit Nahrungssuche verbringen. Der Struktur des Futters wird dabei eine entscheidende Wirkung zugesprochen. Verlängert mehliges oder feinkörniges Futter die Fresszeit und Beschäftigung der Tiere, befriedigen Pellets das Bedürfnis des Futterpickens nicht vollends und das Risiko einer Umorientierung des Pickens steigt (BMEL, 2015; van Emous und van Krimpen, 2019; Kjaer und Bessei, 2013; Schulze-Bisping, 2015).

Allgemein gibt es im Geflügelbereich (außer für Legehennen) bezüglich der Futterzusammensetzung noch wenige Studien (Kulke et al., 2016). Daher resultieren die meisten Erfahrungen von der Legehennenhaltung und werden auf die Putenhaltung übertragen. Ein steigender Gehalt an Rohfasern im Futter führt laut Patt (2018) und Hartini et al. (2002) zu weniger Gefiederschäden und Verletzungen in der Legehennenhaltung. Durch eine längere Futteraufnahme und dadurch verlängerte Ingestapassage tritt weniger Federpicken auf (Kjaer und Bessei, 2013). Da mehr Pickschläge nötig sind, um rohfaserreiches Futter aufzunehmen, sind die Tiere länger beschäftigt. Erfahrungsgemäß wird die Motivation zum Futterpicken bei pelletiertem Futter nicht befriedigt (Kjaer und Bessei, 2013). Ebenso schließen Kjaer und Bessei (2013) in ihrer Studie daraus, dass rohe Federn die Darmpassage auf eine ähnliche Weise wie Rohfaser fördern. Daher ist für Schreier (2020a) die Steigerung der Rohfaseraufnahme bei Geflügel ein entscheidender Faktor in der Reduktion dieser Verhaltensstörungen.

4.3.4. Weitere Umweltfaktoren

Für das artgerechte Verhalten der Puten ist es wichtig und notwendig, dass diese Sozialstrukturen ausbilden können. Die derzeitigen Gruppengrößen in intensiver Haltung werden diesem nicht gerecht (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Das Individuum kann einzelne Puten nicht mehr unterscheiden, was zu Stress für dieses Tier führt. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit von Konfliktsituationen (Bircher und Schlup, 1995). In

Gruppengrößen von bis zu 30 Tieren kann diese Sozialstruktur zwar gebildet werden, jedoch ist dort insbesondere aggressives Picken zu sehen. Unter diesen Bedingungen lässt sich eine stabile Rangordnung aufrechterhalten (Marchewka et al., 2013). Daher wird das aggressive Verhalten als Versuch angesehen, eine stabile Hierarchie zu bilden (Buchwalder und Huber-Eicher, 2005). Kulke et al. (2022) konnte als Ursache für Picken in kleinen Putenherden ebenfalls häufig agonistische Interaktionen erkennen. Ebenso wie die Größe der Herde kann auch die Besatzdichte eine Rolle spielen. Die Untersuchungsergebnisse von Kulke et al. (2022) konnten jedoch nicht nachweisen, dass eine geringe Besatzdichte zu weniger Verletzungen führt. Zwar kann durch eine homogene Herde schweres Federpicken reduziert werden, jedoch steigen zur Ausbildung der Hierarchie die agonistischen Interaktionen (Fokus Tierwohl, 2022b).

Weiterhin ist es für Puten von elementarer Wichtigkeit, sich auszuruhen oder auszuschlafen, um ihre normale biologische Funktion aufrecht erhalten zu können. Dies ist bei großen Gruppen ebenso nicht möglich. Liegende Tiere werden oft aufgrund von Platzmangel gestört und aufgescheucht (Dillier, 1991). Das Ruheverhalten ist ferner bei falsch angelegten Boxen oder offenen, unstrukturierten Systemen gestört (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020), was wiederum zu Stress führt und schweres Federpicken oder Kannibalismus auslösen kann.

Des Weiteren wird Beschädigungspicken durch eine hohe Lichtintensität und somit durch Sonnenlicht (Duggan et al., 2014; Sherwin und Kelland, 1998; Spindler, 2007), als auch durch sich ändernde Lichtverhältnisse begünstigt. Folgt eine intensive Sonnenscheinphase auf eine Schlechtwetterphase, so kommt es zu einer massiven Aktivitätssteigerung der Puten. Aufgrund der Tatsache, dass jedes Tier den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden möchte, kann es vor allem im Feststall zu Auseinandersetzungen kommen (Fokus Tierwohl, 2022b). Laut Vehse und Ellendorf (2000) spielen für die sexuelle Reifung und den Fortpflanzungszyklus vor allem die Lichtdauer und die Lichtintensität eine Rolle. Die sexuelle Reife von Puten findet erst ab einer Mindestlichtintensität statt. Der Schwellenwert liegt für männliche Puten bei etwa 5 lx und zeigt mit ansteigenden Werten einen proportional steigenden positiven Einfluss auf die Geschlechtsentwicklung. Unter Kurztagsbedingungen (6 lx) erreichen Puten die Geschlechtsreife nicht. Erst ab einer Lichtintensität von 10,5 lx – 14 lx beginnt die sexuelle Entwicklung. Eine lange (23 lx), intermittierende und zunehmende Beleuchtungsdauer beschleunigt die Spermatogenese (Vehse und Ellendorff, 2000).

Temperatursprünge zählen zu weiteren Faktoren für Gefiederschäden (Berk et al., 2015).

Pickverletzungen traten in den Untersuchungen von Berk et al. (2015) entweder häufiger bei 20 Grad auf (was der Wohlfühltemperatur von Puten entspricht) oder bei Temperaturschwankungen. An sehr heißen Sonnentagen hingegen kommt es zu einer reduzierten Aktivität, die Tiere werden ruhiger und die Häufigkeit von Federpicken nimmt ab (Bozakova et al., 2009).

Letztendlich führt auch ein unzureichendes Stallklima (zum Beispiel ein erhöhter Ammoniakgehalt) zu Unwohlsein und Stress und kann somit Picken bei den Puten auslösen (NMELV, 2019).

III. MATERIAL UND METHODEN

Der Versuch wurde von Februar bis Juni 2022 an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf in den Ställen von Zornhausen/Deutschland (Station 1) und am Versuchs- und Bildungszentrum für Geflügelhaltung der Bayerischen Staatsbetriebe in Kitzingen/Deutschland (Station 2) durchgeführt.

Die Studie umfasste fünf vierwöchige Fütterungsphasen. Die Aufzuchtphase mit zwei 4-wöchigen Fütterungsphasen dauerte bis zur 8. Lebenswoche (P1 bis zur 4. Lebenswoche, P2 bis zur 8. Lebenswoche) und die Mastphase von der 9. bis zur 20. Woche (P3 bis zur 12. Lebenswoche, P4 bis zur 16. Lebenswoche, P5 bis zur 20. Lebenswoche).

1. Tiere, Haltung und Management

Am ersten Lebenstag wurden von der Moorgut Kartzfehn Turkey Breeder GmbH (Bösel/Deutschland) 384 nicht schnabelgekürzte männliche Truthühner eines langsam (Auburn: Aviagen Turkeys, $n = 256$) und eines schnell wachsenden (B.U.T. 6: British Aviagen Turkeys, $n = 128$) Genotyps, jeweils aus dem gleichen Elterntierbestand, erworben. Die Küken wurden unmittelbar nach dem Schlupf in der Brüterei einzeln gewogen. Das durchschnittliche Körpergewicht wurde nach Genotyp bestimmt und für die Studie wurden Tiere innerhalb einer Standardabweichung ausgewählt. Anschließend wurden die Tiere nach ihrem Körpergewicht auf die Abteile verteilt, um ein gleiches durchschnittliches Körpergewicht der Eintagsküken in jedem Abteil zu erreichen.

1.1. Aufzucht

Während der Aufzuchtphase wurden die Tiere in jeweils 12 Abteile je Station aufgeteilt und in einem Feststall aufgezogen. In Station 1 waren für die Puten verschiedene Umweltanreicherungen (= EE) (= H2+, Abbildung 1) verfügbar, wohingegen Station 2 keine Umweltanreicherungen (= H1-) aufwies. Die H1- Abteile boten den Puten $10 \text{ m}^2/\text{Box}$ (quadratischer Grundriss) und den Tieren in H2+ Abteilen standen $6,81 \text{ m}^2/\text{Box}$ (länglicher Grundriss) zur Verfügung. Getrennt nach Genotyp wurden 12 Tiere pro Abteil in H1- und 20 Tiere pro Abteil in H2+ untergebracht. Dies ergab eine Gesamtzahl von 144 Tieren in H1- (Auburn: $n = 96$; B.U.T. 6: $n = 48$) und 240 Tieren in H2+ (Auburn: $n = 160$, B.U.T. 6: $n = 80$). Als EE standen vom ersten Tag an Picksteine (PICKME, Witteler GmbH & Co. KG, Anröchte/Deutschland) zur Verfügung. Die Steine dienten sowohl als Mineralienzusatz als auch als natürliches Mittel zum Schnabelabrieb. Zusätzlich wurden erhöhte Sitzebenen ($1,25 \text{ m} \times 0,65 \text{ m}$; aus Siebdruckplatten:

Schreinerei Förg, Freising/Deutschland) zum Aufbaumen und zum Zurückziehen ab dem ersten Lebenstag in die Abteile eingebaut. Wöchentlich wurden diese in der Höhe an die Größe der Puten angepasst, damit die Tiere jederzeit darauf sitzen und sich darunter ausruhen konnten. Darüber hinaus wurden sie wöchentlich gereinigt.

Während der Aufzucht wurden Holzspäne (Equipower Allround-Span, VETRIPHARM GmbH, Hurlach/Deutschland) als Einstreu verwendet. In der ersten Lebenswoche wurde den Tieren Futter auf Futtertellern (Siepmann GmbH, Herdecke/Deutschland) und Eierhöckern (Klose & Debus GbR, Ruppichteroth/Deutschland) angeboten. Das Lichtmanagement begann mit 23 Stunden Licht und wurde bis zum siebten Tag auf 16 Stunden reduziert. Danach herrschte ein Tagesrhythmus von 16 Stunden Licht und 8 Stunden Dunkelheit. Die Lichtintensität betrug mindestens 20 Lux. Die Temperatur begann bei 36°C und wurde bis zur 8. Lebenswoche auf 18°C gesenkt. Die Wärmelampen, die in jeder Bucht installiert waren, blieben bis zum 28. Tag. Zusätzlich wurden die Tiere gegen Newcastle Disease (Avishield ND "La Sota" Dechra Veterinary Products Deutschland GmbH, Aulendorf/Deutschland), Turkey Rhinotracheitis (Poulvac TRT, Zoetis Deutschland GmbH, Berlin/Deutschland und Nobilis Rhino, Covetrus DE GmbH, Düsseldorf/Deutschland) und Hämorrhagische Enteritis (Dindoral SPF, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim am Rhein/Deutschland) entsprechend dem Impfplan geimpft.



Abbildung 1: Feststallhaltung H2+ mit erhöhten Ebenen in der Aufzucht

1.2. Mast

Während der Mast (von der 9. bis zur 20. Lebenswoche) wurden die Tiere in drei verschiedenen Haltungssystemen aufgezogen. Zusätzlich zu den beiden oben genannten Haltungssystemen gab es zwei Mobilställe (agricultural modular GmbH & Co KG, Kirchham/Deutschland) mit jeweils vier Abteilen (vier Abteile/Genotyp) und dauerhaftem Zugang zu einem Grünauslauf (jeweils insgesamt 177m²). Dazu wurden 13 Tiere pro Stall von der Feststallhaltung mit EE (H2+) in ein Abteil der Mobilställe mit erhöhten Sitzebenen (= H3 MS, Abbildung 4) umgesiedelt. Sieben Tiere pro Abteil verblieben in H2+. Zusätzlich zu den beiden Umwultanreicherungen (Picksteine und erhöhte Sitzebenen) wurde den Puten als dritte Anreicherung dreimal täglich Luzerne-Silage (Biolandbetrieb Hans Wagner, Freinhausen/Deutschland) angeboten (Abbildung 2). Diese dient nicht nur als Ergänzungsfutter, sondern auch als angereichertes, natürliches Material zur zusätzlichen Beschäftigung. In der Innenstallhaltung H1- ohne EE gab es keine Veränderungen (Abbildung 3). Als Einstreu wurde während der Mast SoftCell (Desintec SoftCell, AGRAVIS Raiffeisen AG, Münster/Deutschland) verwendet. Grit wurde zweimal wöchentlich pro Abteil gefüttert (100 g; 0,6-2 mm; DORSILIT-Kristallquarz Nr.5+7, Übelein Baustoffe GmbH, Freising/Deutschland). Abschließend wurden nach der 20. Lebenswoche alle Tiere geschlachtet.

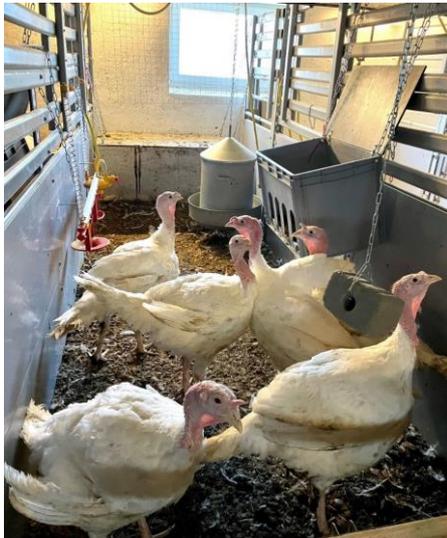


Abbildung 2: Feststallhaltung H2+ mit erhöhten Ebenen und Silageboxen während der Mast



Abbildung 3: Feststallhaltung H1– während der Mast

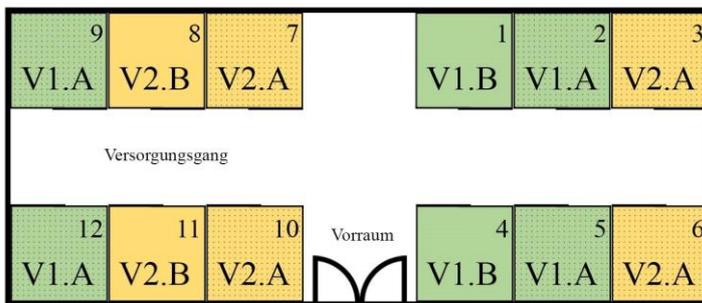


Abbildung 4: Mobilstallhaltung mit erhöhten Ebenen und Auslauf während der Mast

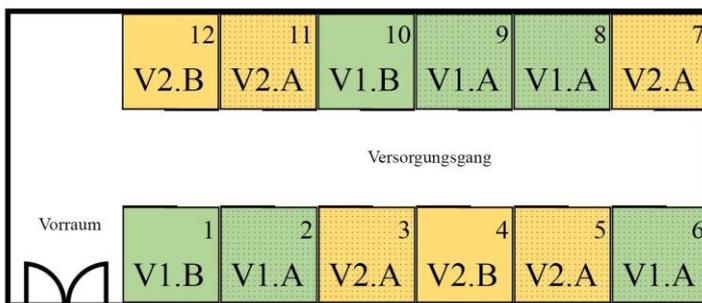
Wasser stand während der gesamten Mastzeit ad libitum in höhenverstellbaren Nippel- oder Pendeltränken (LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH & Co. KG, Barnstorf/Deutschland) zur Verfügung. Kraftfutter stand den Tieren in der Aufzucht- (kurze Pellets mit einem Durchmesser von 2 mm) und in der Mastphase (3 mm Pellets) in höhenverstellbaren Futterspendern (Siepmann GmbH; Herdecke/Deutschland) ebenfalls ad libitum zur Verfügung. Während der Aufzucht gab es zwei 100%ige Bio-Kraftfutter-Varianten, die sich in ihrem Riboflavingehalt unterschieden (gemäß Aviagen-Empfehlungen (2015)). Fütterungsvariante eins (= V1) hatte einen Riboflavingehalt von 4mg/kg und Fütterungsvariante zwei (= V2) von 8mg/kg. In der Mastperiode war der Riboflavingehalt bei allen Tieren gleich. In der 12. bis 16. Lebenswoche betrug er 2,9 mg Riboflavin/kg Futter und ab der 17. Woche bis zum Ende der Studie 2,4 mg/kg (Tabelle 3). In diesem dreifaktoriellen Versuchsplan mit den beiden unterschiedlichen Genotypen Auburn und B.U.T. 6 und den

beiden unterschiedlichen Fütterungsgruppen (V1 und V2) wurden die Tiere nach dem Zufallsprinzip auf die Abteile verteilt, mit vier Wiederholungen für Auburn und zwei Wiederholungen für B.U.T. 6 pro Stall oder Haltungssystem. In der Aufzucht gab es zwei Haltungssysteme (H1- und H2+) und in der Mast drei (H1-, H2+, H3 MS). Das Versuchsdesign ist Abbildung 5 zu entnehmen.

H1-



H2+



H3 MS

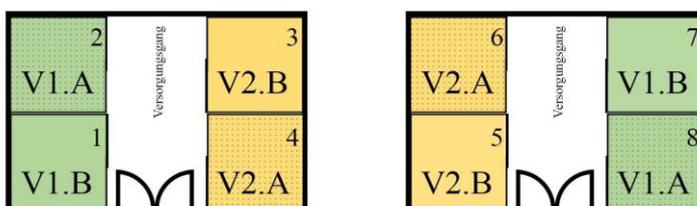


Abbildung 5: Verteilung der Varianten in den verschiedenen Stallungen

H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanierung; *H2+* = Feststallhaltung mit Umweltsanierung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; *H3 (MS)* ab dem Alter von 9 Wochen = Mobilstallhaltung mit Umweltsanierung und Grünauslauf
V1 = Fütterungsvariante 1, *V2* = Fütterungsvariante 2
A = Auburn, *B* = B.U.T. 6

Tabelle 3: Riboflavingehalt der Fütterungsvarianten V1 und V2 aufgeteilt nach Genotypen in den verschiedenen Phasen

Phase	Riboflavingehalt mg/kg			
	V1.B	V1.A	V2.B	V2.A
Phase 1	4,0	4,0	8,0	8,0
Phase 2	4,0	4,0	8,0	8,0
Phase 3	2,9	2,9	2,9	2,9
Phase 4	2,4	2,4	2,4	2,4
Phase 5	2,4	2,4	2,4	2,4

V1 = Fütterungsvariante 1; V2 = Fütterungsvariante 2; A = Auburn, B = B.U.T. 6

2. Datenerfassung

Um das Wohlbefinden der Puten zu beurteilen, wurde der Zustand des Integuments (FPD und Verschmutzung) am Ende jeder Fütterungsphase (Ende der Wochen 4, 8, 12, 16 und 20) mit einem Scoringschema bewertet. Die Abgrenzung der Körperregionen ist Abbildung 6 zu entnehmen.

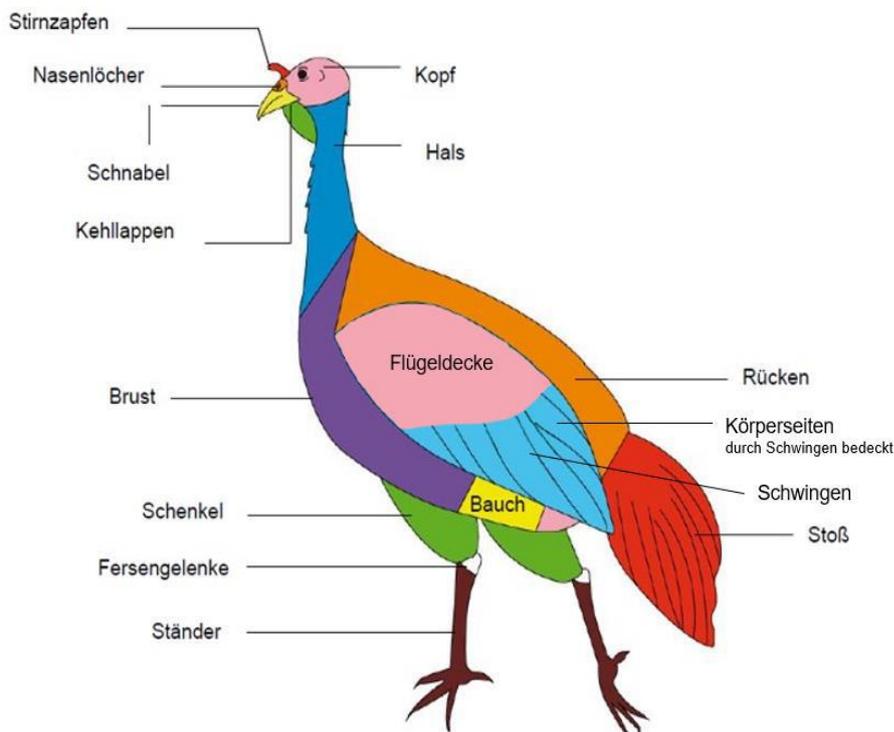


Abbildung 6: Einteilung der Körperregionen bei Puten

Abb. modifiziert nach Schulze-Bisping (2015)

Für die FPD reichte die Skala von 0 (= keine Schäden) bis maximal 4 (= starke Schäden) (Tabelle 4: Schema auf Basis von Hocking et al. (2008), Definition der Scores in Anlehnung an Olschewsky (2019a)). Für die Verschmutzungen des Gefieders wurden die Bereiche Rücken, Brust/Flügel und Stoß auf einer Scoring-Skala von 0 (= keine Beschädigung) bis 3 (= starke Beschädigung) bewertet (Tabelle 5: Schema auf Basis Welfare Quality® (2009), eigene Definition der Scores in Anlehnung an Schulze-Bisping (2015) und Westermaier (2015)). Der Stichprobenumfang war zufällig und betrug 5 - 10 Tiere pro Stall (abhängig von der Besatzdichte). Für die Beobachtung auf Einzeltierebene wurde nur ein Fußballen, eine Körperseite oder ein Flügel pro Tier in die Bewertung einbezogen, wobei immer der Teil mit der stärkeren Veränderung ausgewählt wurde. Wenn die Fußballen verschmutzt waren, wurden diese gereinigt. Die Bewertung des Integuments wurde von drei Beobachtern durchgeführt, die an 60 Tieren geschult wurden, um die Zuverlässigkeit zwischen den Beobachtern zu gewährleisten (siehe Tabelle 11, Anhang Seite 132). Tägliche Tierkontrollen wurden durchgeführt und dokumentiert. Kranke und verletzte Tiere wurden separiert, versorgt und aus der Studie ausgeschlossen. Die Sterblichkeit wurde während des gesamten Versuchs erfasst.

Tabelle 4: Scoringschema der Pododermatitis

Score	Definition
0 intakter Fußballen	- intakter, weicher Fußballen - keine Schwellungen und Nekrosen
1 geringgradige Pododermatitis	- oberflächliche Abnutzungserscheinungen, Hornhautpapillen sind separiert und/oder - leichte Schwellung des Fußballens und/oder - kleine, punktförmige Nekrosen an Fuß-/Zehenballen
2 mittelgradige Pododermatitis	- Schwellung des Fuß-/Zehenballens und - Nekrosen am Fußballen $\leq 25\%$ und/oder - Nekrosen am Zehenballen $>$ punktförmig (1 befallenes Zehenglied)
3 mittelgradige Pododermatitis	- deutliche Schwellung des Fuß-/Zehenballens und - Nekrosen am Fußballen $> 25\%$ und $\leq 50\%$ und/oder - Nekrosen am Zehenballen $>$ punktförmig (2 befallene Zehenglieder)
4 hochgradige Pododermatitis	- sehr starke Schwellung des Fußballens und/oder - Nekrosen am Fußballen $> 50\%$ - Nekrosen am Zehenballen $>$ punktförmig (≥ 3 befallene Zehenglieder)

Schema auf Basis von Hocking et al. (2008), Definition der Scores in Anlehnung an Olschewsky (2019a)

Tabelle 5: Scoringschema von Verschmutzungen im Bereich Brust/Flügel, Rücken und Stoß

Score	Definition
0 sauberes Gefieder	keine Verschmutzungen
1 geringgradige Verschmutzung	Verfärbungen des Gefieders ≤ 8 cm
2 mittelgradige Verschmutzung	zusammenhängende Gefieder-Verfärbungen > 8 cm und/oder deutliche, zusammenhängende Kot-Einstreu- anhaftungen ≤ 8 cm
3 hochgradige Verschmutzung	deutliche, zusammenhängende Kot-Einstreu- anhaftungen > 8 cm

Schema auf Basis Welfare Quality® (2009), eigene Definition der Scores in Anlehnung an Schulze-Bisping (2015) und Westermeier (2015).

3. Statistische Auswertungen

Microsoft Excel (Version 2016, Microsoft Corporation, Redmond/Washington/USA) wurde zur Erfassung und Aufbereitung der Daten sowie zur Erstellung von Diagrammen verwendet. Das Programm IBM SPSS Statistics (Version 28, IBM, Chicago/USA) wurde für die Datenanalyse verwendet.

Für den Beobachterabgleich wurde eine Konkordanzanalyse durchgeführt, um den Grad der Übereinstimmung bei den Integumentbewertungen zu quantifizieren. Zu diesem Zweck wurden die prävalenzbereinigten und verzerrungsbereinigten Kappa-Werte (PABAK) als Merkmale der Inter-Observer-Reliabilität nach Gunnarsson et al. (2000) berechnet. Die Berechnung des PABAK erfolgte mit der für mehr als zwei Beurteilungskategorien spezifizierten Formel von Gunnarsson et al. (2000) $PABAK = ((k \times p_0) - 1) / (k - 1)$, wobei k die Anzahl der verwendeten Beurteilungskategorien (= Scoringstufen; fünf bei Gefiederverlust und Pododermatiden; vier bei Verletzungen und Gefiederverschmutzungen) und p_0 das Verhältnis der Übereinstimmung zu den Gesamtbeobachtungen ist. Die PABAK-Werte wurden wie folgt interpretiert: $<0,20$ = unzureichend, $0,21-0,40$ = hinreichend, $0,41-0,60$ = moderat, $0,61-0,80$ = gut und $>0,80$ = sehr guter Grad der Übereinstimmung (Kwiecien et al., 2011; Landis und Koch, 1977). Die prozentuale Übereinstimmung bei der Bonitur sowie der dazugehörige PABAK werden in der Tabelle 11 (Anhang Seite 132) für die einzelnen Beobachterkombinationen und als Median über die Beobachterkombination dargestellt. Dabei erfolgt eine Zusammenfassung mehrerer Körperregionen innerhalb eines Merkmalkomplexes bei Gefieder, Verletzungen und Gefiederverschmutzungen.

Verschmutzungs- und Fußballenscores waren im Experiment als ordinal skalierte Merkmale verfügbar. Zusätzlich wurde für jedes dieser Merkmale ein Gesamtscore aus den jeweiligen

Einzelregionen und deren Scores durch Addition berechnet (Schreiter et al., 2020b). Die in den grafischen Darstellungen gezeigten relativen prozentualen Anteile pro Score entsprachen dem arithmetischen Mittel der jeweils einbezogenen Region.

Die ordinalskalierten Merkmale FPD und Verschmutzungen wurden bis zur 8. Lebenswoche mit dem Mann-Whitney-U-Test univariat auf Effekte der Haltungssysteme getestet, da es in diesem Zeitraum nur zwei Haltungssysteme (H1- und H2+) gab und ab der 12. Lebenswoche mit dem Kruskal-Wallis-Test, da es ab dieser Phase drei Haltungssysteme gab (Du Prel et al., 2010). Wenn signifikante Unterschiede zwischen den Varianten vorlagen, wurde ein paarweiser Vergleich mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt (Du Prel et al., 2010). Univariate Tests für die Auswirkungen von Genotyp und Fütterungsvarianten wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Die Ergebnisse werden in gruppierten Medianen für die Integumentmerkmale ausgedrückt. Bei der Bewertung der Integumentmerkmale wurden die Beobachtungen in Scores (d. h. Punktzahlen) gruppiert. Daher war der gruppierte Median als das am besten geeignete Maß (Schreiter et al., 2020b) beurteilt.

In einem zweiten Schritt wurden multiple logistische Regressionsmodelle mit den oben genannten Integumentmerkmalen als abhängige Variablen und den unabhängigen Variablen Genotyp, Haltungssystem, Fütterungsvariante und Alter als binäre logistische Regression berechnet (Baltes-Götz, 2012).

Es wurden die R^2 -Werte von Nagelkerke berechnet, die einen Hinweis auf das Ausmaß der durch das Modell erklärten Varianz in den abhängigen Variablen geben. Im Hinblick auf die Erklärungskraft des Modells wurden Nagelkerkes R^2 -Werte $\geq 0,5$ als hoch angesehen (Backhaus et al., 2021). Für diese Berechnung wurde die ordinale Datenskalierung in eine nominale Skalierung umgewandelt (Tabelle 6). Für die Verschmutzung wurden aufgrund der hohen Werte gegen Ende der Mast zwei verschiedene nominale Varianten (eine für die Aufzucht und eine für die Mast) gebildet. Der Test zum Ausschluss von Multikollinearität basierte auf dem Korrelationskoeffizienten Kendall Tau-b der Faktoren. Die Ergebnisse der statistischen Tests galten bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$ als signifikant, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $0,05 < p \leq 0,1$ als tendenziell.

Tabelle 6: Anwendung der binären logistischen Regression. Übersicht zur Umwandlung der ordinalen Boniturscores* in eine nominale Skalierung zur Anwendung der logistischen Regression.

Kriterium	Scores (ordinal*)	Kategorie (nominal)	Beschreibung der nominalen Kategorien
Verschmutzungen während der Aufzucht	0 1-6	0 1	Keine Verschmutzung Gefiederverschmutzung vorhanden
Verschmutzungen während der Mast	0-3 4-6	0 1	Keine Verschmutzung Gefiederverschmutzung vorhanden
Fußballendermatitis (FPD)	0 1-4	0 1	Intakte Fußballen Fußballenveränderungen vorhanden

IV. PUBLIKATION

1. **Injurious pecking in organic turkey fattening - effects of husbandry and feeding on injuries and plumage damage of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T. 6) genotype**

Das Manuskript „Injurious pecking in organic turkey fattening – effects of husbandry and feeding on injuries and plumage damage of a slow- (Auburn) and fast-growing (B.U.T. 6) genotype” wurde am 13. Februar 2023 zur Begutachtung im Journal „Poultry Science” eingereicht. Angenommen wurde es am 19. April 2023.

D. Haug, R. Schreiter, B. Thesing, L. Rathmann, C. Lambertz, P. Hofmann, M. Erhard, G. Bellof, E. Schmidt. **Injurious pecking in organic turkey fattening—effects of husbandry and feeding on injuries and plumage damage of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T. 6) genotype**, Poultry Science, 102, 8: 102746, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102746>

Impact Factor 2022: 4.4

Link zur Publikation:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579123002651?via%3Dihub>

Eingereicht am: 13. Februar 2023

Angenommen am: 19. April 2023

Veröffentlicht online: 29. April 2023; Veröffentlicht schriftliche Ausgabe: August 20

Injurious pecking in organic turkey fattening—effects of husbandry and feeding on injuries and plumage damage of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T.6) genotype

D. Haug ^{*,1}, R. Schreiter,[†] B. Thesing ^{*,*}, L. Rathmann,[‡] C. Lambertz [§], P. Hofmann [#], M. Erhard,^{||} G. Bellof,^{*} and E. Schmidt^{*}

^{*}Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, 85354 Freising, Germany; [†]Centre for Applied Research and Technology e.V. at the Dresden University of Applied Sciences, 01069 Dresden, Germany; [‡]Bavarian State Estates, Kitzingen, Germany; [§]Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 37213 Witzenhausen, Germany; [#]Bavarian State Research Center for Agriculture, Kitzingen, Germany; and ^{||}Chair of Animal Welfare, Ethology, Animal Hygiene and Animal Husbandry, Department of Veterinary Sciences, LMU Munich, 80539 Munich, Germany

ABSTRACT Injuries and plumage damage (PD) are important indicators of welfare. First priority in turkey fattening is to reduce injurious pecking, which includes aggressive pecking (agonistic behavior) and additionally severe feather pecking (SFP) and cannibalism with their multifactorial reasons. Still, there are few studies available evaluating different genotypes for their welfare status under organic conditions. The aim of this study was to investigate the effects of genotype and husbandry with 100% organic feeding (2 variants with different riboflavin content: V1 and V2) on injuries and PD. During rearing nonbeaktrimmed male turkeys of a slow- (Auburn, $n = 256$) and fast-growing (B.U.T.6, $n = 128$) genotype were kept in 2 indoor housing systems (without environmental enrichment (EE) = H1–, $n = 144$ and with EE = H2+, $n = 240$). During fattening 13 animals per pen of H2+ were relocated to a free-range system (H3 MS, $n = 104$). EE included pecking stones, elevated seating platforms and silage feeding. The study

included five 4-wk feeding phases. At the end of each phase, injuries and PD were scored to assess animal welfare. Injury scores ranged from 0 (=no damage) to 3 (=severe damage) and PD from 0 to 4. Injurious pecking was observed from the 8th week onward (injuries: 16.5% and PD: 31.4%). Binary logistic regression models showed that both indicators were affected by genotype (each $P < 0.001$), husbandry (each $P < 0.001$), feeding (injuries $P = 0.004$; PD $P = 0.003$), and age (each $P < 0.001$). Auburn showed less injuries and PD than B.U.T.6. H1– had the fewest injuries and PD for Auburn animals compared to H2+ or H3 MS. In summary, the use of alternative genotypes (Auburn) in organic fattening improved welfare, but keeping them in free-range systems or in husbandry with EE, does not lead to a reduction of injurious pecking. Therefore, further studies are needed with more and changing enrichment materials, further management measures, changes in housing structure, and even more intensive animal care.

Key words: organic turkey fattening, injurious pecking, severe feather pecking, animal welfare, plumage damage

2023 Poultry Science 102:102746

<https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102746>

INTRODUCTION

Injuries and plumage damage (PD) represent major animal welfare problems in conventional and organic turkey fattening. On the one hand, pecking injuries are of considerable importance for animal welfare due to pain, suffering and damage caused to the animals, which also exposes them to an increased risk of infection that can lead to further diseases (Fiedler and König, 2005;

Kulke et al., 2014). On the other hand, deaths and emergency euthanization occur because of severe pecking injuries. If these events happen frequently, there are considerable economic losses (Busayi et al., 2006; Spindler, 2007).

These behavioral disorders are subject to a multifactorial complex (Krautwald-Junghanns et al., 2017) in which genetic disposition, husbandry, management, and feeding play important roles.

To improve animal welfare, animal-related information, known as welfare indicators, is used to assess the integument condition of turkeys in addition to behavioral perceptions (Knierim et al., 2016, 2020). These welfare indicators include injuries and PD, which allow

© 2023 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of Poultry Science Association Inc. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Received February 13, 2023.

Accepted April 19, 2023.

¹Corresponding author: desiree.haug@hswt.de

conclusions to be drawn on the welfare of the animals as well as on injurious pecking and thus on feather pecking and cannibalism.

In addition, in order to minimize the incidence of pecking, there are recommendations from the [Lower Ministry of Nutrition \(2019\)](#) for avoiding the occurrence of severe feather pecking (SFP) and cannibalism in turkeys, as well as emergency measures in the event of feather pecking and cannibalism. Nevertheless, in conventional husbandry, the beak of day-old chicks is still trimmed to minimize injuries and PD. Although this is prohibited under the German Animal Welfare Law §6 (amputation) (Federal Ministry of Justice), as it causes pain, suffering and injury to the animal, there are exceptions in subsection 3. In the case of turkeys, that means, that permission may only be granted if it is credibly demonstrated that the intervention is indispensable for the protection of the animals with regard to the intended use. However, routine implementation of this exemption should not be legitimized, but permission for beak trimming should only be granted in individual cases ([Kulke et al., 2016](#)). However, as the state of knowledge on the causes and influencing factors regarding SFP and cannibalism is still insufficient, regular stabling of beak-trimmed animals is not yet envisaged in Germany ([BMEL, 2019](#)). This is also forbidden in organic husbandry according to the Implementing Regulation (EG) No. 2018/848, but if for safety reasons or to improve the well-being or hygiene conditions of the animals, such interventions may be authorized by the competent authority on a case-by-case basis.

Injuries can be caused on the one hand by pecking or scratching by conspecifics and on the other hand by the impact of equipment (technopathies) ([Krautwald-Junghanns et al., 2011, 2017](#); [Krautwald-Junghanns and Širovník Koščica, 2020](#)). Various forms of pecking by conspecifics are summarized under the term injurious pecking (=repeated pecking of conspecifics at damaged house sites, resulting in bleeding and tissue damage). This term includes aggressive pecking, which is agonistic and occurs mainly in the head area ([Dalton et al., 2013](#)). This appears mainly during rank fights. In addition, there are injuries and PD because of SFP and cannibalism ([Dalton et al., 2013](#)). SFP leads to featherless areas and is defined as repeated pecking or pulling out of feathers, partial feather eating especially in the back, butt and base of the tail and leads to pain ([Dalton et al., 2013](#)). Cannibalism can result in severe bleeding injuries, with blood and tissue from living conspecifics being ingested via the beak ([Dalton et al., 2013](#)), which can ultimately lead to the death of the animals ([Berk, 2002](#)). SFP and cannibalism are distinct behavioral disorders that occur independently of each other ([Keppler, 2008](#)). Studies showed that injuries predominate in the head and neck area ([Bergmann, 2006](#); [Krautwald-Junghanns et al., 2017](#)). Cannibalism and SFP are attributed to behavioral disorders whose causes are triggered by a multifactorial event ([Spindler, 2007](#); [Berk et al., 2013](#); [Dalton et al., 2013](#); [Marchewka et al., 2013](#)). Studies by [Fiedler and König \(2005\)](#), [Spindler et al. \(2012\)](#), [Kjaer](#)

and [Bessei \(2013\)](#), [Berk et al. \(2013\)](#), [Schulze Bisping \(2015\)](#), the [Lower Ministry of Nutrition \(2019\)](#), and [Bartels et al. \(2020\)](#) assume that the main cause is misguided foraging and exploration behavior due to an unstructured, stimulus-poor environment, which leads to lack of employment and exercise. In addition, an unsuitable stable climate, lighting, stocking density, group size, social stress, management, feeding, and endogenous influences such as age, sex, and genetic components also play a role.

According to [Wartemann \(2005\)](#), [Schulze Bisping \(2015\)](#), and [Bartels et al. \(2020\)](#), the prevalence of injuries due to agonistic behavior increases with age. Similarly, studies showed that PD and injuries might depend on genetics. In most cases, the lighter breed shows fewer injuries than the heavier ones ([Bergmann, 2006](#); [Busayi et al., 2006](#); [Große Liesner, 2007](#); [Straßmeier, 2007](#); [Olschewsky, 2019a](#)). In studies of [Olschewsky \(2019a\)](#) for example, the fewest injuries occurred in the lightest breed, Hockenhull black, with 28% compared to Hockenhull bronze and Kelly BBB (37% injuries). This is also shown by [Berk and Cottin \(2005\)](#) where the fast-growing B.U.T.6 had more skin lesions. In addition, according to [Krautwald-Junghanns and Širovník Koščica \(2020\)](#), as well as [Bircher and Schlup \(1991\)](#), alternative breeds have a more pronounced comfort behavior, like the heavy cutting breeds.

Due to their body weight, the heavy breeds usually show extended lying times and reduced activity ([Krautwald-Junghanns and Širovník Koščica, 2020](#)). Especially toward the end of fattening, the resting of B.U.T.6 increases ([Bircher and Schlup, 1991](#)). Consequently, fast-growing breeds show more PD compared to the slow-growing breeds. According to [Kulke et al. \(2016\)](#), a reduction in agonistic pecking actions could be demonstrated by stable structuring with elevated elements. As a rule, A-rackers or straw bales are provided in barns of organic turkey fattening. However, there is a lack of retreat possibilities for the turkeys where they can rest or hide. It would therefore be desirable to provide raised structural elements made of hygienically safe material, which can be used throughout the entire housing period ([Niedersachsen, 2019](#)). According to studies by [Krautwald-Junghanns et al. \(2011\)](#), [Allain et al. \(2013\)](#), [Dalton et al. \(2013\)](#), and [Duggan et al. \(2014\)](#), the prevalence of injuries is also very high in organic turkey farming. In principle, the first approaches to reducing injuries are known, but solutions are still being sought, because so far damage pecking can only be minimized by the measures, but not prevented. Moreover, there are still few studies evaluating slow-growing turkey breeds (with the exception of Kelly BBB) with respect to their animal welfare status under organic conditions ([Olschewsky et al., 2020](#)).

Therefore, the aim of the present study was to investigate the influence of 2 different genotypes (Auburn and B.U.T.6) with different 100% organic feeding in 3 different housing systems (indoor housing with and without environmental enrichment (EE), mobile housing with free-range system) on welfare indicators (injuries and

PD) to identify risk areas. The question was if under organic conditions, whether nonbeaktrimmed male Auburn turkeys or B.U.T.6 have a superior potential to lower behavioral problems, with better welfare. Second, which husbandry system ensures more animal welfare and are there feeding-related problems? Furthermore, are there effects of the structural elements that lead to the prevention of feather pecking and cannibalism?

MATERIALS AND METHODS

Ethical Statement

The housing conditions and all procedures performed in this study, which concerned the handling and treatment of the animals, complied with the provisions of the German Animal Welfare Act and the European Union Guidelines (2010/63/EU). The study procedures and the experimental design were reviewed and approved by the Animal Welfare Officer and Committee of the Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Science (Permit-Number: HSWT-2022-1).

The present study is part of a larger study investigating the effects of genotype, husbandry, and feeding on behavioral abnormalities and productivity of turkeys. The focus of the present study is on turkey behavior and welfare.

Animals, Housing, and Management

The trial was conducted from February to June 2022 at the Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences in the stables of Zurnhausen, Germany (station 1) and at the Experimental and Educational Center for Poultry Husbandry of the Bavarian State Farms in Kitzingen, Germany (station 2).

The study included five 4-wk feeding phases. The rearing phase with two 4-wk periods lasted until wk 8 of age (P1 until 4 wk of age, P2 until 8 wk of age) and the fattening phase from wk 9 to 20 (P3 until 12 wk, P4 until 16 wk, P5 until 20 wk).

On the first day of life, 384 nonbeaktrimmed male turkeys of a slow- (Auburn: Aviagen Turkeys, $n = 256$) and a fast-growing (B.U.T.6: British Aviagen Turkeys, $n = 128$) origin, each with the same parent stock, were purchased from the Moorgut Kartzfehn Turkey Breeder GmbH (Bösel, Germany). Chicks were weighed individually immediately after hatching in the hatchery. The average body weight was determined by genotype and birds within 1 standard deviation were selected for the study. The animals were allocated by body weight to the pens to achieve an equal average body weight of 1-day-old chicks in each pen.

Rearing. During the rearing phase the animals were allocated to 12 pens each at the 2 stations mentioned above and kept indoors. At station 2, pens were without EE (H1-) and at station 1 with EE (H2+). H1- pens had a space allowance of 10 m²/pen (square layout) and H2+ pens of 6.81 m²/pen (elongated layout). Twelve animals per pen were housed in H1- and 20 animals per

pen in H2+. This resulted in a total of 144 birds in H1- (Auburn: $n = 96$; B.U.T.6: $n = 48$) and 240 birds in H2+ (Auburn: $n = 160$, B.U.T.6: $n = 80$). As EE, pecking stones (PICKME, Witteler GmbH & Co. KG, Anröchte, Germany) were available from d 1. Pecking stones were provided as mineral supplements as well as natural means of beak abrasion. In addition, elevated seating platforms (1.25 m × 0.65 m; made of screen printing plates: Schreinerei Förg, Freising, Germany) for rearing and hiding below were installed in the pens from the first day of life. Weekly they were adjusted to the size of the turkeys. In other words, the platforms were raised at a height that allowed the animals to sit on and rest under them. In addition, they were cleaned weekly.

During rearing, with uniform postlitter management (daily), wood shavings (Equipower Allround-Span, VETRIPHARM GmbH, Hurlach, Germany) were used as litter. During the first week of age, the animals were offered attract feed on feed plates (Siepmann GmbH, Herdecke, Germany) and egg humps (Klose & Debus GbR, Ruppichterth, Germany). Light management started with 23-h light and was reduced to 16 h by d 7. After that, there was a daily rhythm of 16-h light and 8-h dark. The light intensity was 20 lux. The temperature started at 36°C and was reduced to 18°C by the 8th week of age. Heat lamps, installed in each pen, remained until the 28th day of life. The animals were vaccinated against Newcastle Disease (Avishield ND "La Sota" Dechra Veterinary Products Deutschland GmbH, Aulendorf, Germany), Turkey Rhinotracheitis (Poulvac TRT, Zoetis Deutschland GmbH, Berlin, Germany and Nobilis Rhino, Covetrus DE GmbH, Düsseldorf, Germany) and Hemorrhagic Enteritis (Dindoral SPF, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim am Rhein, Germany) according to the vaccination schedule.

Fattening. During fattening (from 9th to 20th week of age), animals were raised in 3 different housing systems. In addition to the 2 housing systems mentioned above, there were 2 mobile houses (agricultural modular GmbH & Co KG, Kirchham, Germany), each with 4 compartments (4 compartments/genotype), with green runout (each in total: 177 m²). For this, 13 birds per pen were transferred from the indoor housing with EE (H2+) to a compartment of the mobile housing (H3 MS). Seven animals per pen remained in H2+. In addition to the 2 housing enrichments (pecking stones and elevated platforms) the turkeys were supplemented with alfalfa silage (Biolandbetrieb Hans Wagner, Freinhausen, Germany), offered 3 times daily, as a third enrichment. This serves not only as supplemental feeding, but also as an enriched, natural material for additional enrichment. There were no changes in the indoor housing without EE. SoftCell (Desintec SoftCell, AGRAVIS Raiffeisen AG, Münster, Germany) was used as litter during the fattening. There was a coordinated postlitter management between the sites (weekly). Grit was given twice a week per pen (100 g; 0.6–2 mm) (DORSILIT-Kristallquarz Nr.5+7, Übelein Baustoffe GmbH, Freising, Germany). At the 20th week of age, all animals were slaughtered.

Over the whole fattening period water was also available ad libitum in height adjustable nipple or pendulum drinkers (LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH & Co. KG, Barnstorf, Germany). Concentrated feed was also available ad libitum in rearing (short pellets with a diameter of 2 mm) and in fattening (3 mm diameter pellets) for the animals in height adjustable feeders (Siepmann GmbH, Herdecke, Germany).

In rearing there were two 100% organic concentrate feeding variations, which differed in their riboflavin content (according to [Aviagen Turkeys, 2015](#)). Feeding variant 1 (V1) had a low riboflavin content of 4 mg/kg and feeding variant 2 (V2) had a higher content of 8 mg/kg. In the fattening period, V1 and V2 no longer differed in their riboflavin content. Both rations had a low content. In the 12th week the riboflavin level was reduced from 4 mg/kg riboflavin to 2.9 mg/kg and in the 16th and 20th week to 2.4 mg/kg.

Thus this was a 3 factorial experimental design. First there were the 2 different genotypes Auburn and B.U. T.6. The pens were randomly divided into 2 different feeding groups (V1 and V2) with 4 replicates for Auburn and 2 replicates for B.U.T.6 per site or housing system. In rearing there were the 2 housing systems (H1– and H2+) and in fattening 3 husbandry systems (to H1– and H2+ the H3 MS).

Data Collection and Analysis

In order to assess the well-being of the turkeys, an assessment of the integument condition (injuries and PD) was scored at the end of each feeding phase (end of wk 4, 8, 12, 16, and 20). To be able to assess the criteria there were different scores. Injuries were divided into the regions wings, back, neck, and head/snood/caruncle, with a level scoring from 0 (=no damage) to 3 (=severe damage) ([Supplemental Table 1: scheme according to Schulze Bisping \(2015\)](#)). In the case of PD, a distinction was made between neck, back including sides of the body, wing cover, swings, and the butt with a scoring from 0 (=no damage) to 4 (=severe damage) ([Supplemental Table 2: scheme according to Schulze Bisping \(2015\)](#)).

Sample size was random and was 5 to 10 animals per pen (depending on stocking density). For consideration at the individual animal level, only one body side, wing or swing per animal was included in the evaluation and the part with the more serious change was always selected. Integument scoring was performed by 3 observers who completed a training period on 60 animals to determine interobserver reliability.

Daily animal control was performed and documented. Sick and injured animals were separated, cared for and excluded from the study. Mortality was recorded throughout the experiment.

Statistical Analyses

Microsoft Excel (version 2016, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) was used to collect and

prepare the data and to create diagrams. The program IBM SPSS Statistics (version 28, IBM, Chicago, IL) was used for data analysis.

For observer matching, a concordance analysis was performed to quantify the degree of agreement in the integument scores. For this purpose, the prevalence-adjusted and bias-adjusted kappa (PABAK) values were calculated as characteristics of the intraobserver reliability according to [Gunnarsson et al. \(2000\)](#). PABAK values were interpreted as follows ([Landis and Koch, 1977](#); [Kwicien et al., 2011](#)): <0.20 = insufficient, 0.21 to 0.40 = sufficient, 0.41 to 0.60 = moderate, 0.61 to 0.80 = good, and >0.80 = very good degree of agreement.

Injuries and PD were available as ordinally scaled characteristics in the experiment. In addition, a total score was formed for each of these characteristics from the respective individual regions and their scores by addition ([Schreiter et al., 2020b](#)). The relative proportions per score shown in the graphical figures correspond to the arithmetic mean of the respective region included. The ordinal scaled injuries and PD traits were tested univariate for effects of the husbandry type until the 8th week of age with Mann-Whitney *U* test and from the 12th week of age using the Kruskal-Wallis test ([Du Prel et al., 2010](#)). If there were significant differences between the variants, a pairwise comparison was made using the Mann-Whitney *U* test ([Du Prel et al., 2010](#)). Univariate tests for effects of genotype and dietary variants were performed using the Mann-Whitney *U* test.

Results are expressed in grouped medians for the integument traits. When scoring the integumentary characteristics, observations were grouped into classes (i.e., scores). Therefore, the grouped median was the most appropriate measure of location ([Schreiter et al., 2020b](#)).

In a second step, multiple logistic regression models were calculated with the above-mentioned integumentary traits as dependent variables and the independent variables genotype, husbandry type, feeding variant, and age as binary logistic regression ([Baltés-Götz, 2012](#)).

Nagelkerke's R^2 values, which give an indication of the extent of variance in the dependent variables explained by the model, were calculated. In this context, with regard to the explanatory power of the model, Nagelkerke's R^2 values ≥ 0.5 were considered high ([Backhaus et al., 2021](#)). For this calculation, the ordinal data scaling was transformed into a nominal scaling ([Supplemental Table 3](#)). For the injuries, 2 different nominal variants were created due to the different score range. Thus, a distinction between SFP/cannibalism and agonistic pecking is possible. Agonistic pecking occurs mainly in the head area ([Dalton et al., 2013](#)). SFP leads to featherless areas, especially in the back, butt and base of the tail ([Dalton et al., 2013](#)). Thus, there was one variant for injuries in the back and wing area and one for the neck/head/snood/caruncle area. The multicollinearity exclusion test was based on the Kendal Tau_b correlation coefficient of the factors.

Differences were considered statistically significant for *P* values of ≤ 0.05 . Tendency was defined for $0.05 < P \leq 0.1$.

Table 1. Influence of genotype, husbandry system, and feeding variant on injuries in dependence of age¹. The grouped scores are represented in the form of the grouped medians. Results of the Mann-Whitney *U* test and the Kruskal Wallis test.

Indicator/age	Genotype (G)		Husbandry system (H) ²			Feeding variant (V) ³		<i>P</i> values		
	Auburn	B.U.T.6	H1 -	H2 +	H3 MS	V1	V2	G	H	V
	Grouped median									
Back										
4th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
8th week	0.09	0.11	0.08	0.11		0.10	0.08	0.699	0.387	0.632
12th week	0.03	0.04	0.07^a	0.00^b	0.03^{ab}	0.03	0.04	0.885	0.033⁴	0.515
16th week	0.02	0.03	0.05	0.03	0.00	0.02	0.03	0.813	0.072	0.690
20th week	0.09	0.16	0.19^a	0.05^b	0.05^b	0.11	0.12	0.081	0.002	0.828
Wings										
4th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
8th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
12th week	0.01	0.04	0.04^a	0.00^b	0.00^b	0.01	0.03	0.051	0.031	0.175
16th week	0.02	0.06	0.03	0.06	0.00	0.06	0.00	0.130	0.356	0.044
20th week	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.439	0.552	0.321
Neck										
4th week	0.01	0.03	0.00	0.03		0.02	0.01	0.219	0.082	0.562
8th week	0.11	0.23	0.03	0.28		0.18	0.13	0.022	<0.001	0.279
12th week	0.20	0.34	0.18^b	0.29^{ab}	0.34^a	0.29	0.22	0.013	0.027	0.156
16th week	0.36	0.59	0.22^c	0.44^b	0.80^a	0.48	0.42	0.001	<0.001	0.322
20th week	0.66	0.77	0.35^b	1.00^a	1.03^a	0.73	0.68	0.148	<0.001	0.538
Head/snood/caruncle										
4th week	0.02	0.05	0.01	0.05		0.04	0.02	0.176	0.056	0.251
8th week	0.11	0.33	0.06	0.32		0.22	0.15	<0.001	<0.001	0.229
12th week	0.47	0.54	0.47	0.53	0.49	0.57	0.42	0.265	0.725	0.023
16th week	0.69	1.03	0.51^a	1.12^b	1.14^b	0.88	0.75	0.002	<0.001	0.197
20th week	1.33	1.59	0.82^b	1.93^a	1.79^a	1.52	1.33	0.023	<0.001	0.125
Total score back/wings										
4th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
8th week	0.09	0.11	0.08	0.11		0.10	0.08	0.699	0.387	0.632
12th week	0.04	0.08	0.11^a	0.00^b	0.03^b	0.04	0.07	0.196	0.001	0.176
16th week	0.03	0.06	0.07	0.08	0.00	0.05	0.03	0.260	0.067	0.350
20th week	0.09	0.16	0.20^a	0.05^b	0.05^b	0.12	0.12	0.116	0.001	0.982
Total score neck/head/snood/caruncle										
4th week	0.03	0.08	0.01	0.08		0.06	0.03	0.068	0.010	0.197
8th week	0.22	0.51	0.08	0.56		0.35	0.26	<0.001	<0.001	0.152
12th week	0.64	0.84	0.62	0.76	0.79	0.82	0.61	0.026	0.204	0.012
16th week	1.05	1.67	0.68^b	1.65^a	1.96^a	1.42	1.20	<0.001	<0.001	0.152
20th week	2.08	2.42	1.11^b	3.00^a	2.85^a	2.31	2.10	0.025	<0.001	0.184

¹Statistically different models for the husbandry system: for rearing in indoor housing (up to 8 wk of age) Mann-Whitney *U* and for fattening (9–20 wk) Kruskal-Wallis.

²H1– = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 wk of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout.

³Feeding groups with different riboflavin content: V1: 4 + 8 wk: 4 mg/kg; 12 wk: 2.9 mg/kg; 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg; V2: 4 + 8 wk: 8 mg/kg, 12 wk: 2.9 mg/kg, 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg.

⁴Bold typing and different indices (a, b, c) indicate statistically significant values.

RESULTS

PABAK values of 0.91 for injuries, and 0.85 for PD indicated very good interobserver reliability.

Mortality

There were only 8 losses in total. Whereby 4 animals had to be removed from the experiment due to technopathies and 4 animals died because of unclear genesis. Of these, 7 were from the fast-growing breed and only 1 turkey from the alternative breed. No turkey was lost due to pecking injuries. Overall, there was a mortality of 2.1%.

Injuries

The 4 scored regions were divided into 2 areas, first because the scores were distributed very differently and second to be able to distinguish between agonistic pecking and SFP. The neck/head/snood/caruncle was

combined into 1 total score and the back and wings into 1 total score. There were hardly any changes in the back and wing area over the entire course (only in the 20th week on the back) (Supplemental Figure 1). In the neck/head/snood/caruncle area, the increase in age and severity had a clear influence on the injuries (Supplemental Figure 2). They occurred mainly from the 8th week of age. Most of them were found in the head area and its appendages, followed by the neck. About 14.8% of the turkeys did not show injuries in either area in the 20th week. Minor injuries (score 1) were most common throughout the entire course. However, from the 16th week onward, massive injuries (score 3) occurred, accounting for 12.5% in the head area in the 20th week.

Genotype. The univariate analyses showed an influence of genetics, which were only observed in the areas of the neck and head/snood/caruncle (Table 1). B.U. T.6 showed more skin lesions (44.1%) over the entire fattening period compared to Auburn turkeys (31.8%) (Supplemental Figure 3). In the neck area, effects were

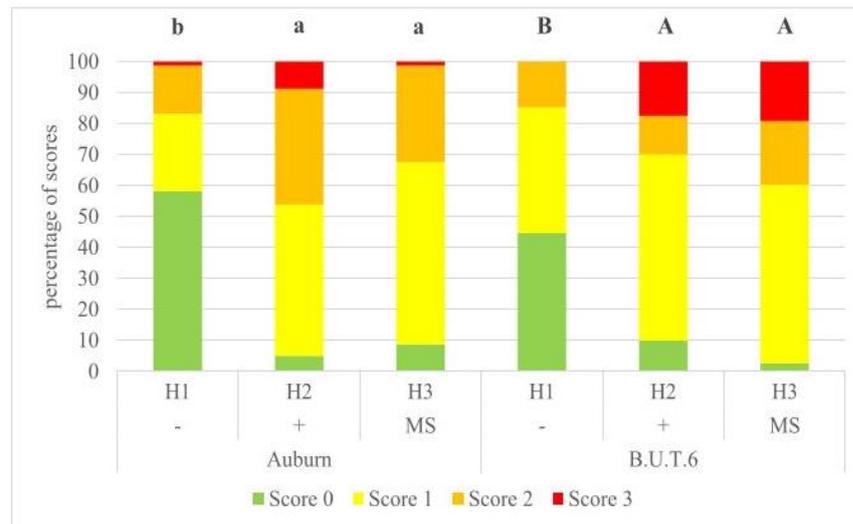


Figure 1. Relative percentage of scores for injuries at the neck/head/snood/caruncle region depending on genotype and husbandry system at the 20th week of life. H1- = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 wk of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout; Bonitur scheme with definitions of the scores in [Supplemental Table 1](#). Different indices within genotypes indicate significant differences between husbandry systems ($P \leq 0.05$).

visible in the 8th ($P = 0.022$), 12th ($P = 0.013$), and 16th week ($P = 0.001$). In the head area the effect was present in the 8th ($P < 0.001$), 16th ($P = 0.002$), and 20th week ($P = 0.023$). In the total score of the 2 regions, an effect of origin was evident from the 8th week ($P < 0.001$) to the 20th week ($P = 0.025$). For B.U.T.6, a peak, of injuries, was evident from wk 12 to wk 16 and for Auburn from wk 16 to week 20. B.U.T.6 had 31.3% head injuries in the 8th week and 86.5% in the 20th week, 22.9% of them have been massive injuries.

Husbandry. A husbandry influence had been recognized by univariate tests in all 4 sampled regions at all-time points ([Table 1](#)). On the back in wk 12 ($P = 0.033$) and wk 20 ($P = 0.002$). On the wings only in wk 12 ($P = 0.031$). In the 2 regions mentioned above, the injuries occurred mainly in the indoor housing without EE. In the neck region, effects were present in the 8th ($P < 0.001$), 12th ($P = 0.027$), 16th ($P < 0.011$), and 20th week ($P < 0.001$). In this skin region, the indoor housing without EE showed the least lesions. In the mobile housing a peak from the 12th to the 16th week and in the indoor housing with EE from the 16th to the 20th week had been seen. In the head area, differences were present in the 8th, 16th, and 20th week ($P < 0.001$). Significant injuries were found in the indoor housing with EE already in the 8th week, in the indoor housing without EE, in the 12th week. In the total score of neck and head, husbandry effects were evident from the 4th to the 20th week (excluded the 12th week; [Supplemental Figure 4](#)). The indoor housing without EE had the fewest injuries in both regions. In the 20th week 53.8% still had an intact skin in 1 of the 2 areas (H2+: 6.7%; H3 MS: 5.7%).

Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test indicated that there were differences between the genotypes in the stables ([Supplemental Table 3](#)). In the overall back and wing area there have been few effects. For

both genotypes injuries in this area were mainly recognizable in the indoor housing without EE.

In the neck area, husbandry effects were recognizable in the B.U.T.6 from the 8th ($P = 0.001$) to the 20th week ($P < 0.001$) and for Auburn in the 8th, 12th, and 20th week (each $P < 0.001$).

In the head area, significant differences were found in the B.U.T.6 from the 4th ($P = 0.041$) to the 20th week ($P < 0.001$) (excluded the 12th week) and in the Auburn in the 8th, 16th, and 20th week (each $P < 0.001$). For B.U.T.6 10% injuries were already found from the 4th week in the indoor housing with EE. Over the whole fattening period in the common region of the neck and head for both genotypes the least injuries were found in the indoor housing without EE. In the 20th week of age most injuries for B.U.T.6 occurred in the mobile housing (97.4%), of which 38.5% were massive injuries (score 3) in the head area. For Auburn turkeys 95% injuries were noted in the indoor housing with EE ([Figure 1](#)). Thereof 17.5% were massive injuries in the head area. However, the mobile housing showed nearly the same high values for injuries in the neck/head area in the Auburn (91.3%).

Feeding. The differences of the feeding variants were recognizable in Mann-Whitney U tests ([Table 1](#)). However, significances could only be observed in the wing area in the 4th week ($P = 0.044$), in the head/snood/caruncle area in the 12th week ($P = 0.023$) and in the total score of the neck/head/snood/caruncle region in the 12th week of age ($P = 0.012$). In this region a higher grouped median has been seen over the fattening period in V1, which had the lower riboflavin content in the rearing period ([Figure 2](#)). There were 29.4% of injuries in V1 and 26.1% in V2.

Logistic Regression. Husbandry system ($P < 0.001$), genotype ($P < 0.001$), age ($P < 0.001$), and feed variety ($P = 0.004$) influenced neck/head/snood/

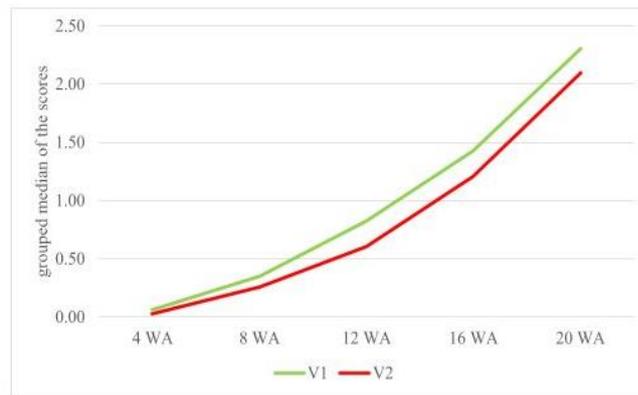


Figure 2. Grouped median of the scores for the injuries at the neck/head/snood/caruncle area in dependence of the feeding variant during the entire fattening period. Feeding groups with different riboflavin content: V1: 4 + 8 wk: 4 mg/kg; 12 wk: 2.9 mg/kg; 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg; V2: 4 + 8 wk: 8 mg/kg; 12 wk: 2.9 mg/kg; 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg; WA = week of age.

caruncle injuries in the significant overall logistic regression model ($P < 0.001$) with a Nagelkerke R^2 of 0.518. The odds ratio's showed that compared to genotype and husbandry, feed played a lower role (Table 2). In the logistic regression model in the region back and wings the feeding was excluded from the final model ($P = 0.975$). The husbandry system ($P < 0.001$), the genotype ($P = 0.001$), and the age ($P < 0.001$) influenced this region with a Nagelkerke R^2 of 0.089. Due to very low percentages of the nominal score 1 in Table 1, the explanatory power was low.

Plumage Damage

Plumage damage was progressive with age. However, up to the 20th week, score 0 (=intact plumage) predominated with 63.1%, followed by score 1 with 28.4%. Score 4 (=high PD) did not occur during the entire fattening period (Supplemental Figure 5). Almost no or only few damages were seen in the wing area, therefore this area was not discussed further. Damages mainly affected the swings (20th week: 89.1%) and the butt (20th week: 86.7%) (Supplemental Figures 6 and 7).

Genotype. The univariate analyses showed an effect of the genotype (Table 3). Plumage damage was concentrated in the swing (12th week $P = 0.002$; 20th week $P < 0.001$) and butt (8th week $P = 0.003$ to the 20th week $P < 0.001$) areas. These were already clearly visible from the 8th week. In the area of the swings an improvement was found in both genotypes in the 16th week. Therefore, there was a significant effect of origin on PD in their total score from the 8th ($P = 0.042$) to the 20th week ($P < 0.001$). Overall, Auburn showed less PD compared to B.U.T.6 (Supplemental Figures 8). In the swing and butt area, Auburn had 58.1% and B.U.T.6 had 70.8% damages of the plumage.

Husbandry. Recognized by univariate tests the husbandry significantly influenced the PD (Table 3) from the 8th week in 4 of the 5 bonitted regions. Noticeable here were higher grouped medians in the neck region of both genotypes in the 16th week in the mobile housing

and indoor housing with EE. Highly significant influences on the swings and on the butt had been observed from the 8th to the 20th week ($P < 0.001$). The lowest damage to the swings was found in the mobile housing (although it was still highest in the 12th week) and the most damage in the indoor housing with EE. Improvement had been seen in all 3 housing types in the 16th week. The butt showed the least damage in the indoor housing without EE. In the indoor housing with EE the most PD was evident at the butt. In summary, there was a highly significant effect from the 8th week until the 20th week in the total score. Overall, the indoor housing without EE (20th week score 2 + 3 = moderate PD: 5.0%) was the husbandry with lowest PD and the indoor housing with EE (17.7%) the one with highest PD (Supplemental Figures 9).

Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test indicated that there were differences between the genotypes in the stables (Supplemental Table 4). The husbandry effect in the swing area was highly significant ($P < 0.001$) in both origins from the 8th to the 20th week. Between the genotypes, more distinct differences were visible at the butt. B.U.T.6 had significantly more damages in this area compared to Auburn. For Auburn significances occurred in the 8th, 16th, and 20th week (each $P < 0.001$) and for B.U.T.6 from the 8th until the 20th week (each $P < 0.001$). Across both genotypes, the total score from wk 8 to wk 20 (each $P < 0.001$) was also highly significant. Toward the end of fattening, the mobile housing was the best housing system for Auburn (69% no PD) and the indoor housing with EE the worst (38% PD) (Figure 3). For B.U.T.6, the indoor housing with EE was also the husbandry with the most PD (45%) and the mobile housing just about the least (59% no PD).

Feeding. The Mann-Whitney U test of the feeding variants (Table 3) also showed differences. Significances were only seen in the neck area in the 12th ($P = 0.015$) and the 20th week ($P = 0.008$). In the 20th week there were differences in the swing ($P = 0.030$) and the butt ($P = 0.012$) area and in the total score in the 4th week ($P = 0.030$). A higher grouped median has been seen

Table 2. Parameter estimator for the logistic regression of the characteristics injuries in the region neck/head/snood/caruncle and back/wings and the total plumage damage during the entire fattening period.

Indicator	Nagelkerke R^2 ¹	Score (1)%	Regression coefficient B	Standard error	Wald	Sig.	Exp(B)	95% confidence interval for EXP(B)	
								Lower value	Upper value
Plumage damage	0.481								
Genotype									
Auburn		48.7	Reference				Baseline		
B.U.T.6		69.4	1.281	0.158	66.094	<0.001	3.600	2.644	4.902
Husbandry					151.808	<0.001			
H1-		41.0	Reference				Baseline		
H2+		69.3	2.344	0.192	149.744	<0.001	10.424	7.161	15.174
H3 MS		69.0	0.225	0.193	1.358	0.244	1.253	0.858	1.829
Feeding variant									
V1		53.0	Reference				Baseline		
V2		59.4	0.427	0.144	8.819	0.003	1.532	1.156	2.030
Age in weeks			0.296	0.018	265.993	<0.001	1.344	1.297	1.393
Constant			-4.769	0.296	259.768	<0.001	0.008		
Injuries neck/head/snood/caruncle	0.518								
Genotype									
Auburn		46.6	Reference				Baseline		
B.U.T.6		61.8	0.777	0.156	24.680	<0.001	2.175	1.601	2.956
Husbandry					101.075	<0.001			
H1-		37.7	Reference				Baseline		
H2+		52.4	1.465	0.175	70.216	<0.001	4.329	3.073	6.100
H3 MS		86.6	1.741	0.228	58.568	<0.001	5.706	3.653	8.913
Feeding variant									
V1		55.0	Reference				Baseline		
V2		48.8	-0.420	0.147	8.107	0.004	0.657	0.492	0.877
Age in weeks			0.294	0.018	277.098	<0.001	1.341	1.296	1.389
Constant			-4.372	0.282	241.006	<0.001	0.013		
Injuries back/wings	0.089								
Genotype									
Auburn		5.0	Reference				Baseline		
B.U.T.6		7.9	0.617	0.240	6.581	0.010	1.853	1.157	2.969
Husbandry					19.071	<0.001			
H1-		8.9	Reference				Baseline		
H2+		4.2	-0.687	0.279	6.057	0.014	0.503	0.291	0.869
H3 MS		2.5	-1.766	0.446	15.663	<0.001	0.171	0.071	0.410
Feeding variant									
V1		6.0	Reference				Baseline		
V2		6.0	0.007	0.238	0.001	0.975	1.007	0.632	1.607
Age in weeks			0.098	0.023	18.350	<0.001	1.103	1.055	1.154
Constant			-3.870	0.398	94.584	<0.001	0.021		

¹explanatory power of the model: < 0.1: poor explanatory power; 0.1-0.3: modest explanatory power; 0.3-0.5: moderate explanatory power; >0.5: good explanatory power

over the entire fattening period in V2, which had the higher riboflavin content in the rearing period (Figure 4). In V2 there were seen 28.2% PD and in V1 26.2%.

Logistic Regression. In the significant logistic regression model ($P < 0.001$) with a Nagelkerke R^2 of 0.481, husbandry system ($P < 0.001$), genotype ($P < 0.001$), age ($P < 0.001$), and feeding variation ($P = 0.003$) significantly influenced PD (Table 2). In summary, the feeding variants played a lower role compared to genotype and husbandry. Nevertheless, it must not be neglected that the chance for PD is 1.5 times higher with V2 than with V1.

DISCUSSION

The study was without any disturbances and the mortality rate was low.

The aim of the study was to investigate the influence of 2 different origins (alternative breed vs. fast-growing genotype) in different housing systems and feed variants under organic conditions on the welfare indicators (injuries and PD) to identify risk areas of injurious pecking.

Injuries

The study results showed a prevalence of 19.7% injuries of nonbeaktrimmed male turkeys. In conventional husbandry there can be an average of 32.5% injuries (Busayi et al., 2006; Große Liesner, 2007; Spindler, 2007). Bergmann (2006), Bartels et al. (2009), and Krautwald-Junghanns et al. (2011) recorded 23% injuries in organically kept turkeys. Spindler (2007) and Cottin (2004) observed fewer skin wounds in the outdoor environment. In principle, fewer injuries seem to occur in organic husbandry compared to conventional

INJURIOUS PECKING IN ORGANIC TURKEY FATTENING

9

Table 3. Influence of genotype, housing system, and feed on plumage damage (in the region wings, back, neck, swings, butt, and the total score) in dependence of age¹. The grouped scores are represented in the form of the grouped medians. Results of the Mann-Whitney *U* test and the Kruskal Wallis test.

Indicator/age	Genotype (G)		Husbandry system (H) ²			Feeding variant (V) ³		<i>P</i> values		
	Auburn grouped median	B.U.T.6	H1–	H2+	H3 MS	V1	V2	G	H	V
Wings										
4th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
8th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
12th week	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
16th week	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.072	0.090	1.000
20th week	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
Back										
4th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
8th week	0.01	0.04	0.00	0.04		0.03	0.01	0.199	0.024⁴	0.175
12th week	0.02	0.03	0.03	0.00	0.03	0.04	0.01	0.548	0.255	0.099
16th week	0.02	0.04	0.03	0.06	0.01	0.01	0.04	0.306	0.180	0.252
20th week	0.02	0.13	0.03	0.11	0.08	0.06	0.07	<0.001	0.097	0.762
Neck										
4th week	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	1.000	1.000	1.000
8th week	0.08	0.09	0.00	0.16		0.06	0.10	0.758	<0.001	0.252
12th week	0.06	0.08	0.01^b	0.08^{ab}	0.13^a	0.10	0.03	0.567	0.003	0.015
16th week	0.24	0.26	0.00^c	0.62^a	0.35^b	0.25	0.25	0.700	<0.001	0.997
20th week	0.03	0.03	0.00^b	0.03^{ab}	0.06^a	0.05	0.00	0.767	0.028	0.008
Swing										
4th week	0.09	0.14	0.12	0.09		0.07	0.14	0.233	0.527	0.058
8th week	1.46	1.46	0.99	1.93		1.45	1.47	0.961	<0.001	0.843
12th week	1.40	1.60	1.00^c	1.72^b	1.96^a	1.46	1.50	0.002	<0.001	0.599
16th week	0.80	0.93	0.82^b	1.54^a	0.32^c	0.79	0.90	0.156	<0.001	0.235
20th week	0.89	1.09	0.97^b	1.18^a	0.79^c	0.90	1.03	<0.001	<0.001	0.030
Butt										
4th week	0.01	0.04	0.03	0.01		0.01	0.03	0.075	0.314	0.314
8th week	0.53	0.98	0.10	1.50		0.58	0.76	0.003	<0.001	0.193
12th week	0.43	1.26	0.51^b	0.90^a	0.92^a	0.61	0.79	<0.001	<0.001	0.070
16th week	0.81	1.18	0.92^b	1.70^a	0.29^c	0.84	1.05	0.006	<0.001	0.120
20th week	0.93	1.62	1.03^b	1.59^a	1.17^b	1.10	1.32	<0.001	<0.001	0.012
Total score										
4th week	0.09	0.18	0.14	0.10		0.08	0.17	0.069	0.323	0.030
8th week	1.80	2.44	1.09	3.64		1.88	1.96	0.042	<0.001	0.352
12th week	1.82	2.89	1.54^b	2.71^a	3.14^a	2.13	2.27	<0.001	<0.001	0.490
16th week	1.74	2.38	1.76^b	4.03^a	0.96^c	1.82	2.13	0.006	<0.001	0.116
20th week	1.84	2.82	2.03^b	2.85^a	2.09^b	2.13	2.33	<0.001	<0.001	0.063

¹Statistically different models for the husbandry system: for rearing in indoor housing (up to 8 wk of age) Mann-Whitney *U* and for fattening (9–20 wk) Kruskal-Wallis.

²H1– = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 wk of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout.

³Feeding groups with different riboflavin content: V1: 4 + 8 wk: 4 mg/kg; 12 wk: 2.9 mg/kg; 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg; V2: 4 + 8 wk: 8 mg/kg, 12 wk: 2.9 mg/kg, 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg.

⁴Bold typing and different indices (a, b, c) indicate statistically significant values.

husbandry. In the study by Ermakow (2012), 22.6% of injuries occurred in conventional fattening and 14.1% in organic fattening. This was confirmed by Straßmeier (2007). Her study documented fewer injuries in organic management due to the lower stocking density. And in Olschewsky et al. (2020)), the reason for fewer injuries in organic husbandry was the smaller group size. However, there are also results with a higher prevalence of skin damage in organic fattening compared to conventional husbandry (Dressel et al., 2019). In summary, the results of the present study are comparable to those of Ermakow (2012).

In this study there were hardly any injuries in the back and wing areas (only 6% in total). As shown by Krautwald-Junghanns et al. (2011), the injuries in the back area were mainly identified as scratch wounds. Injuries in the wing area may have been caused by technopathies (e.g., when catching them for experimental

data collection or when turkeys moving up and down or bump into furniture when running).

In the present clinical examinations, skin lesions were mainly found in the head area and the appendages of the snood and caruncle, as well as on the neck. The snood area was the predilection site. Studies by Bergmann (2006) and Krautwald-Junghanns et al. (2017) confirmed also injuries predominantly in the head and neck area, with the snood area being particularly affected (Krautwald-Junghanns et al., 2011; Olschewsky, 2019a). In this study, already in the 8th week, there were 17.9% injuries in the head area, which increased to 78.5% by the 20th week. Of these, 12.5% showed massive injuries (score 3) in the 20th week. In the other scored regions, a score of 3 was not found. The wounds in these areas may have been mainly attributed to mutual agonistic pecking, which is especially noticeable in the head area according to Dalton et al. (2013). The results of

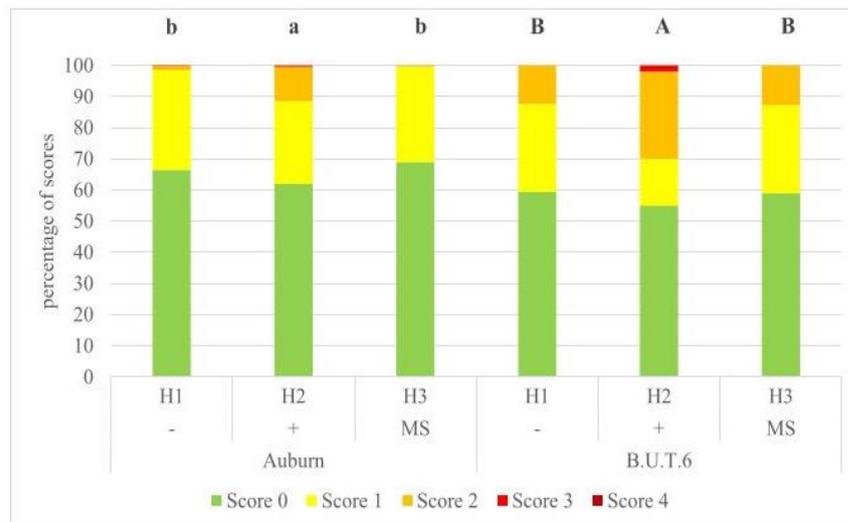


Figure 3. Relative percentage of scores for total plumage damage depending on genotype and husbandry system at the 20th week of life. H1- = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 wk of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout; Bonitur scheme with definitions of the scores in Supplemental Table 2. Different indices within genotypes indicate significant differences between husbandry systems ($P \leq 0.05$).

this study showed that in the head and neck area, the influence of age had the greatest effect on skin lesions. According to Wartemann (2005), Schulze Bisping (2015), and Bartels et al. (2020), the prevalence of injuries due to agonistic behavior increased with age. Bartels et al. (2020) assumed that younger animals are still more active, flee more easily and have less motivation against injurious pecking. In addition, the strength of the beak increases with age. In principle, turkeys begin to make threatening gestures to establish a hierarchy from the 8th week of age (Healy, 1992). Direct observations in this study showed that these already started with the 6th week of age.

Genotype. Studies have identified a genetic effect on injuries. In most cases, the lighter breeds showed fewer injuries (Bergmann, 2006; Busayi et al., 2006; Große Liesner, 2007; Straßmeier, 2007; Olschewsky, 2019a). Similarly, in the study of Olschewsky (2019a), the least injuries occurred in the lightest breed (Hockenhull black) with 28% compared to Hockenhull bronze and

Kelly BBB (37% injuries). The results of this study confirmed that the lighter alternative breed of Auburn (which is comparable to Hockenhull black) had a lower prevalence of injuries (17.1%) compared to B.U.T.6 (24.0%). As well as proven by Berk and Cottin (2005) where the fast-growing B.U.T.6 had more skin lesions. In the B.U.T.6 strain a high prevalence in the neck/head area was already present from the 8th week, in the present study. A large increase in lesions could have been seen from the 8th to the 12th week. This deterioration of skin condition due to injuries was seen in the Auburn only from wk 16 to wk 20. Similarly, Hockenhull black in Olschewsky et al. (2019b) showed an increase in injuries only toward the end of fattening. This may have been explained by the fact that the heavy fast-growing breeds, such as B.U.T.6, are on the one hand more precocious and therefore show agonistic behavior earlier, and on the other hand are heavier and cannot flee as quickly as the lighter alternative breeds. Auburn turkeys are considered calmer and their sexual maturity seems to



Figure 4. Grouped median of the scores for the total plumage damage in dependence of the feeding variant during the entire fattening period. Feeding groups with different riboflavin content: V1: 4 + 8 wk: 4 mg/kg; 12 wk: 2.9 mg/kg; 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg; V2: 4 + 8 wk: 8 mg/kg; 12 wk: 2.9 mg/kg; 16 + 20 wk: 2.4 mg/kg; WA = week of age.

start later (Fokus Tierwohl, 2022). To reduce aggressive fights, genetic selection of less aggressive lines is seen as a solution (Martrenchar et al., 1999).

Husbandry. In addition, the type of husbandry had a considerable influence. According to Kulke et al. (2016), a reduction in agonistic pecking actions could be demonstrated by structuring the housing with elevated elements. Therefore, in this trial, elevated platforms were offered in the indoor housing with EE and in the mobile housing for the turkeys to retreat to and to sit on. In addition, alfalfa silage and pecking stones were offered as enriched material. Neither the offer of elevated platforms, alfalfa silage, and pecking stones in the indoor housing with EE, nor the elevated seating platforms and the green runout in the mobile housing led to a reduction in agonistic behavior, compared to the pure indoor housing. Whereas in the mobile stable 100% of the neck and head area was injured in the 20th week and 98.3% in the indoor housing with EE, only 68.4% of the neck and head area was injured in the indoor housing without EE. For both genotypes the least injuries were found in the indoor housing without EE. The most injuries for B.U.T.6 occurred in the mobile housing (77.5%) and for Auburn turkeys in the indoor housing with EE (41.6%). Similar results could also be observed in the study by Berk et al. (2017), despite the presence of enriched material, no effect of avoiding damage pecking could be achieved in the housing of beak-shortened turkeys. This resulted mainly in injuries to the appendage organs. Although EE such as hay and silage had a high acceptance rate, but in the study by Berk et al. (2013) the turkeys, which were kept with enriched material, had a higher prevalence of injuries compared to the control group. Thus, not only the lack of employment is the reason for the occurrence of injurious pecking, but numerous other factors/stressors (Bartels, 2015), which is also evident in this study.

To reduce or prevent injuries caused by technopathies the floor layout of the pens in the indoor housing with EE would have to be changed. The layout should be square and not elongated. This would allow the EE (elevated platforms and silage boxes) to be arranged in a different way. Thus, the disturbance of the resting behavior of the animals and their stress level could be reduced. In addition, more or a changing range of EE should be offered in indoor housing, as injuries start very early there. Already 10% injuries were found in this husbandry in the 4th week of age. Furthermore, direct observations showed that new people in the stable stressed the animals and led to excitement. Thus, they showed more stimulation behavior. This in turn could have led to a higher incidence of pecking. In indoor housing with EE, Auburn turkeys may have shown higher injury rates toward the end of fattening, as they are thought to mature later and are less able to avoid each other in this housing than in the free-range system.

Structures and functional areas should be installed in the runout area of the free-range system, like for example elevated seating platforms or peaked roofs. On the one hand, this offers the turkeys more variety and, on

the other hand, they will probably spread out better in the runout. In the case of the B.U.T.6 animals, the injuries in the mobile housing could have occurred due to the earlier and more pronounced sexual maturity in combination with the sunlight (discussed further below) and the lazier behavior of the animals.

Plumage Damage

Severe feather pecking usually manifests by PD in the regions of the back, butt and the neck. In addition, damage to the plumage can be caused by technopathies. Neither this studies nor Straßmeier (2007) and Olschewsky (2019a) found a progressive course and thus a reduction in plumage condition over the duration of fattening. Only in the butt area a progressive course was seen.

There was a high prevalence of PD with a total of 79.3%. Of these, Auburn had 77.6% and B.U.T.6 81.4% damages. However, no high-grade damage (score 4) occurred and score 3 only had 0.3%. Most of the damage was low-grade damage (score 1 = individual feathers are missing or damaged). Score 2 (=clear damage up to 1/2 of the plumage) was only in the butt and swing area very common. Other authors also found high prevalences. In Olschewsky (2019a) Hockenhull black had a mean of 82% PD and Kelly BBB and Hockenhull bronze 85%. Results from Bergmann (2006) showed a maximum of 23% intact plumage in organically reared turkeys. Results from Berk et al. (2006) showed 100% damages in conventionally reared B.U.T.6 birds and in Bartels et al. (2009) there were 97%. Thus, results of the present study showed similar prevalences.

Plumage damage in the wing and back area was rarely present. Damage to the back plumage could be caused by mounting on other animals, unintentional scratching injuries or technopathies.

In the neck area, most damage occurred in the 16th week of age (23.2%). Mutual pecking was assumed for PD in the neck area, which can lead to feather pecking and cannibalism (Lower Ministry of Nutrition, 2019). Comparing with the injuries, PD increased over the course of the fattening period and couldn't be linked to the PD. The damage was almost the same in both genotypes. Furthermore, indoor housing with EE and mobile housing showed the most PD. An unknown stressor seems to have caused feather pecking in the neck area between the 12th and 16th week.

The most severe damage was found on the swings and on the butt. The butt or tail area was the most severely affected. Technopathies seem to be the main cause of the damages there, because turkeys often run over the butt and swings (Schulze Bisping, 2015). In the course of fattening, the resting phases increase (Bircher and Schlup, 1991). Consequently, the turkeys run over the butt of other animals more and more often. This could indicate resting behavior and the quality of the litter (Olschewsky, 2019a). This increase in damage with age was also shown by this study results.

When catching the animals for bonitur, swing feathers were sometimes damaged, though only the tips of the wings were broken or deformed, no feathers were missing or pecked. Until the 12th week the prevalence of damaged feathers was very high, and decreased thereafter. This is partly due to the change of plumage, which is completed by the 15th week (Thiele, 2005), and partly due to the birds becoming calmer with age, resulting in less damage due to technopathies.

Genotype. The investigations showed a genetic connection, which is mainly related in the swing and butt region. Auburn had a better plumage in both areas compared to the B.U.T.6. Auburn showed there a total of 58.1% and B.U.T.6 70.8% of PD. On the one hand, B.U.T.6 had a less distinctive comfort behavior compared to the Auburn turkeys. On the other hand, the high body weight and size of these turkeys played a role. As a result, they cannot reach certain regions during plumage care, or only with great difficulty, which could prevent damage due to soiling, which is also documented in Krautwald-Junghanns and Širovník Koščica (2020). In addition, due to their weight, they usually show longer lying times and reduced activity (Krautwald-Junghanns and Širovník Koščica, 2020). Especially toward the end of fattening, the resting of B.U.T.6 increases (Bircher and Schlup, 1991), resulting in more damage to the butt, due to other animals running over it. Direct observations in this study showed a more distinctive stimulation behavior of B.U.T.6, whereby the butt is more often fanned out and can bump more often against equipment. In addition, there might have been more damage to the swings due to the size of the birds, as they bump into equipment more often than the smaller Auburns when they were moving up and down the elevated platforms. Furthermore, the plumage color is an influencing factor that should not be ignored (Huber-Eicher and Wechsler, 1997; Fokus Tierwohl, 2022; own direct observations). Everything what glitters and shines is interesting for turkeys. Therefore, dust, dirt particles, sunlight and blood are immediately noticeable in white plumage (Huber-Eicher and Wechsler, 1997). The turkeys followed their exploring urge, which they did with their beak, and peck at these spots, which can cause damage and ultimately SFP.

Husbandry. A husbandry effect was also evident in these regions. The indoor housing without EE (20th week score 2 + 3 = moderate PD: 5.0%) and the mobile housing (6.6%) were the best and the indoor housing with EE (17.7%) the worst. In summary, even for both genotypes, the indoor housing with EE was the husbandry system with the most PD and the mobile housing the one with the least. Whereas the indoor housing without EE showed almost the same amount of damage as the mobile housing. This showed that technopathies could have been mainly responsible for PD in this trial, as most damage occurred in both genotypes in the indoor housing with EE. There the elongated pen and several furnishings could have increased the risk of technopathies. The furnitures led to damage to the butt when the turkeys butt against the automatic feeders or

other things during the imposing behavior with a fanned out butt. Observations showed that mainly tips were broken off at the butt, only rarely a feather was pecked. Moreover, technopathies occurred frequently in the swing area. During direct observations, it was often seen that animals bumped with the swings when jumping up or down the elevated platforms (Olschewsky, 2019a). These observations were also made in this study, where the swings on the automatic feeders, for example, were damaged or even the feathers on the swings broke off due to the bumping when jumping up or down the elevated platforms. Likewise, due to the elongated pens in this housing, the turkeys ran more frequently over the butt of resting animals. In summary, the pens have to be square and not elongated. This results in a better arrangement of the EE. This would lead to fewer injuries due to bumping and running over the butt.

In the indoor housing without EE, the least damages occurred, which is due to the fact that the animals had a square pen and fewer equipment items. This could have reduced the risk of damage caused by technopathies.

The free-range system showed a similar amount of damage as the indoor housing without EE. The least damage was found in the swing area (although it was still highest in the 12th week). In the butt area, the damage was slightly higher compared to the indoor housing without EE. Improvements in plumage condition were visible in all 3 housing types in the 16th week, whereby the greatest improvement took place in the mobile housing. The plumage change was completed by the 15th week, which could have explained the improvements. As the birds in the mobile housing and the green runout also had a softer surface and the swings do not drag over the litter during imposition, the best values were probably achieved there.

Injuries and Plumage Damage

Feeding. Likewise, a subordinate feed influence was evident for injuries and PD. The energy content of the 2 rations was similar. Differences were only present in the riboflavin content in the 4th and 8th week. Feed V1 (with the lower riboflavin content) tended to have a higher degree of injuries, but this is not statistically confirmed. Furthermore, the differences are in the marginal range (V: 29.4% and V2 26.1% injuries in the neck/head/snood/caruncle area). Perhaps one reason could have been that the animals of V1 may have had a slight riboflavin deficiency. In general, riboflavin deficiency leads to skin inflammation (Hafez and Jodas, 1997) in addition to growth depression and poor feed conversion (National Research Council, 2000). Inflammatory skin changes that may not have been visible could have caused pain and thus led to discomfort and stress for the turkeys. This, in turn, could have triggered injurious pecking. These inflammations may also have led to skin, that is more sensitive. This could favor injuries because of pecking. In summary, the feed only played a

subordinate role compared to the genotype and the husbandry in this trial.

More PD was seen in V2. However, this is also not statistically confirmed. Like for injuries the differences are in the marginal range (V1 26.2% and V2 28.2% of PD). A possible better supply of V2 to the turkeys during rearing could have led to better growth on the one hand and higher activity on the other, which could cause more damage to the swings and butt due to technopathies. However, more other reasons seem to have an influence on feed, because in the overall logistic regression PD played a subordinate role compared to genotype and husbandry.

Thus, the significance of different riboflavin feeding variants has not been finally clarified and requires further studies.

Besides this, a too short feed intake is discussed as a main reason for injurious pecking. However, there are still few studies available on feed composition (except for laying hens) (Kulke et al., 2016). Therefore, most experiences result from laying hen husbandry and are tried to be applied to turkeys. According to Patt et al. (2018) and Hartini et al. (2002), an increasing raw fiber content in the feed leads to less PD and injuries in laying hen husbandry. Due to a longer feed intake and thus prolonged ingesta passage, less feather pecking occurs (Kjaer and Bessei, 2013). This is because more pecking strokes are necessary to pick up feed with a high raw fiber content. Consequently, the birds are longer active. In addition, pelleted feed does not satisfy the turkeys' motivation to peck (Kjaer and Bessei, 2013). Similarly, Kjaer and Bessei (2013) conclude in their study that raw feathers promote intestinal passage in a similar way to raw fiber. Therefore, for Schreiter (2020a), increasing the feed intake of raw fiber in poultry is a crucial factor in reducing these behavioral disorders. This can also be seen in this study due to the low incidence of feather pecking.

However, as already mentioned, other factors also seem to be responsible for the injuries and PD.

Normal Behavior and Stocking Density. It is important and necessary for the behavior of turkeys that they can develop social structures. The current group sizes in intensive husbandry do not fulfill this requirement (Krautwald-Junghanns and Širovnik Koščica, 2020). The individual can no longer distinguish between individual animals, leading to stress for the turkey. This increases the probability of conflict situations (Bircher and Schlup, 1995). In group sizes of less than 30 animals, this social structure can be formed, but aggressive pecking in particular can be seen there. Under these conditions, a strong hierarchy can be maintained (Marchewka et al., 2013). Therefore, aggressive behavior is seen as an attempt to form a robust hierarchy (Buchwalder and Huber-Eicher, 2005). In the present study, there were small group sizes of 20 to a minimum of 5 animals. Thus, the formation of social structure seems to have been one of the reasons for aggressive pecking. Kulke et al. (2022) were also able to identify agonistic interactions as a cause of pecking in small turkey flocks.

As well as the size of the flock, stocking density may have played a role. However, the results of Kulke et al. (2022) did not show that low stocking density leads to fewer injuries. Although a homogeneous flock can reduce severe feather pecking, but agonistic interactions increase with the formation of the hierarchy (Fokus Tierwohl, 2022).

It is necessary for turkeys to be able to rest and sleep in order to maintain their normal biological function. That is not possible in large groups. Lying animals are often disturbed and startled due to the lack of space (Dillier, 1991). However, resting behavior is disrupted in incorrectly designed pens (e.g., elongated, as in this study) or open unstructured systems (Krautwald-Junghanns and Širovnik Koščica, 2020). This in turn leads to stress and can trigger severe feather pecking or cannibalism. Thus, the pen design in the present study should not be elongated, but square with enough space for movement without disturbing other animals.

Light Intensity. Furthermore, injurious pecking is favored by high light intensity and thus by sunlight (Sherwin and Kelland, 1998; Spindler, 2007; Duggan et al., 2014), as well as by changing light conditions. According to Vehse and Ellendorff (2000), light duration and light intensity play a role in sexual maturation and the reproductive cycle. The sexual maturation of turkeys takes place above a minimum light intensity. Under short-day conditions (6L), they do not reach sexual maturity. It begins from a light length of 10.5L to 14L. Long (23L), intermittent and increasing light duration accelerates spermatogenesis (Vehse and Ellendorff, 2000). It can be concluded that due to the light intensity and the light duration in the mobile housing, the turkeys may have showed agonistic behavior earlier than the turkeys in the indoor stables. Due to higher windows compared to the indoor housing with EE, the lowest light intensity could have been found in the indoor housing without EE.

In this study, the influence of light in the exercise area nor in the indoor housing with EE could not be assessed (low-lying windows that allow sunlight into the pens compared to H1– with high windows). To clarify the influence of light, a winter trial would be necessary.

Finally, an inadequate house climate (e.g., an increased ammonia content) or temperature changes can lead to discomfort and stress and thus trigger pecking in turkeys (Lower Ministry of Nutrition, 2019).

In summary, turkeys are very sensitive animals that react immediately to changes. Therefore, if several stressors are present, injurious pecking is difficult to avoid.

The clinical examinations of this study showed especially an occurrence of agonistic pecking mainly in the snood area. Cannibalism did not occur and severe feather pecking only to a very small extent. Only in the 16th week in the neck area and in the back area, however, only in single animals and not concentrated on a certain week. In the studies by Olschewsky et al. (2020), there were just as few injuries and PD, which can be seen as positive from an animal welfare point of view and can be attributed to the small group size. In their

study, there were only 3 losses due to cannibalism. Although PD and injuries occurred to a not insignificant extent, the findings did not indicate manifest problems of feather pecking and cannibalism (Olschewsky, 2019a). In beak-trimmed turkeys, Petermann (2006) found loss rates due to pecking of 8 to 10%. Kulke et al. (2022) also found an average loss rate in 2 trials of 10% in nonbeak-trimmed turkeys. The own study results show an overall loss rate of 2.1%, of which no loss was due to pecking. Therefore, it can be concluded that avoiding beak-trimming of turkeys does not always have to lead to an increased mortality rate.

CONCLUSIONS

In this study, Auburn turkeys showed better welfare in organic husbandry in terms of injuries and PD. The male slow-growing alternative breed (Auburn) showed overall less skin lesions and PD compared to the fast-growing B. U.T.6. The mobile housing with a green runout did not improve animal welfare as such. In summer, light duration and light intensity play a decisive role in mobile housing, which mainly can lead to agonistic interaction. Comparative studies during the winter months would be helpful here. Injurious pecking caused a considerable amount of skin injuries in this study. These already occurred from the 8th week of age. The predilection site was the head and especially the snood area. Like injuries, PD occurred from the 8th week onward to a not insignificant extent, especially in the areas of butt and swings.

Although structural elements showed a high acceptance, but injurious pecking could not be prevented because of too many other influences, which led to pecking injuries.

In summary, the use of light alternative breeds (Auburn) in organic turkey fattening can be recommended to improve animal welfare and minimize the risk of pecking. However, keeping them in free-range systems with outdoor access, does not result in a reduction of injuries and PD compared to keeping them only in indoor housing or raising heavy fast-growing breeds. In summary, this may possibly be changed through improvements in management and husbandry structure. Therefore, there is a need for more and changing employment materials, already during rearing period, structuring in the outdoor area and even more intensive animal care. The individuality of the herd must always be taken into account. Further studies are needed to determine whether the welfare of alternative breeds, such as Auburn turkeys, are better in organic free-range systems due to the changes mentioned above. Likewise, the effect of feeding with different riboflavin contents must be further investigated.

ACKNOWLEDGMENTS

The study was funded by the German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) and part of the Organic Farming and other Forms of Sustainable

Agriculture Project (BÖLN). The grant number was 2819OE057.

DISCLOSURES

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in the present study.

SUPPLEMENTARY MATERIALS

Supplementary material associated with this article can be found, in the online version, at [doi:10.1016/j.psj.2023.102746](https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102746).

REFERENCES

- Allain, V., D. Huonnic, M. Rouina, and V. Michel. 2013. Prevalence of skin lesions in turkeys at slaughter. *Br. Poult. Sci.* 54:33–41.
- Aviagen Turkeys. 2015. Feeding Guidelines for Nicholas and B.U.T. Heavy Lines. Accessed Feb. 2023. Available at <https://www.aviagenturkeys.com/uploads/2015/11/20/NU06%20Feeding%20Guidelines%20for%20Nicholas%20&%20BUT%20Heavy%20Lines%20EN.pdf>.
- Backhaus, K., B. Erichson, S. Gensler, R. Weiber, and T. Weiber. 2021. *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 16., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer Gabler, Wiesbaden, Germany.
- Baltes-Götz, B. 2012. *Logistische Regressionsanalyse mit SPSS*. Universität Trier. Accessed Dec. 2022. <https://www.uni-trier.de/fileadmin/urt/doku/logist/logist.pdf>.
- Bartels, T. 2015. Einfluss Lichtqualität von Beschädigungspicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten. Schlussbericht, Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Celle; FLI. Accessed July 2022. https://www.ml.niedersachsen.de/download/103696/Abschlussbericht_FLI_Einfluss_der_Lichtqualitaet_auf_Beschaedigungspicken_und_Kannibalismus.pdf.
- Bartels, T., J. Böhme, K. Cramer, A. Dellavolpe, R. Ellerich, M. Ludewig, and Mitterer Istyagin. 2009. Abschlussbericht zum Forschungsauftrag 06HS015 "Indikatoren einer tieregerechten Mastputenhaltung". Accessed Dec. 2022. https://www.ml.niedersachsen.de/download/72908/Abschlussbericht_zum_Forschungsauftrag_06HS015_Indikatoren_einer_tieregerechten_Mastputenhaltung_.pdf.
- Bergmann S., Vergleichende Untersuchung von Mastputenhybriden (B.U.T. Big 6) und einer Robustrasse Kelly Bronze) bezüglich Verhalten, 2006, Gesundheit und Leistung in Freilandhaltung, Dissertation, Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany.
- Bartels, T., R. A. Stuhmann, E. T. Krause, and L. Schrader. 2020. Injurious pecking in fattening turkeys (*Meleagris gallopavo* f. dom.)—video analyses of triggering factors and behavioral sequences in small flocks of male turkeys. *Poult. Sci.* 99:6326–6331.
- Berk, J. (Ed.). (2002). *KTBL Schrift*. 412, Münster, Germany.
- Berk, J., and Cottin, E. 2005. Verhalten, Lauffähigkeit und Tibiale Dyschondroplasia in Abhängigkeit von Besatzdichte und strukturierter Haltungsumwelt bei männlichen Puten. *Landwirtschaftsverlag*:156–165. Accessed Nov. 2022. https://www.openagrar.de/receive/timport_mods_00044508.
- Berk, J., T. Hinz, and S. Wartemann. 2006. Tierverhalten, Tierleistungen und Tiergesundheit in einem Putenmaststall mit Außenklimabereich. *Landbauforschung Völknerode* 3/4:159–171. Accessed Aug. 2022. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/zi040340.pdf.
- Berk J., Stehle E., Bartels T., Spindler B. and Hartung J., Einfluss der Fütterungstechnik und des Angebotes von Beschäftigungsmaterial auf das Vorkommen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Puten, 2013, Schlussbericht, Institut für

- Tierschutz und Tierhaltung Celle, Germany; FLI:44. Accessed March 2022. https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/tiergesundheitschutz/tierschutzplan_niedersachsen_2011_2018/puten/puten-110863.html.
- Bircher, L., and P. Schlup. 1991. Schlussbericht Teil 2—Ethologische Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Trutenmastsystemen. Abteilung Sozial- und Nutztierethologie. Zoologisches Institut, Schlussbericht, Universität Bern, Schweiz.
- Bircher, L. and P. Schlup. 1995. Sitzstangen in der Mastputenhaltung. Pages 169–177 in Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift, Darmstadt, Germany.
- Buchwalder, T., and B. Huber-Eicher. 2005. Effect of group size on aggressive reactions to an introduced conspecific in groups of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93:251–258.
- Busayı, R. M., C. E. Channing, and P. M. Hocking. 2006. Comparisons of damaging feather pecking and time budgets in male and female turkeys of a traditional breed and a genetically selected male line. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 96:281–292.
- BMEL. 2019. Tierschutzbericht der Bundesregierung 2019. Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft:164. Accessed May 2022. <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/tierschutzbericht.html>.
- Cottin, E. 2004. Einfluss von angereicherter Haltungsumwelt und Herkunft auf Leistung, Verhalten, Gefiederzustand, Beinstellung, Lauffähigkeit und Tibiale Dyschondroplasia bei männlichen Mastputen. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Germany. Accessed June 2022. https://elib.tiho-hannover.de/receive/etd_mods_00002405.
- Dalton, H. A., B. J. Wood, and S. Torrey. 2013. Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions. *Worlds Poultry Sci. J.* 69:865–876.
- Dillier, R. M. 1991. Ethologische Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit intensiver Aufzuchtgehalten für die Mastproduktion von Truten. Schlussbericht für das Bundesamt für Veterinärwesen. Schweiz, Bern.
- Dressel, A., M. E. Krautwald-Junghanns, H. Dressel, O. Ermakow, S. Preidl, and T. Bartels. 2019. Vergleichende Auswertung von Schlachtfunden bei konventionell und ökologisch gehaltenen Mastputen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 132.
- Du Prel, J. B., B. Röhrig, G. Hommel, and M. Blettner. 2010. Auswahl statistischer Testverfahren, *Deutsches Ärzteblatt | Jg. 107 | Heft 19 | 14. Mai 2010* 343.
- Duggan, G., T. Widowski, M. Quinton, and S. Torrey. 2014. The development of injurious pecking in a commercial turkey facility. *J. Appl. Poult. Res.* 23:280–290.
- Fiedler, H.-H. 2005. Tierschutzrechtliche Bewertung der Schnabelkürzung bei Puteneintagsküken durch Einsatz eines Infrarotstrahls. *Eur. Poult. Sci.* 70:241–249.
- Ermakow O., 2012. Ergebnisse der Fleischuntersuchung bei Puten aus ökologischer und konventioneller Haltung. Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig, Germany. Accessed Feb. 2022. <https://core.ac.uk/download/pdf/226099522.pdf>.
- Fokus Tierwohl, P. 2022. Podcast: Kupierverzicht bei Puten. Accessed Nov. 2022. <https://www.fokus-tierwohl.de/de/mediathek/podcasts/podcast-kupierverzicht-puten>.
- Große Liesner, B. 2007. Vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung sowie zum Auftreten (Häufigkeit/Intensität) primär nicht-infektiöser Gesundheitsstörungen bei Puten fünf verschiedener Linien. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Germany.
- Gunnarsson, S., B. Algers, and J. Svedberg. 2000. Description and evaluation of a scoring system of clinical health in laying hens - Laying Hens in Loose Housing Systems, Clinical, ethological and epidemiological aspects. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Hafez, H. M., and S. Jodas. 1997. *Putenkrankheiten*. Enke, Stuttgart, Germany.
- Hartini, S., M. Choct, G. Hinch, A. Kocher, and J. V. Nolan. 2002. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA Brown laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 11:104–110.
- Healy, W. M. 1992. *The Wild Turkey. Biology and Management Behavior*. Dickson, J. G. ed. Stackpole Books, Mechanicsburg, PA.
- Huber-Eicher, B., and B. Wechsler. 1997. Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Anim. Behav.* 54:757–768.
- Kepler, C. 2008. Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkuipierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltungen mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase. Dissertation, Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften Universität Kassel Witzenhausen., Kassel, Germany.
- Knierim, U., Andersson R., Kepler C., Petermann S., Rauch E., Spindler B., and Zapf R. 2016. Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Geflügel. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Jung- und Legehennen, Masthuhn, Mastpute. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, Germany.
- Kjaer, J. B., and W. Bessei. 2013. The interrelationships of nutrition and feather pecking in the domestic fowl – a review. *European Poultry Science. Archiv für Geflügelkunde* 77:1–9. Accessed Sept. 2022. <https://www.european-poultry-science.com/The-interrelationships-of-nutrition-and-feather-pecking-in-the-domestic-fowl-x2013-A-review,QUIEPTQyMJE0MDYmTUIEPTE2MTAxNA.html>.
- Knierim, U., D. Gieseke, S. Michaelis, C. Kepler, B. Spindler, E. Rauch, S. Petermann, R. Andersson, U. Schultheiß, and R. Zapf. 2020. Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Geflügel. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, Germany.
- Krautwald-Junghanns, M.-E., T. Bartels, J. Berk, F. Deerberg, A. Dressel, M. H. Erhard, and O. Ermakow. 2017. Indikatoren einer tiergerechten Mastputenhaltung unter den Bedingungen der ökologischen Geflügelmast, (BÖLN, Ed.). Abschlussbericht BÖLN. Accessed Feb. 2022. https://orgprints.org/34305/1/34305-12OE030-uni-leipzig-krautwald_junghanns-2017-mast-puten.pdf.
- Krautwald-Junghanns, M. E., Ellerich R., Mitterer-Istyagin H., Ludwig M., Fehlhaber K., Schuster E., Berk J., Dressel A., Petermann S., Kruse W., Noack U., Albrecht K., and Bartels T. 2011. Untersuchungen zur Prävalenz von Hautverletzungen bei schnabelkupierten Mastputen, Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift. 124:8–16. Accessed Feb. 2022. <https://www.vet-line.de/untersuchungen-zur-praevalenz-von-hautverletzungen-bei-schnabelkupierten-mastputen>.
- Krautwald-Junghanns, M. E., and Š. Koščica J. 2020. Anforderungen an eine zeitgemäße tierschutzkonforme Haltung von Mastputen. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK, Wien, Österreich).
- Kulke, K., C. Habig, M. Beyerbach, N. Kemper, and B. Spindler. 2022. Studies regarding the occurrence of feather pecking and cannibalism in flocks of non-beaktrimmed male turkeys (B.U.T. 6) kept under different stocking densities in an enriched curtain-sided barn. *Eur. Poult. Sci.* 86.
- Kulke K., Habig C., Kemper N. and Spindler B., 2014. Untersuchungen zum Vorkommen von Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Putenhähnen bei unterschiedlichen Besatzdichten, Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie; Stiftung Tierärztliche Hochschule, Germany. Accessed March 2022. https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/tiergesundheitschutz/tierschutzplan_niedersachsen_2011_2018/puten/puten-110863.html.
- Kulke, K., B. Spindler, and N. Kemper. 2016. Verzicht auf das Schnabelkürzen bei Puten – wo stehen wir in Deutschland? *Züchtungskunde* 88:456–474.
- Kwicien, R., A. Kopp-Schneider, and M. Blettner. 2011. Concordance analysis: part 16 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt int.* 108:515–521.
- Landis, J. R., and G. G. Koch. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159.
- Lower Ministry of Nutrition. 2019. Empfehlungen zur Vermeidung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus bei Puten sowie Notfallmaßnahmen beim Auftreten von Federpicken und Kannibalismus. (Stand: 17.10.2018). Accessed Feb. 2022. https://www.ml.niedersachsen.de/download/140941/Empfehlungen_zur_Vermeidung_des_Auftretens_von_Federpicken_und_Kannibalismus_bei_Puten_sowie_Notfallmassnahmen_beim_Auftreten_von_Federpicken_und_Kannibalismus.pdf.

- Marchewka, J., T. T. N. Watanabe, V. Ferrante, and I. Estevez. 2013. Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Poult. Sci.* 92:1467–1473.
- Martrenchar, A., D. Huonnic, J. P. Cotte, E. Boilletot, and J. P. Morisse. 1999. Influence of stocking density on behavioural, health and productivity traits of turkeys in large flocks, *Worlds Poult. Sci. J.* 55:143–152.
- Niedersachsen. 2019. Ausstieg aus dem Schnabelkürzen bei Puten – Empfehlungen zur Vermeidung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus | Nds. Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Accessed Aug. 2022. <https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/tiere/tierschutz/tierhaltung/geflugel/ausstieg-aus-dem-schnabelkurzen-bei-puten-empfehlungen-zur-vermeidung-des-auftretens-von-federpicken-und-kannibalismus-180775.html>.
- National Research Council. 2000. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth Revised Edition, 1994. National Academies Press, Washington, DC.
- Olschewsky, A. 2019. Untersuchung der Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem. Dissertation, Universität Kassel, Germany.
- Olschewsky, A., K. Riehn, and U. Knierim. 2019. Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem: 15Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.Kassel, Germany.
- Olschewsky, A., K. Riehn, and U. Knierim. 2020. Suitability of slower growing commercial Turkey strains for organic husbandry in terms of animal welfare and performance. *Front. Vet. Sci.* 7:600846.
- Patt, A., I. Halle, A. Dudde, and E. T. Krause. 2018. Einfluss des Rohfasergehalts im Futter auf das Verhalten von Legehennen. GdFuF-Vortragstagung (Celle) 2018:8.
- Petermann, S. 2006. 7. Geflügelhaltung. Pages 152–218 in *Krankheitsursache Haltung*. T. Richter and B. Busch, eds. Enke, Stuttgart, Germany.
- Schreiter, R. 2020a. Einfluss eines speziell zur Reduktion von Federpicken konzipierten Legehennenfutters auf die Leistung und das Auftreten von Verhaltensstörungen. Dissertation. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg, Deutschland.
- Schulze Bisping, M. 2015. Auswirkungen eines Verzichts auf das Schnabelkürzen sowie von tierischem Eiweiß im Mischfutter auf Federpicken und Kannibalismus bei Mastputenhennen: *Volume 1* Aufl. Dr. Hut, München, Germany.
- Sherwin, C. M., and A. Kelland. 1998. Time-budgets, comfort behaviours and injurious pecking of turkeys housed in pairs. *Br. Poult. Sci.* 39:325–332.
- Spindler, B. 2007. Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchungen an Gelenken und Fußballen bei Puten der Linie B. U.T.6 bei der Haltung mit und ohne Außenklimabereich. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Germany.
- Schreiter R., Damme K., Klunker M., Raoult C., von Borell E. and Freick M., 2020b. Effects of edible environmental enrichments during the rearing and laying periods in a littered aviary—part 1: integument condition in pullets and laying hens, *Poult. Sci.* 99:5184–5196. Available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257912030482X>. (verified 10 March 2022).
- Spindler, B., M. Schulze Hillert, C. Sürle, J. Kamphues, and J. und Hartung. 2012. Kann der Einsatz von tierischem Eiweiß im Alleinfutter Federpicken und Kannibalismus bei Putenhennen reduzieren? Abschlussbericht: Untersuchungen zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Mastputenhennen. Abschlussbericht: Untersuchungen zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Mastputenhennen:57. Accessed Feb. 2022 https://www.ml.niedersachsen.de/download/91516/Abschlussbericht_Einsatz_von_tierischem_Eiweiss.pdf.
- Straßmeier, P. 2007. Vergleichende Untersuchungen (Verhalten, Gesundheit, Leistung) zur Freilandhaltung von Mastputenhybriden (BIG SIX) und der Robustrasse (Kelly Bronze). Dissertation, Tierärztliche Fakultät München der Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany.
- Thiele, H. H. 2005. Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. Accessed Jan. 2023. <https://docplayer.org/20983593-Managementempfehlungen-zur-junghennenaufzucht.html>.
- Vehse, K., and F. Ellendorff. 2000. Influence of light on the physiology of turkeys: II sexual maturity, *European Poultry Science. Archiv für Geflügelkunde* 65:1–12.
- Wartemann, S. 2005. Tierverhalten und Stallluftqualität in einem Putenmaststall mit Außenklimabereich unter Berücksichtigung von Tiergesundheit. Leistungsmerkmalen und Wirtschaftlichkeit: Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Deutschland.

1.1. Supplemental Material

Table S1: Scoring scheme of injuries in the area of neck, back incl. body sides and wings (scores from 0 to 3) and the region head/snood/caruncle (scores from 0 to 3) to assess the integumentary state

Criteria/Score	Definition
Injuries of the neck, back, wings¹	
0	intact skin no injuries
1	low grade injuries skin injuries < 2 cm
2	moderate injuries skin injuries 2-8 cm
3	massive injuries skin injuries > 8 cm
Injuries of the head/cone/wattles²	
0	intact skin no injuries
1	low grade injuries injury(s) < 0.5 cm and/or haematoma present and/or frontal snood < 25 % injured/scabbed
2	moderate injuries injury(s) 0.5 - 2 cm and/or frontal snood 25 - 50 % injured/scabbed
3	massive injuries injury(s) > 2 cm and/or frontal snood > 50 % injured/scabbed

¹Scheme according to Schulze-Bisping (2015)

²Scheme modified according to Schulze-Bisping (2015)

Table S2: Scoring scheme of plumage damage in the area of neck, back incl. body sides and wing coverts (from score 0 to 4) and in the areas swings and butt (scores from 0 to 4) to assess the integumentary state

Criteria/Score	Definition
Plumage damage neck, back, wings	
0	intact plumage complete, attached plumage
1	low grade plumage damage single feathers missing or damaged (pecked/broken/teased)
2	moderate plumage damage several feathers missing or damaged (pecked/broken/dishevelled) and/or one/several featherless areas with feather attachment < 2 cm
3	moderate plumage damage many feathers missing or damaged (pecked/broken/teathed) and/or one/several featherless areas with feather attachment 2- 8 cm
4	high grade plumage damage feathers are missing or damaged (pecked/broken/teathed) over the whole area and/or one/several featherless areas with feather attachment > 8 cm
Plumage damage swings and butt	
0	intact plumage intact plumage
1	low grade plumage damage individual feathers missing or damaged at the tips (pecked/broken/teared)
2	moderate plumage damage clear damage up to 1/2 of the plumage
3	moderate plumage damage clear damage up to 2/3 of the plumage
4	high grade plumage damage clear damage at > 2/3 of the plumage

Scheme supplemented according to Schulze-Bisping (2015)

Table S3: Overview of the transformation of ordinal bonitour scores into a nominal scale for the application of binary logistic regression

Criteria	Score (ordinal)	Category (nominal)	Description of the nominal categories
Plumage damage	0-1	0	no plumage damage
	2-8	1	damage of the plumage
Back/wings injuries	0	0	no injuries
	1-3	1	skin injuries
Neck/head/snood/ caruncle injuries	0	0	no injuries
	1-6	1	skin injuries

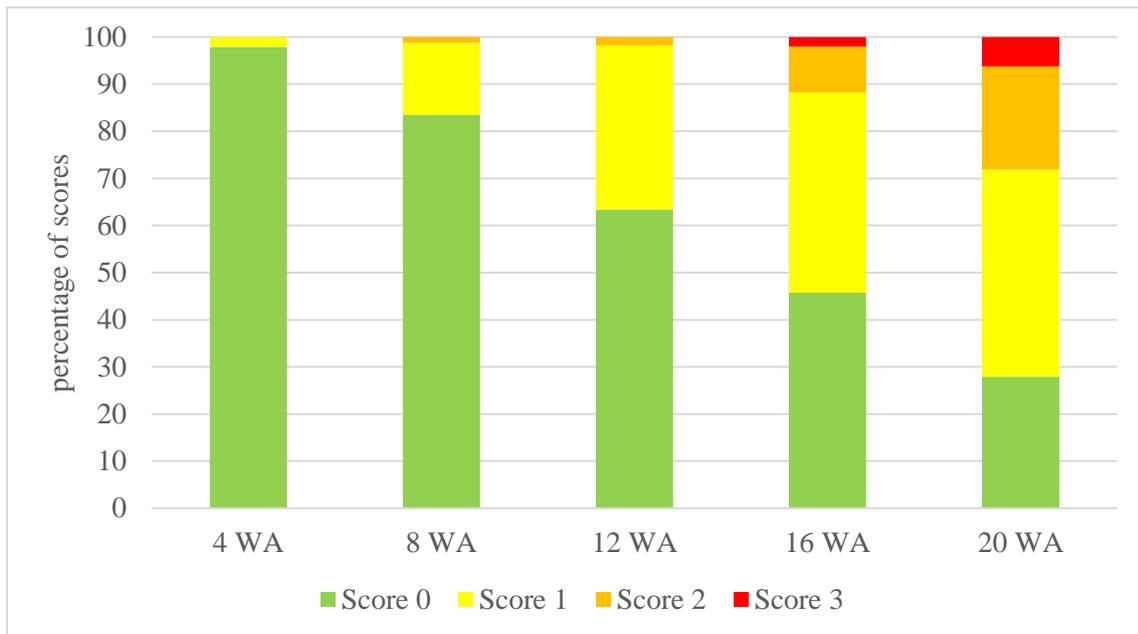


Figure S1: Relative percentage of scores for injuries at the neck/head/snood/caruncle region over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 1

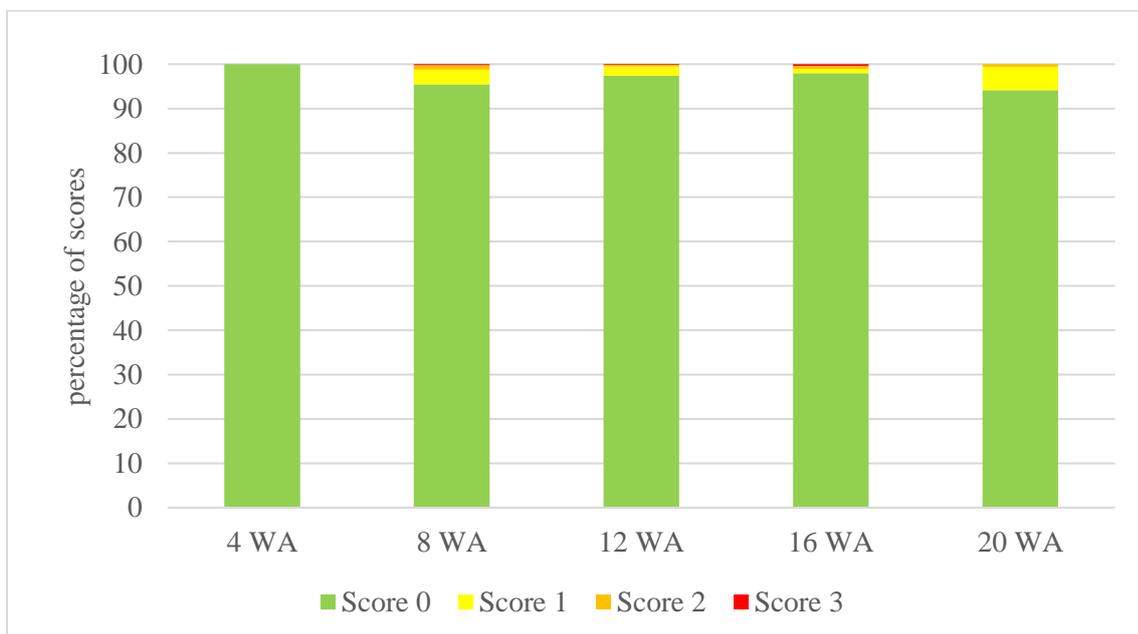


Figure S2: Relative percentage of scores for injuries at the back and wings regions over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 1

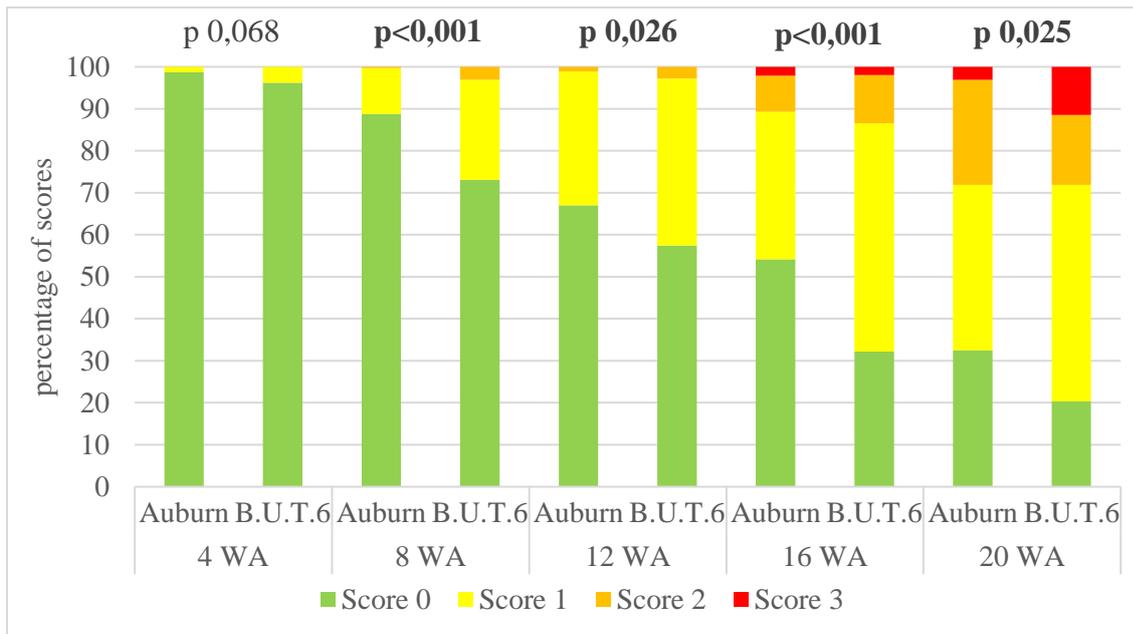


Figure S3: Relative percentage of scores for injuries at the neck/head/snood/caruncle region depending on the genotype over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 1

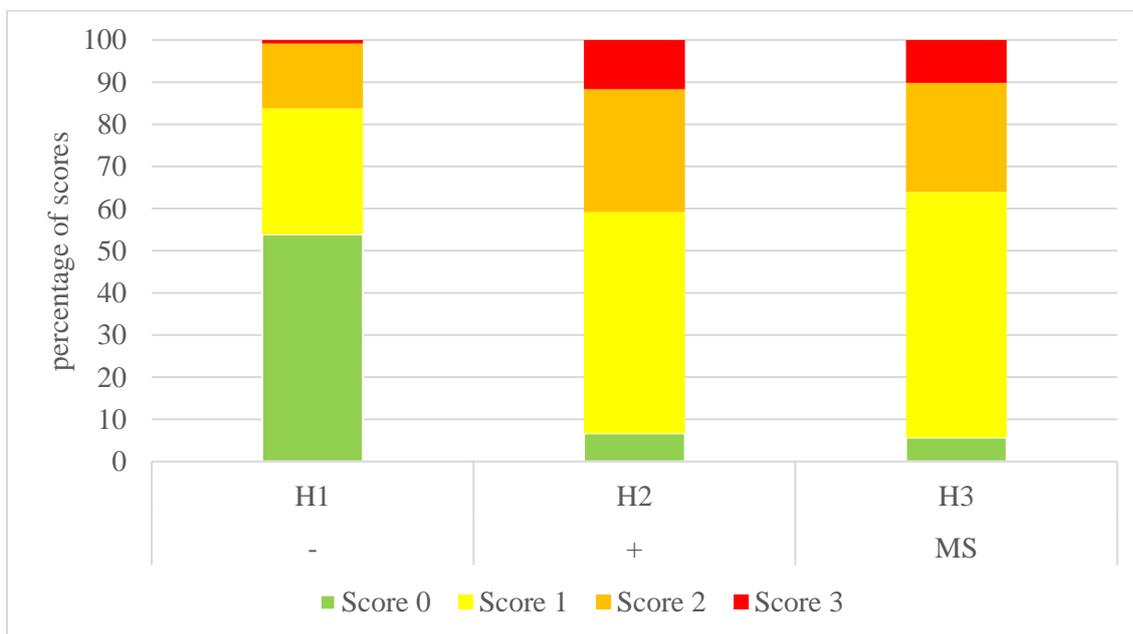


Figure S4: Relative percentage of scores for injuries at the neck/head/snood/caruncle region depending on the husbandry system at the 20th week of life.

H1- = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 weeks of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout;

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 1

Table S4: Influence of the husbandry system on injuries on dependence of age and genotype. The grouped scores are represented in the form of the grouped medians. Results of the Mann-Withney-U-test and the Kruskal Wallis test¹.

Indicator/age	Husbandry system (H) ²						p-value	
	Auburn			B.U.T. 6			Auburn	B.U.T. 6
	H1 -	H2 +	H3 MS	H1 -	H2 +	H3 MS		
	grouped median							
Back								
4 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
8 th week	0.08	0.10		0.08	14.00		0.616	0.437
12 th week	0.06	0.00	0.03	0.08	0.00	0.03	0.134	0.240
16 th week	0.04	0.04	0.00	0.08	0.00	0.00	0.447	0.087
20 th week	0.14	0.03	0.05	0.32^a	0.10^{ab}	0.05^b	0.077	0.008³
Wings								
4 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
8 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
12 th week	0.01	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.549	0.030
16 th week	0.04	0.00	0.00	0.05	0.17	0.00	0.577	0.153
20 th week	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.607	1.000
Neck								
4 th week	0.00	0.01		0.00	0.05		0.317	0.155
8 th week	0.00	0.23		0.08	0.38		<0.001	0.001
12 th week	0.18	0.23	0.23	0.18^b	0.39^{ab}	0.46^a	0.674	0.032
16 th week	0.15^c	0.40^b	0.67^a	0.37^b	0.52^{ab}	0.85^a	<0.001	<0.001
20 th week	0.31^b	1.05^a	1.03^a	0.43^b	0.89^a	1.03^a	<0.001	<0.001
Head/snood/caruncle								
4 th week	0.01	0.03		0.00	0.10		0.561	0.041
8 th week	0.03	0.20		0.13	0.57		<0.001	<0.001
12 th week	0.49	0.48	0.40	0.44	0.63	0.58	0.660	0.302
16 th week	0.43^b	1.03^a	0.97^a	0.67^b	1.23^a	1.28^a	<0.001	<0.001
20 th week	0.77^b	1.97^a	1.51^a	0.93^b	1.83^a	2.17^a	<0.001	<0.001
Total score back/wings								
4 th week	0.00	0.04		0.00	0.00		1.000	1.000
8 th week	0.08	0.10		0.08	0.14		0.616	0.437
12 th week	0.08	0.00	0.03	0.19^a	0.00^b	0.03^b	0.077	0.008
16 th week	0.05	0.04	0.00	0.10	0.17	0.00	0.291	0.137
20 th week	0.15	0.03	0.05	0.32^a	0.10^{ab}	0.05^b	0.048	0.008
Total score neck/head/ snood/caruncle								
4 th week	0.01	0.04		0.00	0.15		0.313	0.011
8 th week	0.03	0.42		0.18	0.93		<0.001	<0.001
12 th week	0.64	0.67	0.59	0.60	1.00	1.03	0.860	0.047
16 th week	0.56^b	1.55^a	1.74^a	0.96^b	1.79^a	2.16^a	<0.001	<0.001
20 th week	0.96^b	3.06^a	2.54^a	1.35^b	2.80^a	3.17^a	<0.001	<0.001

¹Statistically different models for the husbandry system: for rearing in indoor housing (up to 8 weeks of age) Mann-Withney-U and for fattening (9-20 weeks) Kruskal Wallis

²H1- = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 weeks of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout

³Bold typing and different indices (a, b, c) indicate statistically significant values

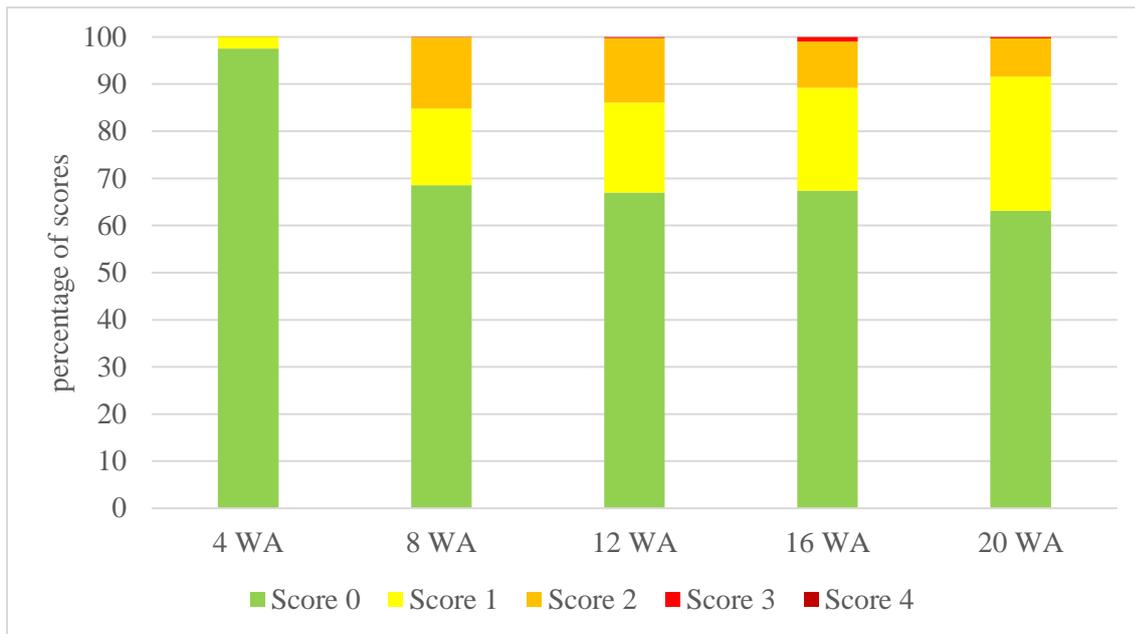


Figure S5: Relative percentage of scores for the total plumage damage of all scored regions (wing, back, neck, swing, butt) over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 2

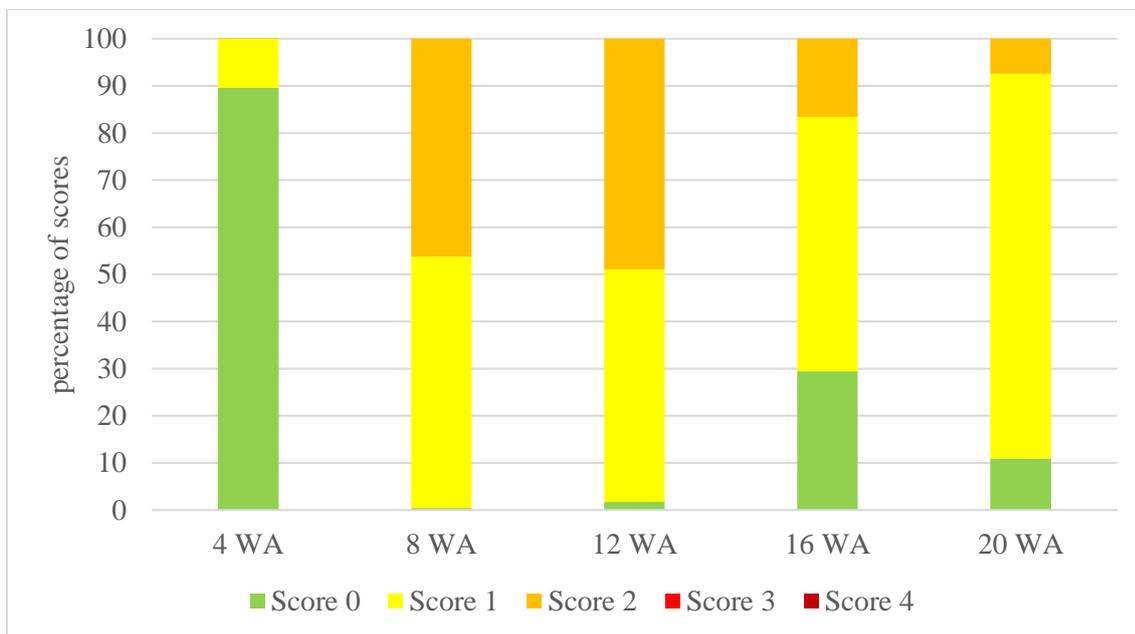


Figure S6: Relative percentage of scores for plumage damage at the swings over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 2

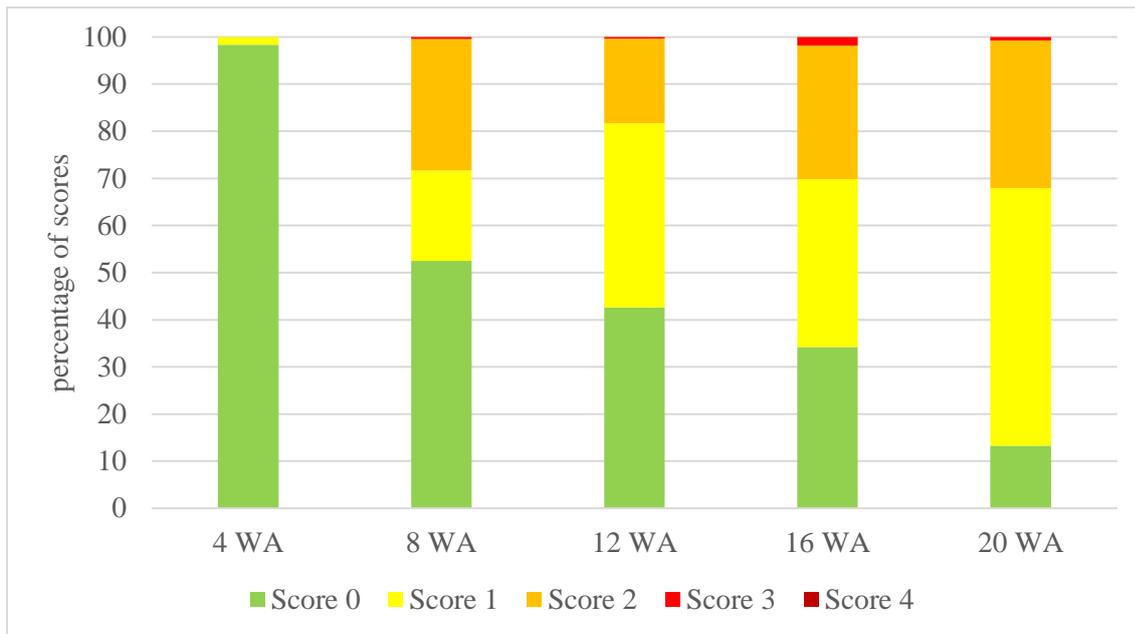


Figure S7: Relative percentage of scores for plumage damage at the butt over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 2

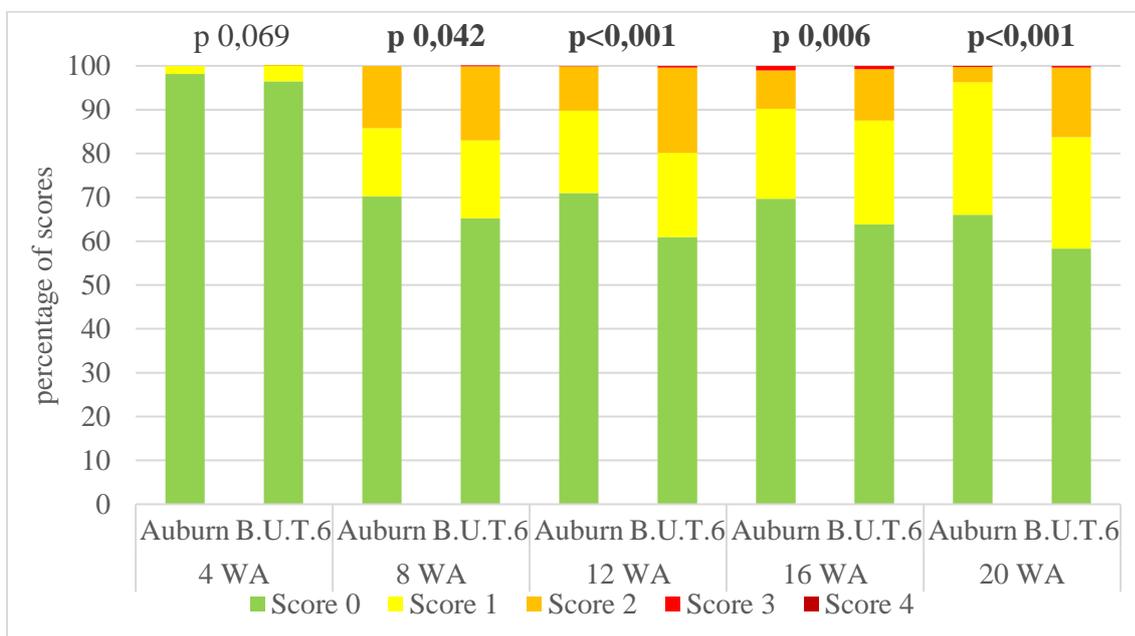


Figure S8: Relative percentage of scores for the total plumage damage depending on the genotype over the entire fattening period.

WA = week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 2

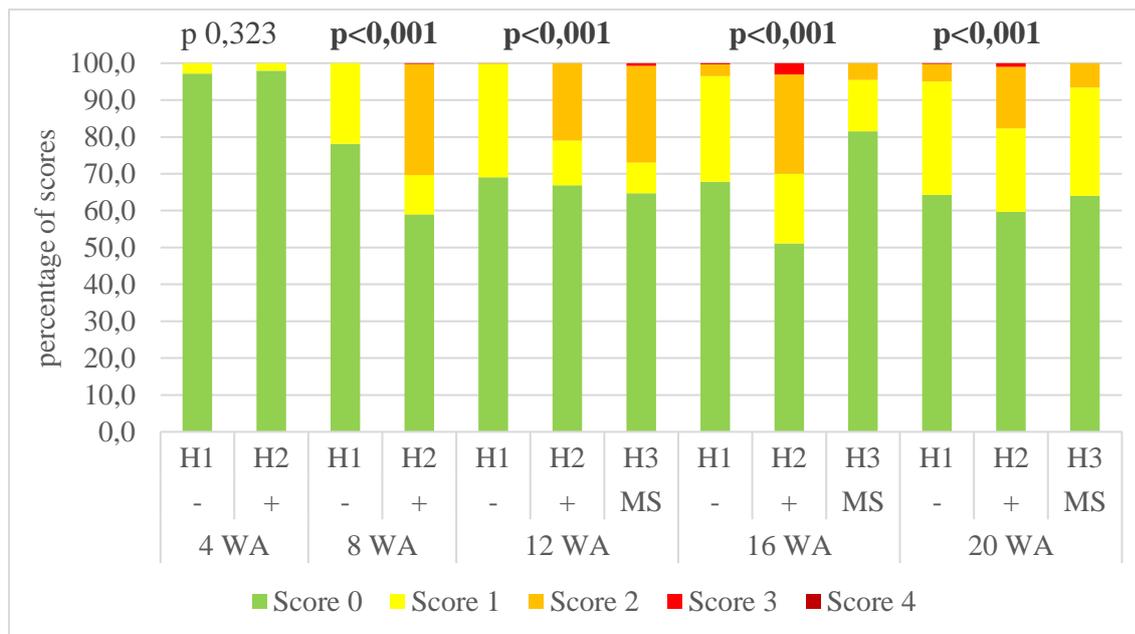


Figure S9: Relative percentage of scores for the total plumage damage in depending on the husbandry system during the entire fattening period.

H1- = indoor housing without environmental enrichment; *H2+* = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; *H3 (MS)* from 9 weeks of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout;

WA= week of age; Bonitur scheme with definitions of the scores in supplemental table 2

Table S5: Influence of the husbandry system on plumage damage in dependence of age and genotype. The grouped scores are represented in the form of the grouped medians. Results of the Mann-Whitney-U-test and the Kruskal Wallis test¹.

Indicator/age	Husbandry system (H) ²						p-value	
	Auburn			B.U.T. 6			Auburn	B.U.T. 6
	H1 -	H2 +	H3 MS	H1 -	H2 +	H3 MS		
	grouped median							
Wings								
4 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
8 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
12 th week	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
16 th week	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.000	0.199
20 th week	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000
Back								
4 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
8 th week	0.00	0.03		0.00	0.08		0.156	0.079
12 th week	0.03	0.00	0.05	0.08	0.00	0.00	0.166	0.074
16 th week	0.04	0.04	0.00	0.05	0.08	0.03	0.308	0.444
20 th week	0.00	0.05	0.05	0.08	0.22	0.14	0.156	0.408
Neck								
4 th week	0.00	0.00		0.00	0.00		1.000	1.000
8 th week	0.00	0.15		0.00	0.18		<0.001³	0.006
12 th week	0.00^b	0.07^{ab}	0.16^a	0.03	0.11	0.10	0.003	0.323
16 th week	0.00^c	0.64^a	0.32^b	0.00^b	0.57^a	0.37^a	<0.001	<0.001
20 th week	0.00^b	0.03^{ab}	0.08^a	0.00	0.05	0.05	0.047	0.382
Swing								
4 th week	0.10	0.08		0.15	0.13		0.577	0.747
8 th week	0.99	1.93		1.00	1.93		<0.001	<0.001
12 th week	1.00^c	1.63^b	1.93^a	1.00^b	1.89^a	2.00^a	<0.001	<0.001
16 th week	0.76^b	1.48^a	0.16^c	0.93^b	1.67^a	0.49^c	<0.001	<0.001
20 th week	0.95^a	1.03^a	0.65^b	1.03^b	1.45^a	0.94^b	<0.001	<0.001
Butt								
4 th week	0.01	0.00		0.05	0.03		0.317	0.559
8 th week	0.03	1.33		0.25	1.76		<0.001	<0.001
12 th week	0.35	0.57	0.43	0.83^b	1.54^a	1.53^a	0.099	<0.001
16 th week	0.69^b	1.68^a	0.23^c	1.41^b	2.00^a	0.35^c	<0.001	<0.001
20 th week	0.78^b	1.38^a	0.80^b	1.53^b	2.00^a	1.51^b	<0.001	<0.001
Total score								
4 th week	0.11	0.08		0.20	0.15		0.417	0.559
8 th week	1.01	3.45		1.25	3.94		<0.001	<0.001
12 th week	1.35^b	2.25^a	2.61^a	1.92^b	3.52^a	3.63^a	<0.001	<0.001
16 th week	1.49^b	3.84^a	0.73^c	2.37^b	4.36^a	1.27^c	<0.001	<0.001
20 th week	1.74^b	2.43^a	1.58^b	2.65^b	3.69^a	2.61^b	<0.001	<0.001

¹Statistically different models for the husbandry system: for rearing in indoor housing (up to 8 weeks of age) Mann-Whitney-U and for fattening (9-20 weeks) Kruskal Wallis

²H1- = indoor housing without environmental enrichment; H2+ = indoor housing with environmental enrichment and silage supplementary feeding from the 9th week; H3 (MS) from 9 weeks of age = mobile housing with environmental enrichment and green runout

³Bold typing and different indices (a, b, c) indicate statistically significant values

V. ERWEITERTE ERGEBNISSE

1. Mortalität

Die Gesamtmortalität der Studie betrug 2,1 %. Von den insgesamt acht Verlusten mussten vier Tiere aufgrund von Technopathien aus dem Versuch genommen werden und vier Tiere starben aufgrund unklarer Genese. Von diesen Tieren stammten sieben von den schnell wachsenden Genotypen und nur ein Truthahn von der alternativen Rasse.

2. Pododermatitis

Die im Zuge des durchgeführten Beobachterabgleiches generierten Inter-Observer-Reliabilität zeigte eine sehr gute Übereinstimmung bei der Bonitur der FPD durch die Beobachter an (PABAK-Wert: 0,81, siehe Tabelle 11, Anhang Seite 132). Mit dem Alter nahm die Prävalenz von FPD zu ($p < 0,001$). Bereits in der 4. Lebenswoche wurden Fußballenveränderungen festgestellt. In der 20. Lebenswoche konnten nur noch 13,3 % der Puten mit Score 0 bewertet (Abbildung 6) werden. Jedoch nahmen mit dem Alter nicht nur die Anzahl der Fußballenveränderungen zu, sondern auch der Schweregrad.

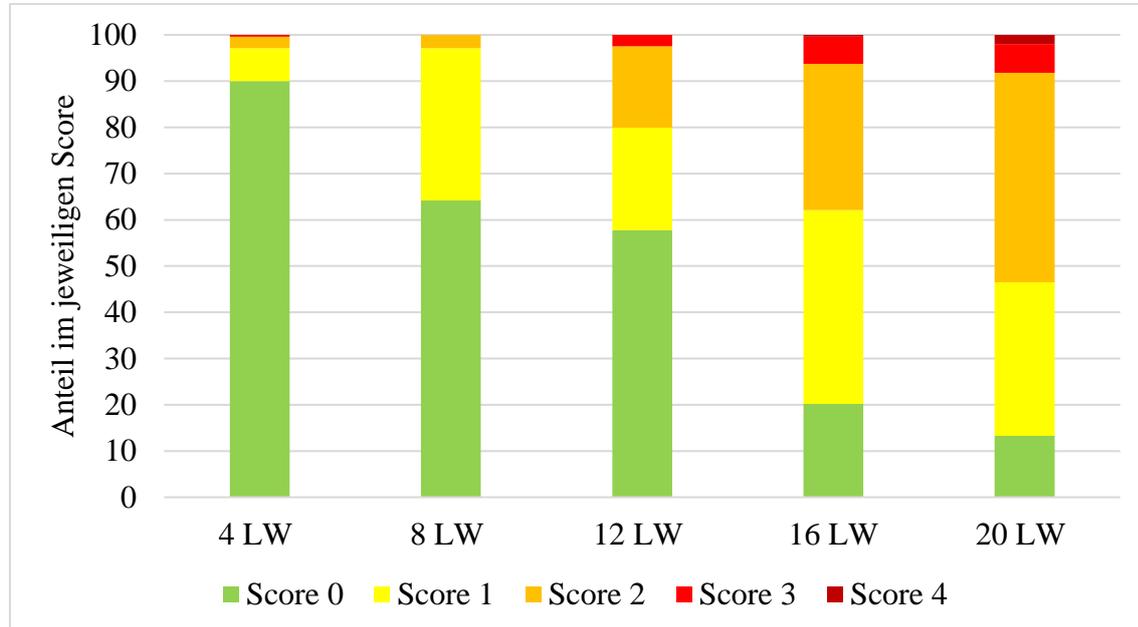


Abbildung 7: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis während der gesamten Mastzeit

LW = Lebenswoche; die Scores reichten von 0 (=keine Schädigung) bis maximal 4 (=hochgradige Schädigungen) (siehe Tabelle 3)

2.1. Genotyp

Die univariaten Analysen zeigten, dass der Effekt des Genotyps (Tabelle 7) die Prävalenz der Pododermatitis ab der 8. Lebenswoche beeinflusste ($p < 0,05$). Auburn zeigte während der gesamten Mastzeit mehr Fußballenveränderungen (55,4 %) als B.U.T. 6 (43,2 %) (Abbildung 8). Beispielsweise konnten in der 20. Lebenswoche für Auburn 93,8 % und für B.U.T. 6 75 % Fußballenveränderungen dokumentiert werden. Von diesen Läsionen waren 56,3 % bei Auburn-Tieren und 49 % bei B.U.T. 6 auf einen Score 2 bis 4 zurückzuführen (mäßige bis schwere FPD). In der 16. Woche wurde ein starker Anstieg der Veränderungen festgestellt. Zu diesem Zeitpunkt zeigten nur 13,7 % der Auburn und 30,8 % der B.U.T. 6 gesunde Fußballen.

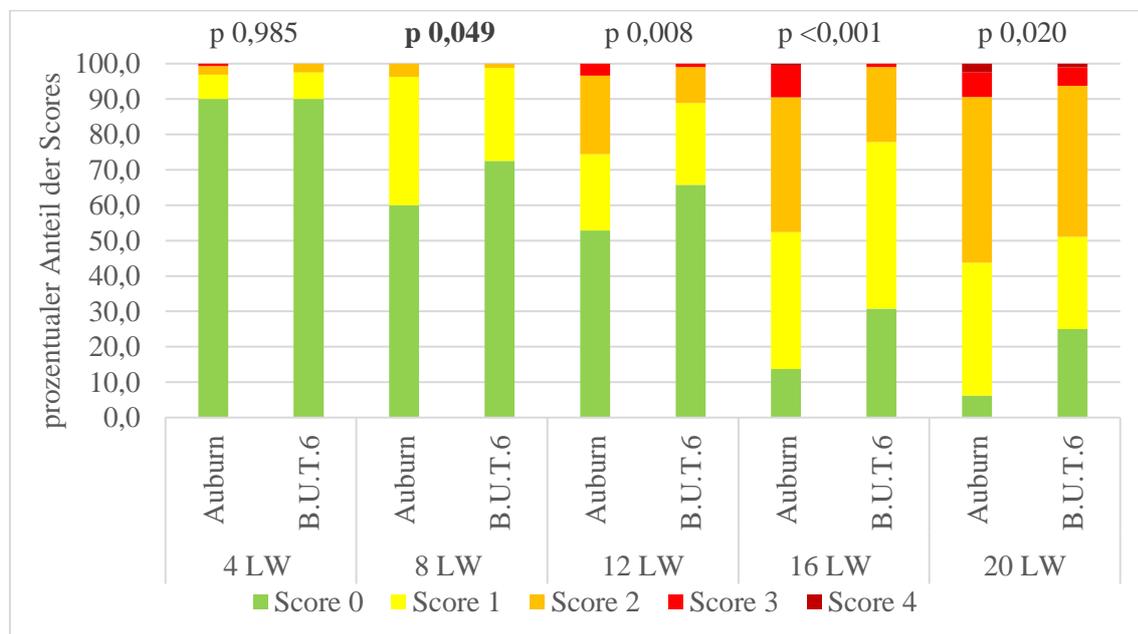


Abbildung 8: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis in Abhängigkeit des Genotyps während der gesamten Mastzeit

LW = Lebenswoche; die Scores reichten von 0 (=keine Schädigung) bis maximal 4 (=hochgradige Schädigungen) (siehe Tabelle 3)

Tabelle 7: Auswirkungen von Genotyp, Haltungssystem und Futtervariante auf die Fußballendermatitis in Abhängigkeit vom Alter. Die gruppierten Werte sind als gruppierte Mediane dargestellt¹.

Merkmal/ Alter	Genotyp (G)		Haltungssystem (H) ²			Futter- variante (V) ³		p-Werte		
	Auburn	B.U.T. 6	H1 -	HS +	H3 MS	V1	V2	G	H	V
4. Woche	0,10	0,10	0,00	0,21		0,11	0,09	0,985	< 0,001 ⁴	0,667
8. Woche	0,42	0,28	0,00	0,76		0,36	0,37	0,049	< 0,001	0,886
12. Woche	0,63	0,39	0,00^c	1,44^a	0,71^b	0,56	0,50	0,008	< 0,001	0,533
16. Woche	1,44	0,89	0,89^b	1,59^a	1,51^a	1,25	1,23	< 0,001	< 0,001	0,941
20. Woche	1,59	1,35	1,38^b	1,60^{ab}	1,72^a	1,49	1,54	0,020	0,020	0,630

¹Modelle für das Haltungssystem: Mann-Whitney-U-Test für die Aufzucht (bis zu einem Alter von 8 Wochen) und Kruskal-Wallis-Test für die Mast (9-20 Wochen)

²H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanierung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltsanierung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab dem Alter von 9 Wochen = Mobilstallhaltung mit Umweltsanierung und Grünauslauf

³Die Futtervarianten unterschieden sich im Riboflavingehalt: V1: bis zur 8. Lebenswoche: 4mg/kg; von der 8. bis zur 12. Lebenswoche: 2,9mg/kg; von der 16. bis zur 20. Lebenswoche: 2,4mg/kg; V2: bis zur 8. Lebenswoche: 8 mg/kg, von der 8. bis zur 12. Lebenswoche: 2,9 mg/kg; von der 16. bis zur 20. Lebenswoche: 2,4 mg/kg

⁴Fettgedruckte Schrift und unterschiedliche Hochbuchstaben (a, b, c) zeigen statistisch signifikante Werte von $p < 0,05$

2.2. Haltung

Bereits ab der 4. Lebenswoche konnte durch univariate Tests bis zum Ende der Studie ein signifikanter Einfluss des Haltungssystems festgestellt werden ($p < 0,05$; Tabelle 7). Die Feststallhaltung H1- wies während der gesamten Mastperiode den geringsten Prozentsatz an Läsionen auf (33,4 %). Gegen Ende der Mastzeit war jedoch ein signifikanter Anstieg der FPD zu verzeichnen. In der 20. Woche wiesen 89,7 % der Tiere Läsionen auf. Score 3 und 4 konnten jedoch nicht dokumentiert werden (Abbildung 9). Das Haltungssystem mit den schlechtesten Werten war H2+, in dieser zeigten 72,3 % der Tiere eine Pododermatitis. In der 20. Lebenswoche waren die Werte der FPD (90 %) in dieser Haltung ähnlich denen von H1- (89,7 %). Von den 90 % hatten jedoch 6,7 % den Score 3 (= Fußballennekrosen > 25 %). Die Mobilstallhaltung, welche ab der 9. Lebenswoche bestand, wies insgesamt nur geringfügig weniger Schäden als H2+ (69,9 %) auf. Ab der 16. Woche gab es in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den beiden Haltungsformen. In der 20. Lebenswoche wurden in der Freilandhaltung zum einen die geringsten Läsionen mit 79,7 % festgestellt, gleichzeitig aber auch die schwersten, denn bei 21,5 % der Puten konnte Score 3 (= Fußballennekrosen > 25 %) dokumentiert werden. Somit war MS H3 aufgrund des

Schweregrades der Nekrosen die schlechteste Haltungsform in der 20. Lebenswoche.

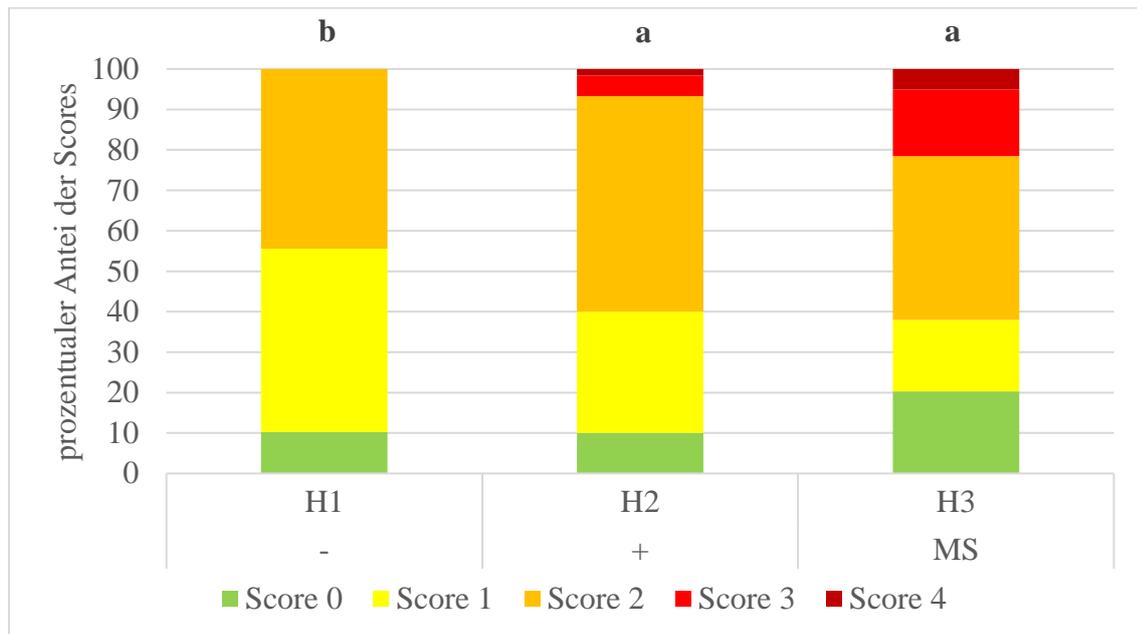


Abbildung 9: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis in Abhängigkeit vom Haltungssystem in der 20. Lebenswoche

H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanierung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltsanierung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab der 9. Lebenswoche = Mobilstallhaltung mit Umweltsanierung und Grünauslauf; die Scores reichten von 0 (=keine Schäden) bis maximal 4 (=starke Schäden) (siehe Tabelle 3)

Der Mann-Whitney-U-Test und der Kruskal-Wallis-Test zeigten Unterschiede zwischen den Genotypen in den verschiedenen Haltungssystemen (Tabelle 12, Anhang Seite 133). Während die alternative Rasse in der Mobilstallhaltung die höchsten Werte der FPD in der 20. Woche (95 %) zeigte, hatten die B.U.T. 6 Tiere dort geringere Veränderungen (64,1 %). Bei beiden Genotypen wurden in dieser Haltungsform die schwersten Formen von FPD zu finden. In der 20. Lebenswoche wiesen die Auburn-Tiere zu 30 % Score 3 und 4 auf und die B.U.T. 6 Hähne zu 12,8 % (Abbildung 10). Bei H1- waren bis zur 12. Lebenswoche keine Unterschiede zwischen den Genotypen erkennbar. Gegen Ende der Mast wurden bei der langsam wachsenden Rasse 92,5 % und bei B.U.T. 6 83,8 % Läsionen dokumentiert. Ebenfalls zeigten auch in der Feststallhaltung H2+ Auburn Tiere schlechtere Fußballen (95 %), als B.U.T. 6 (80 %). Insgesamt waren die Werte für FPD bei Auburn Hähnen in der 20. Lebenswoche in H3 MS und in H2+ annähernd gleich, aber die Auburn in der Freilandhaltung hatten höhere Scores an Veränderungen. Gesamtbetrachtet zeigt sich, dass beide Genotypen in H1- eine bessere Fußballengesundheit als in den anderen Haltungsformen aufwiesen (Score 0: Auburn = 33,3 % und B.U.T. 6 = 33,8 %). Die meisten Veränderungen wurden bei den Auburn-Tieren im

Gesamtdurchschnitt bei H3 MS (88,3 %) und bei den B.U.T. 6 in H2+ (61 %) festgestellt. Während der gesamten Mastperiode waren die verschiedenen Haltungssysteme für Auburn-Truthühner hoch signifikant. Bei den B.U.T. 6 gab es ab der 16. Woche keine Unterschiede mehr.

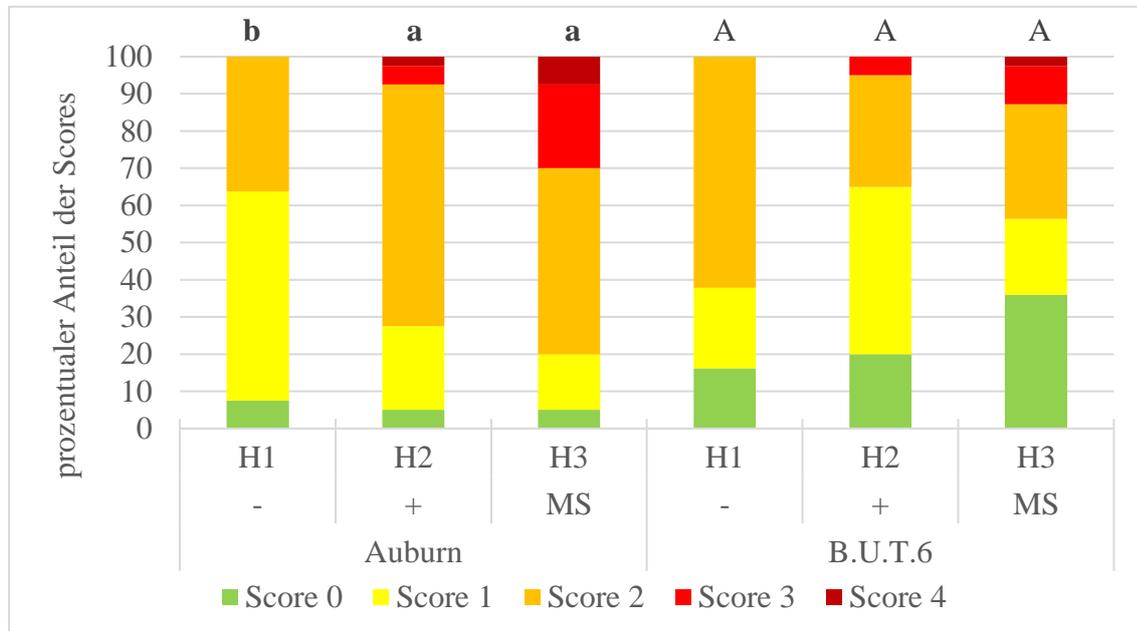


Abbildung 10: Prozentualer Anteil der Scores für Fußballendermatitis in Abhängigkeit von Genotyp und Haltungssystem in der 20. Lebenswoche

H1- = Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltanreicherung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab der 9. Lebenswoche = Mobilstallhaltung mit Umweltanreicherung und Grünauslauf; die Scores reichten von 0 (=keine Schäden) bis maximal 4 (=starke Schäden) (siehe Tabelle 3)

2.3. Fütterung

Die Fütterungsvarianten zeigten in den univariaten Analysen keinen signifikanten Einfluss auf die Fußballengesundheit während der gesamten Mastperiode (Tabelle 7).

2.4. Logistische Regression

Im gesamten logistischen Regressionsmodell ($p < 0,001$) mit einem Nagelkerke R^2 von 0,613 beeinflussten der Genotyp ($p < 0,001$), das Haltungssystem ($p < 0,001$) und das Alter ($p < 0,001$) signifikant die Fußballenveränderungen. Die Futtervariante wurde vom endgültigen Modell ausgeschlossen ($p = 0,284$) (Tabelle 8).

Tabelle 8: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Fußballendermatitis während der gesamten Mastperiode.

Merkmal	Nagelkerke R ^{2:3}	Score 1 (%)	Regression coefficient B	Standard error	Wald	Sig.	Odds Ratio	95 % confidence interval for Odds Ratio	
								Lower value	Upper value
Fußballendermatitis	0,613								
Genotyp									
Auburn		55,6	Reference				Baseline		
B.U.T. 6		45,1	-1,037	0,171	36,841	<0,001	0,354	0,253	0,495
Haltungssystem¹									
H1-		33,2	Reference				Baseline		
H2+		66,7	3,543	0,265	178,219	<0,001	34,568	20,548	58,154
H3 MS		69,9	1,226	0,219	31,277	<0,001	3,408	2,217	5,237
Fütterungsvariante									
V1		52,9	Reference				Baseline		
V2		50,7	-0,171	0,159	1,148	0,284	0,843	0,617	1,152
Alter					322,091	<0,001			
4. Woche		10,0	-6,349	0,393	261,483	<0,001	0,002	0,001	0,004
8. Woche		35,8	-4,160	0,332	156,974	<0,001	0,016	0,008	0,030
12. Woche		42,3	-2,994	0,260	133,030	<0,001	0,050	0,030	0,083
16. Woche		79,8	-0,610	0,255	5,736	0,017	0,543	0,330	0,895
20. Woche		86,7	Reference				Baseline		
Konstante			1,733	0,231	56,202	<0,001	5,657		

¹Haltungssystem: H1-: Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung; H2+: Feststallhaltung mit Umweltanreicherung; H3 MS: Mobilstallhaltung mit Grünauslauf

²Fütterungsvarianten unterschieden sich im Riboflavingehalt: V1: bis zum Alter von 8 Wochen: 4mg/kg; von 8 bis 12 Wochen: 2,9mg/kg; von 16 bis 20 Wochen: 2,4mg/kg; V2: bis zum Alter von 8 Wochen: 8 mg/kg, von 8 bis 12 Wochen: 2,9 mg/kg; von 16 bis 20 Wochen: 2,4 mg/kg

³Ausdrucksstärke des Modells: < 0,1: schlecht; 0,1-0,3: mäßig; 0,3-0,5: mäßig; >0,5: gut

3. Verschmutzungen

PABAK-Werte für Verschmutzung von 0,74 weisen auf eine gute Zuverlässigkeit zwischen den Beobachtern hin. Mit dem Alter nahmen die Prävalenz der verschmutzten Tiere und der Grad der Gefiederverschmutzung zu (Tabelle 11, Anhang Seite 132). In der 20. Lebenswoche konnte bei jedem Tier eine Verschmutzung in einer der bonitierten Körperregionen festgestellt werden. Bereits in der 8. Lebenswoche waren Verschmutzungen vorzufinden (Abbildung 11). Von der 8. bis zur 12. Woche gab es einen Peak mit einer starken Zunahme des Verschmutzungsgrades. Statt 49,2 % (8. Woche) hatten nur noch 9,5 % der Puten ein sauberes

Gefieder. Die meisten Verschmutzungen konnten im Brustbereich dokumentiert werden.

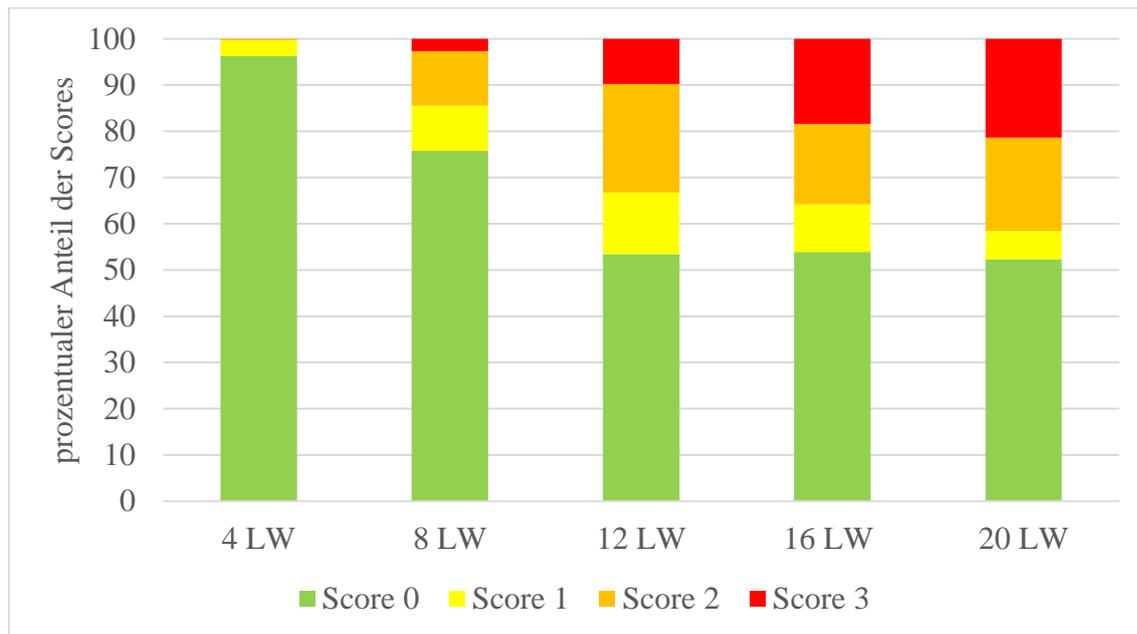


Abbildung 11: Prozentualer Anteil der Scores für Verschmutzungen über die gesamte Mastperiode

LW = Lebenswoche; Scores reichen von 0 (=keine Schädigung) bis maximal 3 (=schwere Schädigung) (siehe Tabelle 4)

3.1. Genotyp

Wie durch univariate Tests festgestellt wurde, beeinflusste der Genotyp zu allen fünf Untersuchungszeitpunkten und in verschiedenen Körperregionen das Auftreten von Verschmutzungen (Tabelle 9). B.U.T. 6 (78,3 %) wies zu allen Erhebungszeitpunkten durchweg ein höheres Maß an Verschmutzung auf als Auburn (65,5 %) (Abbildung 12). Die Bereiche Brust/Flügel und Stoß sowie der Gesamtverschmutzungsgrad waren zu allen Erhebungszeitpunkten hoch signifikant ($p < 0,001$). Im Rückenbereich zeigten sich signifikante Auswirkungen des Genotyps nur in der 8. ($p = 0,009$) und 12. Woche ($p = 0,026$). Die B.U.T. 6 Truthähne zeigten eine konstante Zunahme der Verschmutzung im Brust-/Flügel- und Stoßbereich auf. Bei den Auburn-Puten war dies nur im Bereich Brust/Flügel der Fall. Im Stoßbereich war der genotypische Unterschied am größten. Während in der 20. Woche B.U.T. 6 97,9 % Verschmutzungen zeigten, waren bei Auburn nur 10 % zu finden. Am Rücken gab es keine oder nur wenige Verschmutzungen.

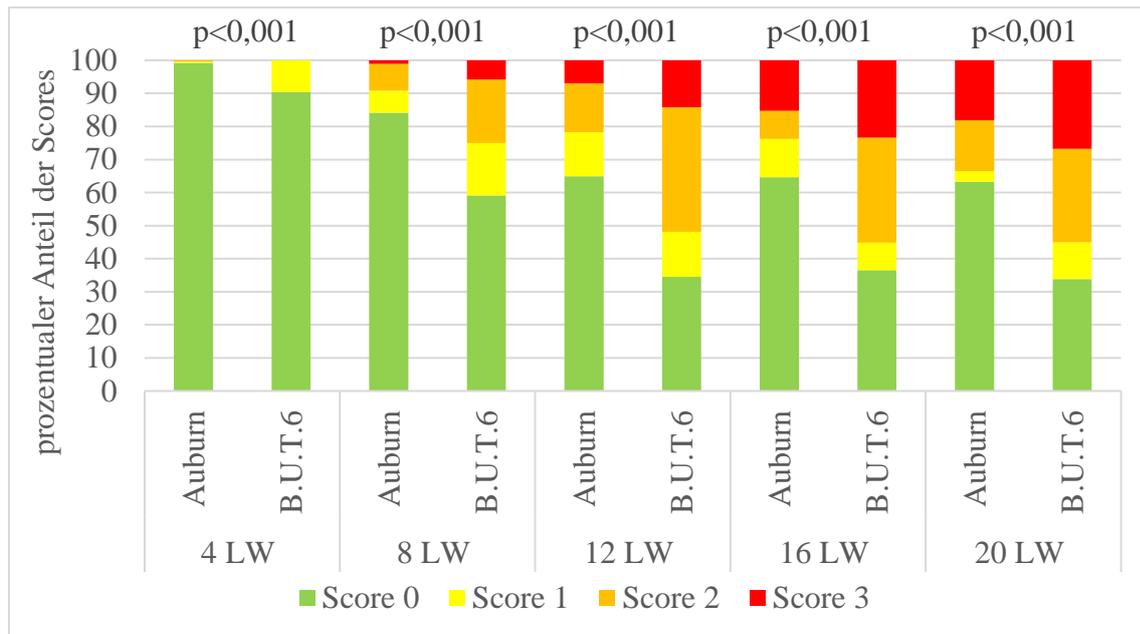


Abbildung 12: Prozentuale Anteile der Scores für Verschmutzungen in Abhängigkeit des Genotyps über die gesamte Mastperiode

LW = Lebenswoche; Scores reichen von 0 (=keine Schädigung) bis maximal 3 (=schwere Schädigung) (siehe Tabelle 4)

Tabelle 9: Einfluss des Genotyps, des Haltungssystems und der Fütterungsvariante auf die Verschmutzungen (im Rücken-, Brust-/Flügel- und Stoßbereich sowie auf den Gesamtverschmutzungsscore) in Abhängigkeit vom Alter. Die gruppierten Werte sind als gruppierte Mediane dargestellt¹.

Merkmal/ Alter	Genotyp(G)		Haltungssystem (H) ²			Fütterungs- Variante (V) ³		p-Werte		
	Auburn	B.U.T. 6	H1 -	HS +	H3 MS	V1	V2	G	H	V
Rücken										
4. Woche	0,00	0,01	0,01	0,00		0,01	0,00	0,157	0,317	0,317
8. Woche	0,01	0,06	0,01	0,04		0,02	0,03	0,009⁴	0,098	0,417
12. Woche	0,00	0,03	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,026	0,236	0,560
16. Woche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
20. Woche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Brust/ Flügel										
4. Woche	0,03	0,16	0,02	0,13		0,11	0,03	<0,001	0,001	0,027
8. Woche	0,55	1,35	0,11	1,76		0,90	0,62	<0,001	<0,001	0,033
12. Woche	1,73	2,37	1,36^b	2,46^a	2,35^a	2,05	2,01	<0,001	<0,001	0,994
16. Woche	2,24	2,66	1,83^b	2,86^a	2,62^a	2,52	2,34	<0,001	<0,001	0,064
20. Woche	2,52	2,77	2,67^a	2,68^{ab}	2,48^b	2,65	2,57	<0,001	0,027	0,229
Stoß										
4. Woche	0,00	0,11	0,01	0,07		0,05	0,03	<0,001	0,018	0,309
8. Woche	0,06	0,66	0,03	0,48		0,26	0,21	<0,001	<0,001	0,419
12. Woche	0,22	1,61	0,35^b	0,98^a	1,12^a	0,70	0,62	<0,001	<0,001	0,493
16. Woche	0,09	1,67	0,33^b	0,65^a	0,98^a	0,59	0,50	<0,001	<0,001	0,417
20. Woche	0,11	1,68	0,44^b	0,83^{ab}	0,87^a	0,69	0,53	<0,001	0,013	0,193
Gesamt- score										
4. Woche	0,03	0,25	0,03	0,17		0,15	0,05	<0,001	<0,001	0,019
8. Woche	0,58	2,16	0,14	2,24		0,96	0,66	<0,001	<0,001	0,065
12. Woche	1,92	4,11	1,62^b	3,45^a	3,47^a	2,78	2,58	<0,001	<0,001	0,707
16. Woche	2,31	4,39	2,02^b	3,54^a	3,59^a	3,14	2,85	<0,001	<0,001	0,140
20. Woche	2,60	4,46	3,14	3,39	3,38	3,42	3,11	<0,001	0,199	0,137

¹Statistisch unterschiedliche Modelle für das Haltungssystem: für die Aufzucht in Feststallhaltung (bis zu 8 Wochen) Mann-Whitney-U und für die Mast (9-20 Wochen) Kruskal Wallis

²H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanierung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltsanierung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab dem Alter von 9 Wochen = Mobilstallhaltung mit Umweltsanierung und Grünauslauf

³Die Futterbehandlungen unterschieden sich im Riboflavingehalt: D1: bis zur 8. Lebenswoche: 4mg/kg; von der 8. bis zur 12. Lebenswoche: 2,9mg/kg; von der 16. bis zur 20. Lebenswoche: 2,4mg/kg; D2: bis zur 8. Lebenswoche: 8 mg/kg, von der 8. bis zur 12. Lebenswoche: 2,9 mg/kg; von der 16. bis zur 20. Lebenswoche: 2,4 mg/kg

⁴Fettgedruckte Schrift und unterschiedliche Indizes (a, b, c) zeigen statistisch signifikante Werte bei $p < 0,05$

3.2. Haltung

Univariate Tests zeigten, dass die Haltungssysteme auch das Auftreten von Verschmutzungen beeinflusst (Tabelle 9). Der Effekt wurde bei allen fünf Bonituren in den Regionen Brust/Flügel und Stoß sowie beim Gesamtverschmutzungsscore dokumentiert (Abbildung 13). Am Rücken wurden keine oder nur wenige Verschmutzungen gefunden. Der Gesamtscore war bei allen Haltungssystemen von Woche 4 bis Woche 16 signifikant ($p < 0,001$). In der 20. Woche war die Haltungssysteme jedoch nicht mehr signifikant ($p = 0,199$). Bis zur 16. Woche war H1- signifikant besser. Von der 16. bis zur 20. Lebenswoche kam es jedoch zu einer starken Zunahme der Verschmutzung im Brust-/Flügelbereich (Score 3 stieg um 40 %). Damit entsprach der gruppierte Median den hohen Werten der beiden anderen Haltungssysteme. Zwischen H2+ und H3 MS waren in den genannten Regionen (außer Rücken) nie statistische Effekte erkennbar.

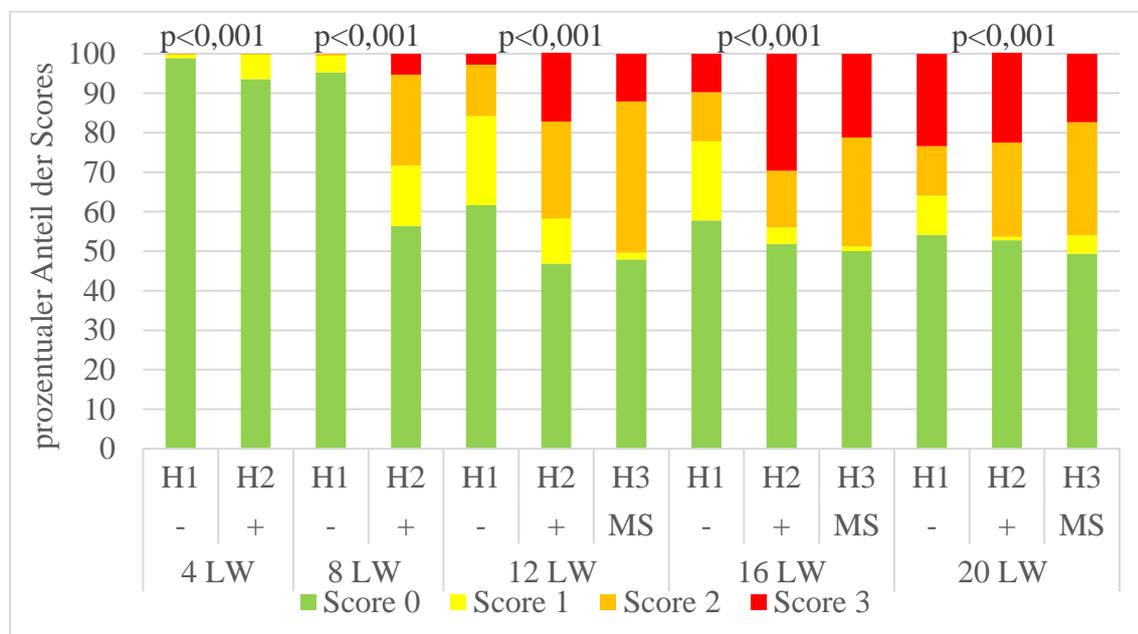


Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Scores für Verschmutzungen in Abhängigkeit vom Haltungssystem während der gesamten Mastperiode

H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanierung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltsanierung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab dem Alter von 9 Wochen = Mobilstallhaltung mit Umweltsanierung und Grünauslauf; LW = Lebenswoche; Scores reichten von 0 (=keine Schäden) bis maximal 3 (=starke Schäden) (siehe Tabelle 4)

Im Hinblick auf die Mann-Whitney-U-Tests und Kruskal-Wallis-Tests der verschiedenen Genotypen in den verschiedenen Haltungssystemen (Tabelle 13, Anhang Seite 134) wurden in allen Regionen mit Ausnahme des Rückens signifikante Unterschiede festgestellt. Bei den Auburn Tieren, die in jeder Haltungssysteme in den Bereichen Brust/Flügel und Stoß die niedrigeren Verschmutzungsscores zeigten war während der Mast in H2+ der höchste

Verschmutzungsgrad feststellbar (40,7 %). Mit 34,7 % folgte die Freilandhaltung und in H1 – (19,7 %) wurden die wenigsten Gefiederverschmutzungen festgestellt. Am Stoß waren die Auswirkungen der Haltung in der 20. Lebenswoche nicht mehr signifikant ($p > 0,05$). Im Brust und Flügelbereich waren von der 8. bis 16. Woche hoch signifikante Unterschiede erkennbar ($p < 0,001$). Betrachtet man den Gesamtverschmutzungsscore, so konnten hochsignifikante Auswirkungen von Woche 8 bis 16 beobachtet werden ($p < 0,001$). Insgesamt war für die B.U.T. 6 Hähne in der Mast die Freilandhaltung die Haltungsform mit den meisten Verschmutzungen (67,2 %, wovon 100 % der Tiere eine Verschmutzung im Brust-/Flügel- und Stoßbereich zeigten). Gefolgt von H2+ (67,1 %, wovon auch hier 100 % der Tiere eine Verschmutzung im Brust-/Flügel- und Stoßbereich zeigten) und die geringsten Verschmutzungsscores wurden hier in H1– (61,7 %) dokumentiert. Für den Gesamtscore konnten signifikante Unterschiede von der 4. ($p < 0,001$) bis 20. Lebenswoche ($p = 0,004$) festgestellt werden. Im Brust-/Flügelbereich wurden signifikante Unterschiede in der 4. ($p < 0,001$), 8. ($p < 0,001$), 12. ($p < 0,001$) und 20. Woche ($p = 0,002$) gezeigt. Im Stoßbereich waren Effekte in der 4. Woche ($p = 0,014$) und von der 8. bis zur 20. Woche hoch signifikante Effekte darstellbar ($p < 0,001$). Der genotypische Unterschied wird nochmal anhand der Gesamtverschmutzungen in Abbildung 14 dargestellt. Der Unterschied war vor allem zwischen den Genotypen zu verzeichnen. Gegen Ende der Mast waren die Haltungssysteme bei Auburn nicht mehr signifikant und bei B.U.T. 6 waren die prozentualen Werte für Score 0 (= keine Verschmutzung) ähnlich hoch.

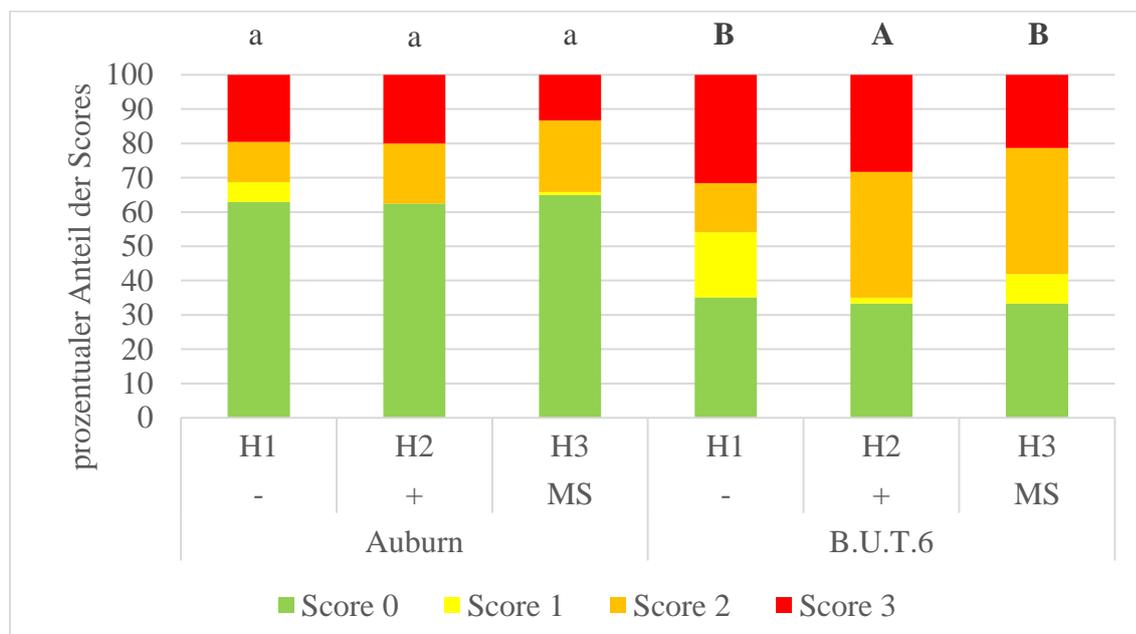


Abbildung 14: Prozentualer Anteil der Scores für Verschmutzungen in Abhängigkeit des Genotyps und des Haltungssystems in der 20. Lebenswoche

H1- = Feststallhaltung ohne Umwultanreicherung; H2+ = Feststallhaltung mit Umwultanreicherung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab der 9. Lebenswoche = Mobilstallhaltung mit

Umweltanreicherung und Grünauslauf; die Scores reichten von 0 (=keine Schäden) bis maximal 3 (=starke Schäden) (siehe Tabelle 4)

3.3. Fütterung

Ebenso waren Effekte in Mann-Whitney-U-Tests für die Futtermittelformen feststellbar (Tabelle 9). Signifikanzen konnten jedoch nur in der Brust-/Flügelregion in der 4. ($p = 0,027$) und 8. Woche ($p = 0,033$) und bei dem Gesamtverschmutzungsscore in der 4. Lebenswoche ($p = 0,019$) beobachtet werden. Ein höherer gruppierter Median wurde über die gesamte Mastperiode bei V1 beobachtet, wobei der Riboflavingehalt in der Aufzuchtperiode niedriger war (Abbildung 15). Bei B.U.T. 6 Puten war dieser Futtereffekt in der 4. ($p < 0,001$) und 16. Lebenswoche ($p < 0,001$) am deutlichsten, was auf den Brust-/Flügelbereich zurückzuführen ist. Der Effekt der Fütterung für Auburn zeigte sich nur im Bereich Brust/Flügel in der 8. Woche ($p = 0,049$) und am Stoß in der 20. Woche ($p = 0,034$), nicht aber bei dem Gesamtverschmutzungsscore. Gesamt war der Unterschied nur im marginalen Bereich (V1 70,9 % und V2 68,9 % Verschmutzungen).

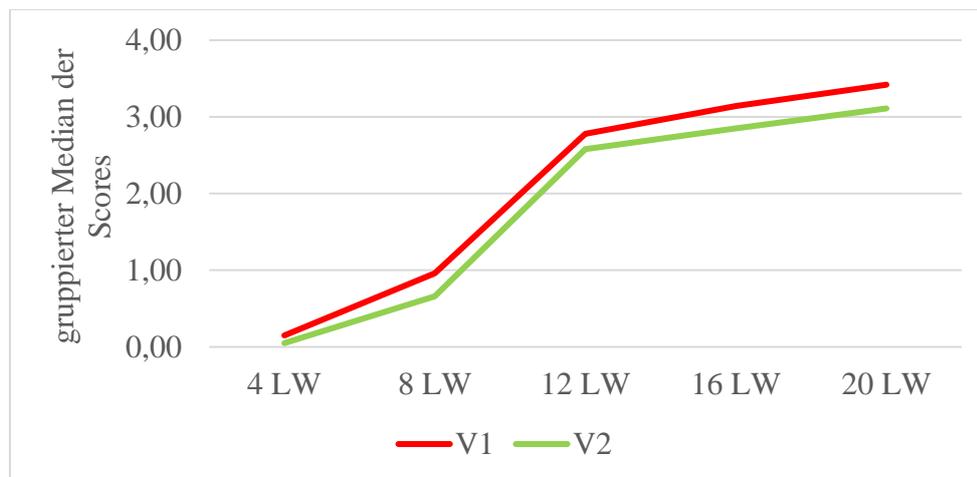


Abbildung 15: Gruppierter Median der Verschmutzungsscores, getrennt nach Futtermittelformen während der gesamten Mastperiode

Die Futterbehandlungen unterschieden sich im Riboflavingehalt: V1: bis zur 8. Lebenswoche: 4 mg/kg; von der 8. bis zur 12. Lebenswoche: 2,9 mg/kg; von der 16. bis zur 20. Lebenswoche: 2,4 mg/kg; V2: bis zur 8. Lebenswoche: 8 mg/kg, von der 8. bis zur 12. Lebenswoche: 2,9 mg/kg; von der 16. bis zur 20. Lebenswoche: 2,4 mg/kg; die Bewertung reichte von 0 (=keine Schäden) bis 3 (=starke Schäden) (siehe Tabelle 4); LW = Lebenswoche

3.4. Logistische Regression

Genotyp ($p < 0,001$), Haltungssystem ($p < 0,001$), Alter ($p < 0,001$) und die Fütterung ($p < 0,05$) beeinflussten die Gesamtverschmutzung in dem signifikanten logistischen Regressionsmodell

mit einem Nagelkerke R^2 von 0,714 für die Aufzucht und 0,694 für die Mast. Die Odds Ratio's zeigten, dass im Vergleich zum Genotyp und der Haltung die Fütterungsvariante nur eine untergeordnete Rolle spielte (Tabelle 10).

Tabelle 10: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Verschmutzungen während der Aufzucht und Mast.

Merkmal	Nagelkerke $R^{2:3}$	Score 1 (%)	Regression coefficient B	Standard error	Wald	Sig.	Odds Ratio	95 % confidence interval for Odds Ratio	
								Lower value	Upper value
Ver- schmutz- ungen in der Aufzucht	0,714								
Genotyp Auburn B.U.T. 6		22,5 45,6	Reference 2,731	0,412	43,852	<0,001	Baseline 15,345	6,838	34,434
Haltungssystem H1- H2+		7,9 52,5	Reference 4,727	0,490	93,157	<0,001	Baseline 112,982	43,262	295,060
Fütterungs- variante V1 V2		34,6 25,8	-1,080	0,335	10,385	0,001	0,340	0,176	0,655
Alter 4. Woche 8. Woche Konstante		9,6 50,8	-4,413 Reference -2,710	0,469 0,419	88,567 41,770	<0,001 <0,001	0,012 Baseline 0,067	0,005	0,030
Ver- schmutz- ungen in der Mast	0,694								
Genotyp Auburn B.U.T. 6		8,1 80,2	Reference 4,762	0,316	226,909 62,781	<0,001 <0,001	Baseline 116,969	62,949	217,347
Haltungssystem H1- H2+ H3 MS		21,0 43,5 49,8	Reference 2,686 1,881	0,356 0,310	56,978 36,840	<0,001 <0,001	Baseline 14,679 6,560	7,307 3,574	29,488 12,041
Fütterungs- variante V1 V2		38,8 32,1	-0,722	0,240	9,076	0,003	0,486	0,304	0,777

Alter					15,860	<0,001			
12. Woche		32,0	-1,127	0,296	14,464	<0,001	0,324	0,181	0,579
16. Woche		33,8	-0,888	0,295	9,077	0,003	0,412	0,231	0,733
20. Woche		41,0	Reference				Baseline		
Konstante			-3,238	0,345	88,267	<0,001	0,039		

¹Haltungssystem: H1-: Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung; H2+: Feststallhaltung mit Umweltanreicherung; H3 MS: Mobilstallhaltung mit Grünauslauf

²Fütterungsvarianten unterschieden sich im Riboflavingehalt: V1: bis zum Alter von 8 Wochen: 4mg/kg; von 8 bis 12 Wochen: 2,9mg/kg; von 16 bis 20 Wochen: 2,4mg/kg; V2: bis zum Alter von 8 Wochen: 8 mg/kg, von 8 bis 12 Wochen: 2,9 mg/kg; von 16 bis 20 Wochen: 2,4 mg/kg

³Ausdrucksstärke des Modells: < 0,1: schlecht; 0,1-0,3: mäßig; 0,3-0,5: mäßig; >0,5: gut

VI. DISKUSSION

1. Zusammenfassende Diskussion

Der Versuch verlief ohne Störungen und konnte im Vergleich zu anderen Studien eine geringe Mortalitätsrate aufweisen. Unabhängig vom Haltungssystem werden in anderen Untersuchungen sehr unterschiedliche Angaben zur Mortalitätsrate gemacht. Während in Studien von Ellebrock (2000) nur unter 2 % Verluste zu finden waren, gibt es auch mittlere Verlustraten von 6–10 % (Berk et al., 2013a; Große Liesner, 2007) bis hin zu hohen Mortalitätsraten von 11–21 % (Bellof et al., 2014; Bergmann, 2006). In der vorliegenden Arbeit konnte keiner der Verluste auf ein Pickgeschehen zurückgeführt werden. Petermann (2006) fand bei schnabelkupierten Puten durch Picken Verlustraten von 8-10 %. Auch Kulke et al. (2022) dokumentierten in zwei Versuchen eine durchschnittliche Verlustrate von 10 % und Olschewsky (2019a) im Mittel von 7,1 % bei nicht schnabelgekürzten Puten. Die Ergebnisse der eigenen Studie zeigten eine Gesamtverlustrate von 2,1 %. Entgegen der Meinung von Garrelfs (2018), dass in Herden mit intaktem Schnabel 2-3 % höhere Mortalitätsraten beobachtet würden, lässt sich in der vorliegenden Studie schließen, dass weder die Mast von schnabelungekürzten Puten noch deren Haltung in ökologischen Systemen zu einer erhöhten Sterblichkeitsrate führen muss.

Im gesamten Durchgang der Studie waren Gefiederschäden, Verletzungen im Hals-/Kopfbereich sowie Verschmutzungen signifikant von dem Genotyp, der Haltung, dem Alter und der Fütterungsvariante abhängig. Bei der Pododermatitis wurde das Futter als Einflussfaktor von der statistischen Auswertung ausgeschlossen. Im Bereich der Verletzungen im Rücken-/Flügelbereich ist die Aussagekraft aufgrund der sehr geringen Prävalenz von lediglich 0,6 % sehr niedrig.

1.1. Prävalenz

Pododermatitis. In diesem Versuch war die Pododermatitis signifikant von dem Genotyp, dem Alter und dem Haltungssystem abhängig. Weder ein Grünauslauf noch die langsam wachsende alternative Putenrasse mit geringerem Körpergewicht bewirkten in dieser Studie eine Verbesserung der Fußballengesundheit. Der Verlauf der FPD war progressiv mit Alter und Schweregrad, wie auch von anderen Autoren beschrieben (Bartels et al., 2020b; Krautwald-Junghanns et al., 2017).

Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Ursprung in der frühen Aufzuchtphase zu finden ist.

Unter suboptimalen Haltungsbedingungen lassen sich bei konventionell gehaltenen Puten bereits erste Veränderungen in der ersten Lebenswoche feststellen (Bergmann et al., 2013; Schumacher et al., 2012). In den ersten Lebenstagen sind die Ballen noch weich, wodurch sich schneller Risse, Verletzungen und Druckstellen entwickeln können (Hiller et al., 2020; Mayne et al., 2006, 2007). Auch ökologisch gehaltene Puten bestätigen diesen progressiven Verlauf (Freihold et al., 2019; Olschewsky, 2019a). Die klinischen Untersuchungen der vorliegenden Studie ergaben in der 4. Lebenswoche 10 % und in der 8. Lebenswoche bereits 35,8 % Veränderungen. Daher muss der Grundstein für die Prävention von FPD bereits in der Aufzucht gelegt werden (Hiller et al., 2020; Krautwald-Junghanns et al., 2017).

In der konventionellen Haltung werden in der Regel Werte von circa 90 % Läsionen an den Fußballen erwartet. Allerdings ist die Prävalenz von Fußballendermatitis auch in der ökologischen Haltung hoch (bis zu 95 %), was durch Studien von Bellof et al. (2010), Sheperd und Fairchild (2010), Allain et al. (2013), Bergmann et al. (2013), Spindler et al. (2013) und Krautwald-Junghanns et al. (2017, 2011) gestützt wird. In der vorliegenden Studie waren 86,7 % der Veränderungen an den Fußballen in der 20. Lebenswoche vorhanden und eine Prävalenz von 50,9 % Läsionen über den gesamten Mastdurchgang. Bartels et al. (2020b) fanden 90 % Läsionen gegen Ende der Mastzeit. Krautwald-Junghanns et al. (2017) hatten bei Kelly-BBB 95 % und bei B.U.T. 6-Tieren 98 % der Veränderungen bei der Schlachtung. Etwas weniger wurden von Bellof et al. (2010) beschrieben. Kelly-BBB zeigte 75 % und B.U.T. 6 85 % Schäden. Olschewsky (2019a) dokumentierte für Kelly-BBB einen Mittelwert von 14-39 % Veränderungen, für Hockenhull Bronze 17-60 % und für Hockenhull Black 30-72 % zu vier Erhebungszeitpunkten. Wie bei Olschewsky (2019a) war die FPD auch in dieser Studie in der 16. Lebenswoche, aber auch in der 20. Lebenswoche am stärksten ausgeprägt.

Verschmutzungen. Wie FPD traten auch Verschmutzungen in dieser Studie mit einer hohen Prävalenz von 69,9 % auf. Somit ist auch die ökologische Putenhaltung kein Garant für weniger Verschmutzungen. Das Ausmaß der Verschmutzungen war auf den Genotyp, das Haltungssystem, das Alter und die Futtervariante zurückzuführen. Der Verschmutzungsgrad war mit dem Alter progressiv, was auch in Studien von Schulze-Bisping (2015), Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica (2020) dokumentiert wurde. Beginnend bereits in der 4. Woche mit 9,6 % Verschmutzungen, gab es gegen Ende der Mast in der vorliegenden Studie kein Tier ohne Kontamination in den drei bonitierten Regionen. Zudem beschrieb Schulze-Bisping (2015), dass vor allem ab der 14. Lebenswoche das Gefieder am Stoß, Bauch und an der Brust besonders betroffen ist, da die Tiere ab diesem Alter ihre Gefiederpflege nur noch im Liegen durchführen. Auch in dieser Studie war vor allem der Brustbereich mit 68,8 %

Verschmutzungen betroffen, gefolgt von Kontaminationen im Stoßbereich mit 31,3 %. Im Rückenbereich wurden mit 0,8 % so gut wie keine Verschmutzungen am Gefieder festgestellt. Hochgradige Kontaminationen (Score 3) traten in dieser Studie sogar bei 21,4 % der Tiere auf.

Verletzungen. Die Studienergebnisse zeigten eine Prävalenz von 19,7 % Verletzungen bei nicht schnabelgekürzten männlichen Puten. In der konventionellen Haltung kann es zu durchschnittlich 32,5 % Verletzungen kommen (Busayi et al., 2006; Große Liesner, 2007; Spindler, 2007). Bergmann (2006), Bartels et al. (2009) und Krautwald-Junghanns et al. (2011) verzeichneten durchschnittlich 23 % Verletzungen bei ökologisch gehaltenen Puten. Spindler (2007) und Cottin (2004) beobachteten weniger Hautläsionen in der Freilandhaltung. Grundsätzlich scheinen in der ökologischen Haltung weniger Verletzungen aufzutreten als in der konventionellen Haltung. In der Studie von Ermakow (2012) traten 22,6 % der Verletzungen in der konventionellen und 14,1 % in der Bio-Mast auf. Dies wurde von Straßmeier (2007) bestätigt. Ihre Studie dokumentiert weniger Verletzungen in der ökologischen Haltung aufgrund der geringeren Besatzdichte. Olschewsky et al. (2020) vermuteten den Grund für weniger Verletzungen in der ökologischen Haltung in der geringeren Gruppengröße. Allerdings gibt es auch Ergebnisse mit einer höheren Prävalenz von Hautverletzungen in der Bio-Mast im Vergleich zur konventionellen Haltung (Dressel et al., 2019). Zusammenfassend sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie vergleichbar mit denen aus der ökologischen Haltung von Ermakow (2012).

In dieser Studie waren Verletzungen im Rücken-/Flügelbereich von der Haltung, dem Genotyp und dem Alter abhängig. In diesem Bereich kamen Verletzungen insgesamt zu nur 6 % vor, folglich war die Aussagekraft sehr gering. Ergebnisse von Krautwald-Junghanns et al. (2011) zeigten, dass Verletzungen im Rückenbereich hauptsächlich als Kratzwunden identifiziert werden können. Verletzungen im Flügelbereich können durch Technopathien verursacht worden sein, zum Beispiel beim Einfangen für die experimentelle Datenerfassung oder wenn die Puten beim Laufen oder beim Auf-/Abbaumen gegen Einrichtungsgegenstände stoßen.

Bei den vorliegenden klinischen Untersuchungen wurden Hautverletzungen hauptsächlich im Kopfbereich und an den Anhangsorganen (Zapfen und Kehllappen) sowie am Hals festgestellt. Der Zapfenbereich war die Prädilektionsstelle. Die Verletzungen in diesem Bereich waren zurückzuführen auf das Alter, die Haltung, den Genotyp und die Futtervariante. Studien von Bergmann (2006) und Krautwald-Junghanns et al. (2017) bestätigten ebenfalls Verletzungen vorwiegend im Kopf- und Halsbereich, wobei der Zapfenbereich besonders betroffen war

(Krautwald-Junghanns et al., 2011; Olschewsky, 2019a). In dieser Studie gab es bereits in der 8. Woche 17,9 % Verletzungen im Kopfbereich, die bis zur 20. Woche auf 78,5 % anstiegen. Von diesen Verletzungen wiesen 12,5 % in der 20. Woche massive Verletzungen (Score 3) auf. In den anderen bewerteten Regionen wurde kein Score 3 gefunden. Die Wunden in diesen Bereichen könnten hauptsächlich auf gegenseitiges agonistisches Picken zurückzuführen sein, welches nach Dalton et al. (2013) besonders im Kopfbereich auffällig ist. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass im Kopf- und Halsbereich der Einfluss des Alters den größten Einfluss auf die Hautläsionen hatte. Laut Wartemann (2005), Schulze-Bisping (2015) und Bartels et al. (2020a) nimmt die Prävalenz von Verletzungen durch agonistisches Verhalten mit dem Alter zu. Bartels et al. (2020a) vermuteten, dass jüngere Tiere noch aktiver sind, leichter fliehen und weniger Motivation gegen verletzendes Picken haben. Außerdem nimmt die Stärke des Schnabels mit dem Alter zu. Grundsätzlich beginnen Truthähne ab der 8. Lebenswoche mit Drohgebärden, um eine Hierarchie aufzubauen (Healy, 1992). Direkte Beobachtungen in dieser Studie zeigten, dass diese bereits in der 6. Lebenswoche auftreten können.

Gefiederschäden. Schweres Federpicken äußert sich in der Regel durch Gefiederschäden in den Bereichen des Rückens, des Stoßes und des Halses. Darüber hinaus können Schäden am Gefieder durch Technopathien verursacht werden. Weder in dieser Studie noch bei Straßmeier (2007) und Olschewsky (2019a) wurde ein progressiver Verlauf und damit eine Abnahme des Gefiederzustandes über die Dauer der Mast festgestellt. Lediglich im Bereich des Stoßes wurde ein progressiver Verlauf dokumentiert.

In dieser Studie waren die Gefiederschäden signifikant abhängig von der Haltung, dem Genotyp, dem Alter und der Futtermittelvariante. Es gab eine hohe Prävalenz von Gefiederschäden mit insgesamt 79,3 %. Davon wiesen Auburn 77,6 % und B.U.T. 6 81,4 % Schäden auf. Allerdings traten keine hochgradigen Schäden (Score 4) auf und der Score 3 lag nur bei 0,3 %. Bei den meisten Schäden handelte es sich um geringgradige Schäden (Score 1 = einzelne Federn fehlen oder sind beschädigt). Score 2 (= deutliche Schäden bis zu 50 % des Gefieders) war nur im Stoß- und Schwingenbereich sehr häufig vertreten. Auch andere Autoren fanden hohe Prävalenzen. Bei Olschewsky (2019a) hatten Hockenhull Black einen Mittelwert von 82 % Gefiederschäden und Kelly BBB und Hockenhull Bronze von 85 %. Ergebnisse von Bergmann (2006) zeigten ein Maximum von 23 % intaktem Gefieder bei ökologisch aufgezogenen Puten. Ergebnisse von Berk et al. (2006) zeigten sogar 100 % Schäden bei konventionell aufgezogenen B.U.T. 6 und bei Bartels et al. (2009) waren es 97 %. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen somit ähnliche Prävalenzen wie die Dokumentationen von Bergmann (2006) und Olschewsky (2019a).

Gefiederschäden im Flügel- und Rückenbereich waren selten vorhanden. Schäden am Rückengefieder könnten durch das Besteigen anderer Tiere, unbeabsichtigte Kratzverletzungen oder Technopathien verursacht worden sein.

Im Halsbereich traten die meisten Schäden in der 16. Lebenswoche auf (23,2 %). Für die Gefiederschäden im Halsbereich wurde gegenseitiges Picken als Ursache angenommen, was zu Federpicken und Kannibalismus führen kann (NMELV, 2019). Die Schäden waren bei beiden Genotypen nahezu gleich. Außerdem wiesen die Tiere in der Feststallhaltung mit Umwultanreicherung und in der Mobilstallhaltung die meisten Gefiederschäden auf. Ein unbekannter Stressfaktor scheint zwischen der 12. und 16. Woche Federpicken im Nackenbereich verursacht zu haben.

Die schwersten Schäden wurden an den Schwingen und am Stoß festgestellt. Der Stoßbereich war am stärksten betroffen. Technopathien scheinen dort die Hauptursache für die Schäden zu sein, da die Puten gegenseitig häufig über den Stoß und die Schwingen laufen (Schulze-Bisping, 2015). Im Verlauf der Mast nehmen die Ruhephasen zu (Bircher und Schlup, 1991b). Folglich laufen die Puten immer häufiger über den Stoß anderer Tiere. Dies könnte ein Hinweis auf das Ruheverhalten und die Qualität der Einstreu sein (Olschewsky, 2019a). Diese Zunahme der Schäden am Stoß mit dem Alter zeigte sich auch in den Ergebnissen dieser Studie. Zum anderen können durch das Auf- und Abbaumen der erhöhten Ebenen Schäden vor allem an den Schwingen entstehen. Beim Einfangen der Tiere für die Bonitur wurden gelegentlich Schwungfedern beschädigt, allerdings waren nur die Flügelspitzen abgebrochen oder deformiert, es fehlten keine Federn oder waren angepickt. Bis zur 12. Woche war die Prävalenz der beschädigten Federn sehr hoch, danach nahm sie ab. Dies ist zum einen auf den Gefiederwechsel zurückzuführen, welcher in der 15. Woche abgeschlossen ist (Thiele, 2005), und zum anderen darauf, dass die Puten mit zunehmendem Alter ruhiger werden, was zu weniger Schäden durch Technopathien führt.

1.2. Genotyp

Ein starker genotypischer Einfluss zeigte in dieser Studie, dass die leichtere Alternativrasse weniger Verschmutzungen sowie weniger Gefiederschäden und Verletzungen aufzeigte, jedoch wurden bei den Tieren der leichteren Auburn-Linie mehr und schwerere Fußballenveränderungen gefunden im Vergleich zur schnell wachsenden Linie der B.U.T. 6. Ein Mehr an Verschmutzungen, Gefiederschäden und Verletzungen bei B.U.T. 6 ist darauf zurückzuführen, dass die genetische Selektion in der konventionellen Haltung vor allem in Richtung steigender Wachstumsintensität und Fleischansatz, vor allem im Brustbereich,

stattfand (Hafez, 1996). Das hat zur Folge, dass das Wachstum des Skeletts und der inneren Organe mit dem schnellen Wachstum der Muskelmasse nicht standhalten kann, wodurch es zu ernsthaften Gesundheitsproblemen und Verhaltensauffälligkeiten bei den schweren, schnell wachsenden Puten kommen kann (Hafez und Hauck, 2005). Auch in der ökologischen Haltung werden bisweilen häufig mittelschwere bis schwere Zerlegerassen (wie B.U.T. 6) verwendet (Batkowska und Brodacki, 2012).

Ein Grund für die höhere Prävalenz von Verschmutzungen und Gefiederschäden der B.U.T. 6 ist, dass die leichteren Alternativrassen ein ausgeprägteres Komfortverhalten als die schwereren Linien aufweisen (Bircher und Schlup, 1991b; Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Die klinischen Untersuchungen dieser Studie ergaben für Auburn 90 % und für B.U.T. 6-Puten nur 2,1 % sauberes Gefieder in der 20. Lebenswoche. Über den gesamten Mastverlauf hinweg wiesen, im Vergleich zu den B.U.T. 6 (76,3 %), die Auburn weniger Verschmutzungen (64,9 %) im Brust-/Flügelbereich auf. Ebenso waren im gesamten Verlauf im Stoß-/Schwingenbereich bei den Auburn weniger Gefiederschäden (58,1 %) zu finden. Bei den B.U.T. 6 waren es 70,8 %. Dies lässt sich dadurch erklären, dass neben dem weniger ausgeprägten Komfortverhalten das höhere Körpergewicht und die Größe der B.U.T. 6 eine große Rolle spielen. So können bestimmte Regionen bei der Gefiederpflege nicht oder nur mit großer Mühe erreicht werden. Dies macht sich besonders im Bereich des Stoßes und der Brust bemerkbar. Außerdem zeigen sie aufgrund ihres Gewichts meist längere Liegezeiten und eine reduzierte Aktivität (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Schulze-Bisping (2015) beschrieb, dass das Gefieder an Stoß, Bauch und Brust vor allem ab der 14. Lebenswoche besonders betroffen ist, da die Tiere ab diesem Alter ihre Gefiederpflege nur noch im Liegen durchführen, was wiederum zu einem höheren Verschmutzungsgrad und letztendlich durch die Verschmutzungen zu Schäden am Gefieder führt. Dies wurde durch Direktbeobachtungen der Gefiederpflege und durch die vorliegenden Ergebnisse unterstrichen, bei denen vor allem die Brust und der Stoß mit Verschmutzungen betroffen waren. Vor allem gegen Ende der Mast nimmt das Ruhen der B.U.T. 6 zu (Bircher und Schlup, 1991b), wodurch mehr Schäden und Verschmutzungen am Stoß durch das Darüberlaufen anderer Tiere auftreten als bei Auburn. In dieser Studie zeigten Direktbeobachtungen zusätzlich ein ausgeprägteres Imponierverhalten der B.U.T. 6 im Gegensatz zu den Auburn-Puten. Folglich war der Stoß dieser schweren Linie öfters aufgefächert, weshalb diese vermutlich häufiger gegen Einrichtungsgegenstände stießen. Aufgrund ihres größeren Körpers touchierten die B.U.T. 6-Tiere mit ihren Schwingen beim Auf- und Abbaumen der erhöhten Ebenen vermutlich häufiger Einrichtungsgegenstände als die Auburn. Diese beiden Gründe schienen die Hauptursache für

die Schäden an den Schwingen und dem Stoß zu sein. Daher müssen die Boxen so eingerichtet werden, dass auch für B.U.T. 6 Schäden durch Technopathien verringert werden.

Des Weiteren zeigen meistens die leichteren Herkünfte weniger Verletzungen im Vergleich zu den schweren Zerlegerassen (Bergmann, 2006; Busayi et al., 2006; Große Liesner, 2007; Olschewsky, 2019a; Straßmeier, 2007). Auch Olschewsky (2019a) dokumentierte die wenigsten Verletzungen bei der leichtesten Rasse, den Hockenhull Black, mit 28 %. Bei Hockenhull Bronze und Kelly BBB traten 37 % Läsionen auf. Die Untersuchungsergebnisse dieser Studie bestätigen, dass die leichtere Alternativrasse der Auburn (welche den Hockenhull black gleichkommt) mit 17,1% eine niedrigere Prävalenz im Vergleich zu B.U.T. 6 (24 %), hat. Dies belegen auch Untersuchungen von Berk und Cottin (2003), bei denen ebenfalls die schnell wachsenden B.U.T. 6 mehr Hautverletzungen hatten. In der Untersuchung dieser Autoren wurden drei schnell und langsam wachsende Linien miteinander verglichen. Während B.U.T. 6 keinen Score 1 mehr gegen Ende der Mast aufwies, war bei den langsam wachsenden Genotypen zu 90 % Score 1 zu finden. In dieser Studie ist bei den B.U.T. 6 bereits ab der 8. Woche (43,8 %) eine hohe Prävalenz im Hals/Kopfbereich vorhanden, eine große Steigerung der Verletzungen ist von der 8. auf die 12. Woche (64,8 %) zu erkennen. Diese Verschlechterung des Hautzustandes durch Verletzungen ist bei den Auburn erst von der 16. (67,9 %) auf die 20. Woche (80,6 %) zu sehen. Ebenso zeigten Hockenhull Black auch bei Olschewsky et al. (2019b) erst gegen Ende der Mast einen Anstieg der Verletzungen. Dies lässt sich damit begründen, dass schwere Zerlegerassen, wie B.U.T. 6, zum einen frühreifer sind und somit früher agonistisches Verhalten zeigen und zum anderen schwerer sind und nicht so schnell flüchten können wie die leichteren Alternativrassen. Auburn-Puten gelten als ruhiger und deren Geschlechtsreife scheint erst später einzusetzen (Fokus Tierwohl, 2022b).

Zur Verminderung aggressiver Auseinandersetzungen wird, neben einer angemessenen Besatzdichte und einem ausreichenden Platzangebot, die genetische Selektion von weniger aggressiven Linien als Lösung angesehen (Martrenchar, 1999).

Ganz anders verhält es sich bei der Pododermatitis. Ein starker genotypischer Einfluss zeigte, dass die leichtere Alternativrasse mehr und schwerere Fußballenveränderungen aufwies als die schnell wachsenden Genotypen. In der 20. Lebenswoche wurden bei den Auburn-Puten 93,8 % und bei den B.U.T. 6-Tieren 75 % Läsionen dokumentiert, für die gesamte Mast ergab sich eine Prävalenz der FPD von 55,4 % für die Auburn-Linie und 43,2 % für die B.U.T. 6. Olschewsky (2019a) kam in ihrer Studie zu vergleichbaren Ergebnissen. Bei Hockenhull Black waren insgesamt mehr Veränderungen an den Fußballen (59 %), im Vergleich zu den schwereren Kelly BBB Puten (36 %), zu finden. Dies bedeutet, dass es in dieser Studie einen großen

Einfluss des Genotyps gab. Es wird vermutet, dass die schweren B.U.T. 6 bereits so gezüchtet wurden, dass sie einen viel besseren Fußballenstatus aufweisen, während die Auburn-Tiere viel empfindlichere Fußballen haben. Trotz dieses Fortschrittes in der Züchtung von Puten gibt es nach wie vor eine signifikante genetische Variation, die einen zukünftigen genetischen Fortschritt zulässt (Meyer, 2022), um auch Auburn-Linien auf eine bessere Fußballengesundheit zu selektieren.

In Übereinstimmung mit Dalton et al. (2016) und Olschewsky (2019a) war ein Einfluss des Gewichts nicht erkennbar, somit gab es in dieser Studie keine Korrelation zwischen einem geringeren Gewicht und einer besseren Fußballengesundheit. Obwohl im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte die Masttiere schwerer geworden sind, kann festgestellt werden, dass die Beinstärke und die Lauffähigkeit infolge konsequenter Selektion kontinuierlich verbessert wurde (Meyer, 2022). Ebenfalls berichtet Meyer (2022) von Studien, die auf einen Zusammenhang eines hohen Wasser-Futter-Verhältnisses und dem Vorkommen feuchter Einstreu hinweisen. Die Aufzeichnung der individuellen Futter- und Wasseraufnahme dient im Endeffekt dazu, die Einzeltiere zu identifizieren, die Einstreufeuchte verursachen, und diese zukünftig aus den Zuchtpopulationen auszuschließen. Diese Selektionsmethode wird seit 2011 angewandt. Des Weiteren berichtet der Autor, dass auch in der Zukunft eine Fokussierung auf tierschutzrelevante Aspekte (zum Beispiel Fußballengesundheit, Robustheit, Fitness, Darmgesundheit) stattfindet.

Zudem hatte die Farbe des Gefieders einen Einfluss auf Verschmutzungen, Verletzungen und Gefiederschäden. Im Bereich der Verschmutzungen zeigten Direktbeobachtungen, dass insbesondere der Stoßbereich betroffen war. Weiß verfärbt sich bei der geringsten Verunreinigung. Le Bris (2005) gelangte ebenfalls zu diesen Erkenntnissen, dass Verschmutzungen bei den weißen B.U.T. 6-Puten auffälliger für das menschliche Auge waren als bei den schwarzen Kelly Bronze Tieren. Leichte Verschmutzungen oder Verfärbungen des Stoßes waren aufgrund der schwarzen Gefiederfarbe nicht sichtbar. Außerdem stellt die Gefiederfarbe bei Verletzungen und Gefiederschäden einen nicht zu vernachlässigenden Einflussfaktor dar (Fokus Tierwohl, 2022b; Huber-Eicher und Wechsler, 1997). Direktbeobachtungen zeigten, Puten finden alles, was glitzert und glänzt, interessant. Daher fallen Staub-, Schmutzpartikel, Sonnenlicht und Blut bei weißem Gefieder sofort auf (Huber-Eicher und Wechsler, 1997), da sich ein höherer Kontrast als bei dunklem Gefieder bildet und auf Artgenossen attraktiver wirkt. Die Puten gehen ihrem Erkundungsdrang, den sie mit dem

Schnabel ausführen, nach und picken an diese Stellen, wodurch Schäden und letztendlich auch schweres Federpicken entstehen kann. Diese Beobachtungen konnte auch Le Bris (2005) machen. Auch er vermutet, dass der Grund für größere Kannibalismusprobleme bei den B.U.T. 6 an der hellen Färbung des Gefieders liegt. Blutende Stellen fallen im dunklen Gefieder im Gegensatz zum Weißen nicht besonders auf. In der vorliegenden Studie traten zwar mehr Verletzungen bei den weißen B.U.T. 6 auf, jedoch kein Fall von Kannibalismus.

1.3. Haltung

Darüber hinaus hatte die Haltungsform einen erheblichen Einfluss auf die Pododermatitis, Verschmutzungen, Gefiederschäden und Verletzungen.

Überraschenderweise war die Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung die Haltungsform mit den wenigsten Veränderungen und Läsionen in Bezug auf die vier untersuchten Tierschutzindikatoren. Somit ist in dieser Studie eine Haltung mit Umweltanreicherungen oder in der Auslaufhaltung nicht unbedingt mit einem Mehr an Tierwohl verbunden.

Während für FPD im Feststall ohne Umweltanreicherung eine Prävalenz von 33,5 % dokumentiert wurde, war diese im Feststall mit Umweltanreicherung bei 72,3 % und im Mobilstall bei 70 %. Im Mobilstall jedoch waren die schwersten Läsionen mit 21,5 % (Score 3 + 4) zu finden. Bei Berk et al. (2013b) wiesen ebenfalls die Tiere mit Zugang zum Grünauslauf den höchsten Anteil von Tieren mit Ballenveränderungen auf.

Bei den Verschmutzungen im Feststall ohne Umweltanreicherung ergab sich eine Prävalenz von 26,5 %, wohingegen diese im Mobilstall bei 40,5 % und im Feststall mit Umweltanreicherung bei 39,8 % lag. Erhebliche Verschmutzungen wurden in der Feststallhaltung mit Umweltanreicherung bereits ab der 8. Lebenswoche mit 43,6 % sichtbar, wobei vor allem der Brust- und Stoßbereich mit 63,3 % betroffen war. Insgesamt waren die Prävalenzen aller drei Haltungsformen gegen Ende der Mast ähnlich.

Für Schäden am Gefieder waren die Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung (20. Lebenswoche Score 2 + 3 = mittelgradige Schäden: 5 %) und die Auslaufhaltung (6,6 %) die Besten und die Feststallhaltung mit Umweltanreicherung (17,7 %) die Schlechteste. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass selbst für beide Genotypen die Feststallhaltung mit Umweltanreicherung das Haltungssystem mit den meisten Gefiederschäden (72,8 % im Stoß-/Schwingenbereich) war. In der Freilandhaltung (57,8 %) traten ähnlich viele Schäden wie in der Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung (60,9 %) auf. In der 16. Woche war bei allen drei Haltungsformen eine Verbesserung des Gefiederzustandes zu erkennen, wobei die größte Verbesserung in der Mobilstallhaltung stattfand, was durch den bereits erwähnten

Gefiederwechsel erklärt werden kann (Thiele, 2005). Ebenfalls bessere Werte für die Mobilstallhaltung konnte Cottin (2004) dokumentieren.

Gleichfalls zeigten die Puten in der Feststallhaltung ohne Umweltsanreicherung die wenigsten Verletzungen im Hals-/Kopf-/Zapfen-/Kehllappenbereich. In der 20. Woche waren dort bei 46,2 % Läsionen der Haut gefunden worden, im Feststall mit Umweltsanreicherung (93,3 %) und im Mobilstall (94,3 %) waren erheblich mehr Verletzungen vorhanden, jedoch waren die Werte ähnlich hoch. Es wurden Gesamtprävalenzen von 23,4 % Verletzungen für den Feststall ohne Umweltsanreicherung, 45,4 % für den Feststall mit Umweltsanreicherung und 49 % für den Mobilstall dokumentiert.

1.3.1. Feststallhaltung mit Umweltsanreicherung

Insgesamt schnitt diese Haltungsform in der vorliegenden Studie am schlechtesten für alle untersuchten Tierschutzindikatoren ab.

Nach Kulke et al. (2016) konnte durch eine Strukturierung der Haltung mit erhöhten Elementen eine Reduktion des agonistischen Pickens nachgewiesen werden. Daher standen den Puten in diesem Versuch in der Feststallhaltung mit Umweltsanreicherung und in der Mobilstallhaltung erhöhte Ebenen zum Aufbaumen und Zurückziehen zur Verfügung. Darüber hinaus wurden Picksteine und Luzerne-Silage als Beschäftigungsmaterial angeboten. Jedoch führten weder das Angebot von erhöhten Sitzflächen noch die Luzerne-Silage und die Picksteine in der Feststallhaltung mit Umweltsanreicherung zu einem Rückgang des agonistischen Verhaltens. In der 20. Lebenswoche waren bei Auburn-Puten 91,3 % und bei B.U.T. 6 97,4 % Verletzungen im Hals-/Kopfbereich vorhanden, wobei der Zapfen die Prädilektionsstelle darstellte. Ähnliche Ergebnisse konnten auch in der Studie von Berk et al. (2017) beobachtet werden. Trotz des Vorhandenseins von angereichertem Material konnte in der Haltung von schnabelgekürzten Puten kein Effekt zur Vermeidung von Beschädigungspicken erzielt werden. Dies führte vor allem zu Verletzungen an den Anhangsorganen. Obwohl Umweltsanreicherungen wie Heu und Silage eine hohe Akzeptanz hatten, wiesen in der Studie von Berk et al. (2013b) die Puten, die mit angereichertem Material gehalten wurden, eine höhere Prävalenz von Verletzungen auf als die Kontrollgruppe. Somit ist nicht nur der Mangel an Beschäftigung der Grund für das Auftreten von verletzendem Picken, sondern zahlreiche andere Faktoren und Stressoren (Berk et al., 2015), was auch in dieser Studie deutlich wird.

In dieser Haltungsform traten Verletzungen sehr früh auf. Während in der 4. Lebenswoche 7,5 % Hautläsionen vorkamen, waren es in der 8. Lebenswoche bereits 50 % im Hals-/Kopfbereich. Folglich sollte bereits früh mehr beziehungsweise ein wechselndes Angebot an

Umweltanreicherungen angeboten werden, da sich die Akzeptanz auf Materialien bei Puten sehr unterschiedlich darstellt (Krautwald-Junghanns et al., 2017).

Für die Gefiederschäden in dieser Haltungsform scheinen vor allem Technopathien ursächlich zu sein. Die Boxen in dieser Haltungsform hatten eine eher längliche Form. Am Ende der Box waren die Futterautomaten und erhöhten Ebenen zu finden, in der Mitte die Tränken und Silageboxen und am Anfang der Box ein Angebot an Grit und Picksteinen. Folglich könnten die länglichen Boxen und die verschiedenen Einrichtungsgegenstände das Risiko von Technopathien erhöht haben. Die Einrichtungsgegenstände führten zu Schäden am Stoß, wenn die Puten beim Imponiergehabe mit aufgefächertem Stoß gegen die Futterautomaten oder andere Gegenstände stießen. Beobachtungen zeigten, dass hauptsächlich Federspitzen abgebrochen wurden, nur selten wurde eine Feder an- oder ausgepickt. Außerdem traten im Schwingenbereich häufig Technopathien auf. Olschewsky (2019a) konnte bei direkten Beobachtungen oft erkennen, dass die Tiere beim Auf- oder Abbaumen von den erhöhten Sitzflächen mit den Schwingen anstießen (Olschewsky, 2019a). Diese Beobachtungen wurden auch in der vorliegenden Studie gemacht, bei der zum Beispiel die Schwingen an den Futterautomaten beschädigt wurden oder sogar die Federn an den Schwingen durch das Anstoßen beim Aufbaumen oder Herabfliegen der erhöhten Ebenen abbrachen. Ebenso liefen die Puten aufgrund der langgestreckten Boxen in dieser Haltung häufiger über den Stoß von ruhenden Tieren, um von A nach B zu kommen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Boxen eher quadratisch und nicht langgestreckt sein sollten. Dies könnte zu einer besseren Anordnung der Einrichtungsgegenstände und des Beschäftigungsmaterials führen, wodurch es zu weniger Gefiederschäden an Stoß und Schwingen durch Anstoßen kommen könnte und die Tiere weniger über den Stoß anderer Puten laufen würden.

Ebenfalls spielt der längliche Grundriss auch beim Vorkommen von Pododermatitis und Verschmutzungen eine Rolle. Die Puten mussten häufiger an den Tränken vorbeilaufen, um die erhöhten Sitzebenen oder das Futter zu erreichen. Dies kann dazu geführt haben, dass sie häufiger mit nassen Bereichen in Berührung kamen. Außerdem ruhten die Vögel aufgrund der Gestaltung der Box meist in der Mitte der Box, die wiederum in der Nähe der Tränken lag. Infolgedessen fand das Ruheverhalten in feuchten Bereichen und dem Hauptdefäkationsbereich der Tiere statt. Untersuchungen von Schumacher et al. (2012) bestätigen diese Beobachtungen und deuten darauf hin, dass Puten kein spezielles Meideverhalten für Stallbereiche mit hohen Substratfeuchten entwickelt haben.

Zusätzlich scheinen die erhöhten Ebenen in der Feststallhaltung mit Umweltanreicherungen einen negativen Einfluss auf die Pododermatitis und Verschmutzungen gehabt zu haben. Die

aus Holz bestehenden erhöhten Ebenen waren nicht eingestreut und wurden sehr intensiv von den Tieren genutzt. Auf diesen kamen die Puten in direkten Kontakt mit ihrem Kot, dies führte zu Verschmutzungen und könnte Fußballenveränderungen zusätzlich begünstigt haben.

Bei beiden Herkünften wurden in der Feststallhaltung mit Umweltanreicherung die meisten Gefiederverschmutzungen festgestellt. Die Verschmutzungen waren bei B.U.T. 6 bereits ab der 4. Woche vorhanden und hatten in der 8. Woche sowohl im Brust- als auch im Stoßbereich eine massive Zunahme zu verzeichnen. Die erhöhten Sitzebenen sollten so gestaltet sein, dass auch diese eingestreut werden können. Durchlässige Ebenen stellen keine Alternative dar, da die Tiere sie nicht als Rückzugsmöglichkeit nutzen können, ohne sich zu verschmutzen. Außerdem sollte die Box nicht länglich, sondern quadratisch gestaltet sein und genügend Bewegungsfreiheit bieten, ohne andere Tiere zu stören.

1.3.2. Feststallhaltung ohne Umweltanreicherung

Wie bereits erwähnt ist dies die Haltungsform mit den wenigsten Verletzungen und Läsionen in Bezug auf die Pododermatitis, Verschmutzungen, Gefiederschäden und Verletzungen. Angesichts des eher quadratischen Grundrisses und der reduzierten Anzahl an Einrichtungsgegenständen scheint das Risiko für Technopathien in dieser Haltung aufgrund des geringeren Anteils an Gefiederschäden geringer zu sein. In Anbetracht des Fehlens von zusätzlichen Umweltreizen und eines guten Boxengrundrisses wird für die FPD und die Verschmutzungen die Feuchtigkeit der Einstreu als Hauptursache vermutet. Zudem könnte auch hier das fehlende Meideverhalten von hohen Substratfeuchten einen Einfluss gehabt haben (Schumacher et al., 2012). Denn die Areale mit der aufgrund von erhöhtem Kotanfall sowie Spritzwasser tendenziell höchsten Substratfeuchte befinden sich im Stall in der Regel in der unmittelbaren Umgebung der Tränke- und Futtereinrichtungen (Schumacher et al., 2012). Mit zunehmendem Alter ist bei Mastputen generell eine Abnahme der Aktivität zu verzeichnen (Marchewka et al., 2013), wodurch ein bedeutender Anstieg der Verweildauer insbesondere im Tränkenbereich in der Endphase der Mastperiode verzeichnet werden konnte (Berk et al., 2013a). Dieser lange Aufenthalt der Puten in den Konsumzonen vor allem gegen Ende der Mast wird entsprechend als begünstigend für die Genese von Pododermatitiden (Berk et al., 2013a) und Verschmutzungen angesehen.

1.3.3. Einstreu

In beiden Feststallhaltungen waren Pododermatitis und Gefiederverschmutzung stark von der Einstreuqualität und -feuchtigkeit abhängig. Die Feuchtigkeit der Einstreu wird als Hauptgrund für die hohen Prävalenzen von Fußballenläsionen (Mayne, 2005) und Verschmutzungen

(AWIN, 2015; Welfare Quality®, 2009) in der Feststallhaltung mit und ohne Umwelanreicherungen gesehen. Zum einen reicht bereits ein Verweilen von Puten über 48 Stunden auf feuchtem Untergrund aus, um tiefe Läsionen an der Haut von Zehen- und Sohlenballen zu verursachen (Krautwald-Junghanns und Fehlhaber, 2009; Mayne et al., 2007). Zum anderen löst eine Einstreufeuchte von über 30 % in kürzester Zeit Pododermatitis aus (Schumacher et al., 2012; Wu und Hocking, 2011). Beim Liegen kommen die Tiere in direkten Kontakt mit der Einstreu und dem Kot, so dass Verschmutzungen im Brustbereich auch ein Hinweis auf nasse und verschmutzte Einstreu sein können (Schulze-Bisping, 2015). Dieser Zusammenhang kann auch in diesem Versuch angenommen werden. Für beide Merkmale gilt, dass die Feuchtigkeit durch die Besatzdichte, das Einstreumaterial, die Fütterung und deren Einfluss auf die Kotkonsistenz sowie das Trinkverhalten der Tiere und die Lufttemperatur beeinflusst wird (Mayne, 2005). Je höher beispielsweise die Besatzdichte, desto höher ist die Ausscheidungsrate pro m² und desto schneller wird die Einstreu nass (Krautwald-Junghanns et al., 2011). Oder auch durch einen erhöhten Wassergehalt im Kot, der in der Biohaltung durch einen höheren Anteil an NSP erhöht wird und damit die Grundfeuchte der Einstreu anhebt (Bellof et al., 2010). Dies wiederum begünstigt Pododermatitis und Verschmutzungen.

AWIN (2015) und Welfare Quality® (2009) gehen von einer starken Korrelation von Verschmutzung und Pododermatitis aus. Angesichts der hohen Prävalenz der oben genannten Wohlfahrtsindikatoren legt die vorliegende Studie einen solchen Zusammenhang nahe. Zusätzlich zu den vielen Gründen, die die Einstreu beeinflussen, könnte das Futter einen indirekten Einfluss auf den Wassergehalt und die Konsistenz des Kots gehabt haben. In der ökologischen Haltung steigt der Wassergehalt durch einen erhöhten Anteil an NSP, wodurch die Grundfeuchte der Einstreu anwächst (Bellof et al., 2010). In den vorliegenden Ergebnissen konnte kein indirekter Futtereinfluss abgeleitet werden. Allerdings war der Kot in beiden Gruppen relativ weich, was die Ergebnisse eines insgesamt feuchteren Kots und damit feuchterer Einstreu von Bellof et al. (2010) nahelegen.

Zusätzlich führen Verschmutzungen vor allem im Stoß- und Schwingenbereich durch die Schmutzanhaftungen letztendlich zu Schäden am Gefieder.

Daraus lässt sich schließen, dass das Einstreumanagement gerade in der Aufzucht noch weiter angepasst und verbessert werden muss. Ebenfalls sollte das Einstreumaterial überdacht werden, denn obwohl SoftCell eines der Materialien mit einer hohen Wasseraufnahmekapazität ist, scheint diese trotz häufigem Nachstreuen nicht unbedingt optimal zu sein.

1.3.4. Mobilstallhaltung mit Auslauf

Dieser Versuch zeigte, dass unter ökologischen Haltungsbedingungen die Mobilstallhaltung mit einer großen Weidefläche keine Garantie für weniger Verschmutzung, Verletzungen, Gefiederschäden und FPD ist. Die stärksten Fußballenveränderungen in der 20. Lebenswoche, wurden in der Freilandhaltung festgestellt. Somit wies die Auslaufhaltung den höchsten Anteil an hochgradiger FPD auf. Denn Score 3 (= Läsionen von 25-50 % der Fußballen) trat dort zu 16,5 % und Score 4 (= über 50 % Läsionen) bei 5,1 % auf. Untersuchungen von Berk et al. (2013a) an drei verschiedenen Putenherden, die jeweils ohne und mit Außenklimabereich und Grünauslauf gehalten wurden, bestätigten, dass die Freilandhaltung die schlechteste Fußballengesundheit aufwies. Die Gründe dafür waren die Abhängigkeit von der Witterung, die Anhäufung von Exkrementen und das Management, wobei der Zustand des Grünauslaufs einen großen Einfluss hatte (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass im Außenbereich neben der Witterung auch die hohe Besatzdichte in der Nähe der Ställe zu einem hohen Risiko der Verunreinigung mit Exkrementen führte. Dies wurde bereits von Freihold et al. (2019) vermutet. Die Puten zerstörten dadurch die Grasnarbe, dies führt einerseits zu einem feuchten Milieu an den Füßen, was Pododermatitis begünstigt und andererseits in Kombination mit Schlamm zu mehr Verschmutzungen. In Kombination mit mehr Bewegung und Aktivität der alternativen Rassen, als auch der Vermutung, dass diese Herkünfte empfindlichere Fußballen, im Vergleich zu den B.U.T. 6, besitzen, da diese schon längere Zeit auf eine bessere Fußballengesundheit gezüchtet wurden, führte dies vermutlich im Auslauf zu mehr Schäden an den Fußballen der Tiere.

Folglich ist der Zustand des Grünauslaufs von großer Bedeutung. Insbesondere sollte auf die Beseitigung von dauerhaft nassen Auslaufbereichen geachtet werden, da diese nicht nur die Ausprägung von Pododermatitis fördern und zu Verschmutzungen führen, sondern auch Infektionskrankheiten wie Histomoniasis ("Schwarzkopfkrankheit") verursachen können (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Die Fußballen der Auburn-Puten waren am schlechtesten (20. Lebenswoche Auburn: 5 % keine Veränderungen gegenüber B.U.T. 6: 35,9 %). Studien von Bellof et al. (2010) unterstützen die aktuellen Ergebnisse, bei denen eine bessere Fußballengesundheit bei B.U.T. 6-Puten in Freilandhaltung festgestellt wurde. Wie Krautwald-Junghanns et al. (2017) abschließend feststellten, muss die Gestaltung des Grünauslaufs verbessert werden. Der Verschmutzungsgrad beider Herkünfte war in den Mobilställen ähnlich hoch, wobei Auburn leicht niedrigere Werte zeigte.

Der Auslauf wurde von beiden Genotypen ausgiebig genutzt. Insofern kommt nicht nur dem Feuchtigkeitsgrad des Einstreumaterials im Stall, sondern auch der Beschaffenheit des

Grünauslaufes eine große Bedeutung für die Ballengesundheit und die Verschmutzungen zu. Der hygienisch bedenkliche Auslauf sollte so angepasst werden, dass die Besatzdichte in der Nähe des Stalls reduziert und die Grasnarbe nicht zerstört wird. In diesem Fall könnte an Unterstände gedacht werden, die die Tiere eher verstreuen und ein Hording vermeiden. Zudem sollte eine Drainage verlegt werden. Darüber hinaus könnte eine Überdachung des Eingangsbereichs für zusätzliche Entlastung sorgen.

In dieser Haltung wurden vergleichsweise wenige Gefiederschäden gefunden, was auf das geringere Risiko für Technopathien in dieser Haltungsform zurückzuführen ist. Dieser bessere Gefiederzustand konnte auch bei Cottin (2004) bei Haltung mit einem AKB ersichtlich werden.

Ebenfalls sollten im Auslaufbereich der Freilandhaltung Struktur- und Funktionsbereiche installiert werden, wie zum Beispiel erhöhte Sitzebenen oder Spitzdächer. Eine Strukturierung der Weiden mit Hoffnung auf eine großflächigere Nutzung dieser durch die Tiere und ein damit größeres Bewegungsflächenangebot als auch eine dadurch folgende Schonung der Grasnarbe, beschreibt auch Le Bris (2005) in seiner Studie. Durch die großflächigere Nutzung und das Mehr an Abwechslung könnte die Verletzungshäufigkeit durch agonistisches Picken verringert werden. Obwohl die Puten in der vorliegenden Studie im Auslaufbereich viel besser bei einem Kampf flüchten können als im Feststall, sind die meisten Verletzungen im Hals-/Kopfbereich in der Auslaufhaltung dokumentiert worden. In der 20. Lebenswoche zeigten 36,1 % der Tiere mittel- bis hochgradige Verletzungen in diesem Körperbereich. Wobei die schwerere Zerlegerasse im Mobilstall die meisten und schwersten Verletzungen im Hals-/Kopfbereich zeigte (Score 3: 19,2 %; Auburn: 1,3 %). Der Grund hierfür scheint die bereits erwähnte Durch die großflächigere Nutzung und das Mehr an Abwechslung könnte die Verletzungshäufigkeit durch agonistisches Picken verringert werden. Obwohl die Puten in der vorliegenden Studie im Auslaufbereich viel besser bei einem Kampf flüchten können als im Feststall, sind die meisten Verletzungen im Hals-/Kopfbereich in der Auslaufhaltung dokumentiert worden. In der 20. Lebenswoche zeigten 36,1 % der Tiere mittel- bis hochgradige Verletzungen in diesem Körperbereich. Wobei die schwerere Zerlegerasse im Mobilstall die meisten und schwersten Verletzungen im Hals-/Kopfbereich zeigte (Score 3: 19,2 %; Auburn: 1,3 %). Der Grund hierfür scheint die bereits erwähnte frühere und ausgeprägtere Geschlechtsreife der B.U.T. 6, im Vergleich zu Auburn, zu sein (Fokus Tierwohl, 2022b). Insgesamt scheint die Sonneneinstrahlung eine große Rolle zu spielen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse deutlich zeigen, dass unterschiedliche Haltungsbedingungen unterschiedliche Aufmerksamkeit fordern (Freihold, 2021).

1.4. Fütterung

In dieser Studie zeigte das Futter einen untergeordneten Einfluss auf die Tierschutzindikatoren. Allgemein scheint die Fütterung jedoch eine wichtige Rolle zu spielen, welche jedoch bisher nicht vollumfänglich nachgewiesen ist (Rudolf, 2008). Gerade in der ökologischen Haltung kommt es durch den höheren Anteil an NSP in der Fütterung zu einem höheren Wassergehalt im Kot, wodurch die Grundfeuchte der Einstreu erhöht wird (Bellof et al., 2010). Futterbestandteile oder Metaboliten können durch die Beteiligung an verschiedenen Stoffwechselprozessen, vor allem der Haut, die Fußballengesundheit auf direktem Wege beeinflussen (Hübel, 2019; Rudolf, 2008). Insbesondere verschiedene Aminosäuren und Vitamine, wie unter anderem Methionin, Lysin, Biotin, Pantothersäure und Riboflavin werden in mangelhafter Konzentration in Zusammenhang mit Pododermatitis gebracht, da sie an Aufbau und Erhalt intakter Haut beteiligt sind (Mayne, 2005). Ein Mangel an Riboflavin kann unter anderem zu Entzündungen der Haut führen (Hafez und Jodas, 1997).

In dieser Studie hatte der Riboflavingehalt keinen statistischen Einfluss auf die FPD. Dies konnte bereits in Studien von Bellof et al. (2010) gesehen werden. In der vorliegenden Studie war somit ein Riboflavingehalt an der unteren Grenze (gemäß den Empfehlungen Aviagen Turkeys (2015)) vollkommen ausreichend, ohne fütterungsbedingte Gesundheitsprobleme an den Fußballen zu verursachen.

Bei Gefiederschäden, Verletzungen und Verschmutzungen zeigte sich lediglich ein untergeordneter statistischer Futtereinfluss. Der Energiegehalt der beiden Rationen war gleich, Unterschiede gab es nur beim Riboflavingehalt in der 4. und 8. Woche.

Das Futter V1 (mit dem niedrigeren Riboflavingehalt) wies tendenziell einen höheren Grad an Gefiederverschmutzung auf. Die Unterschiede liegen jedoch im marginalen Bereich (V1 70,9 % und V2 68,9 % Verschmutzung). Zusätzliche Einflussfaktoren wie überlaufende Tränken, die zu nasser Einstreu führen, könnten eine Rolle gespielt haben. Überlaufende Tränken traten zu unterschiedlichen Zeiten in verschiedenen Buchten auf, wurden aber nicht systematisch dokumentiert.

Zudem zeigte V1 (mit dem niedrigeren Riboflavingehalt) einen tendenziell höheren Grad an Verletzungen auf, was jedoch statistisch nicht bestätigt ist. Die Unterschiede liegen auch hier im marginalen Bereich (V1: 29,4 % und V2 26,1 % Verletzungen im Bereich Hals/Kopf/Zapfen/Kehllappen). Jedoch könnten Tiere mit V1 einen leichten Riboflavinmangel aufgewiesen haben, denn im Allgemeinen führt ein Riboflavinmangel zu Hautentzündungen (Hafez und Jodas, 1997), sowie zu Wachstumsdepression und schlechter Futtermittelverwertung

(National Research Council, 1900). Entzündliche Hautveränderungen, die möglicherweise nicht sichtbar waren oder zu einer empfindlicheren Haut geführt haben, könnten Schmerzen verursacht und somit zu Unbehagen und Stress bei den Puten geführt haben. Infolgedessen könnten verletzendes Picken oder längere Liegezeiten begünstigt worden sein. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Futter in Bezug auf Verletzungen und Verschmutzungen in diesem Versuch im Vergleich zum Genotyp und der Haltung nur eine untergeordnete Rolle spielte.

Bei den Gefiederschäden wurden bei V2 mehr Läsionen aufgefunden, ferner statistisch nicht abgesichert. Wie bei Verschmutzungen und Verletzungen liegen die Unterschiede im marginalen Bereich (V1 26,2 % und V2 28,2 % Gefiederschäden). Eine mögliche bessere Versorgung der Puten mit V2 während der Aufzucht könnte einerseits zu einem besseren Wachstum und andererseits zu einer höheren Aktivität geführt haben, was wiederum zu mehr Schäden an den Schwingen und am Stoß aufgrund von Technopathien führen könnte. Allerdings scheinen eher andere Gründe einen Einfluss auf die Fütterung zu haben, denn in der gesamten logistischen Regression spielte die Fütterung bei Gefiederschäden, im Vergleich zum Genotyp und der Haltung, eine untergeordnete Rolle.

Zusammenfassend ist die Bedeutung der verschiedenen Riboflavingehalte im Futter also noch nicht abschließend geklärt und bedarf weiterer Untersuchungen.

Außerdem wird als ein Grund für Gefiederschäden und Verletzungen eine zu kurze Futteraufnahmezeit diskutiert, welche zu Federpicken führen kann. In ihrer ursprünglichen Umgebung verbringen Vögel viel Zeit ihres Tagesablaufes mit der Futtersuche (Keppler et al., 2017). Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica (2020) beziffern dies bei wildputenähnlichen Rassen mit 26-70 % des Tages, wohingegen Puten der Linie B.U.T. 6 lediglich 13-48 % des Tages mit Nahrungssuche verbringen. Der Struktur des Futters wird dabei eine entscheidende Wirkung zugesprochen, wobei mehliges oder feinkörniges Futter die Fresszeit und Beschäftigung der Tiere verlängert, hingegen Pellets das Bedürfnis des Futterpickens nicht vollends befriedigen und das Risiko einer Umorientierung des Pickens steigt (BMEL, 2015; van Emous und van Krimpen, 2019; Kjaer und Bessei, 2013; Schulze-Bisping, 2015). Allgemein gibt es im Geflügelbereich bezüglich der Futterzusammensetzung noch wenige Studien (außer für Legehennen) (Kulke et al., 2016). Aufgrund dessen resultieren die meisten Erfahrungen aus der Legehennenhaltung und es wird versucht diese auf die Putenhaltung anzuwenden. Ein steigender Gehalt an Rohfasern im Futter führt laut Patt et al. (2018) und Hartini et al. (2002) zu weniger Gefiederschäden und Verletzungen in der

Legehennenhaltung. Durch eine längere Futteraufnahme und dadurch verlängerte Ingestapassage tritt weniger Federpicken auf (Kjaer und Bessei, 2013). Es sind mehr Pickschläge nötig, um rohfaserreiches Futter aufzunehmen, wodurch die Tiere länger beschäftigt sind. Ferner schließen Kjaer und Bessei (2013) in ihrer Studie darauf, dass rohe Federn die Darmpassage auf eine ähnliche Weise wie Rohfasern fördern. Somit ist für Schreiter (2020a) die Steigerung der Futteraufnahme von Rohfasern bei Geflügel ein entscheidender Faktor in der Reduktion dieser Verhaltensstörungen. In dieser Studie gab es lediglich ein geringes Auftreten von Federpicken. Dies lässt sich unter anderem dadurch begründen, dass die Fresszeit durch das zusätzliche Angebot an Silage oder Gras (zur freien Verfügung) verlängert wurde.

Wie bereits erwähnt, scheinen jedoch auch andere Faktoren für die Verletzungen und Gefiederschäden verantwortlich zu sein.

1.5. Weitere Einflussfaktoren für Beschädigungspicken

1.5.1. Normalverhalten und Besatzdichte

Zur Ausübung ihres natürlichen Verhaltens ist es wichtig und notwendig, dass Puten soziale Strukturen entwickeln können. Die derzeitigen Gruppengrößen in der Intensivhaltung erfüllen diese Anforderung nicht (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Das Individuum kann nicht mehr zwischen einzelnen Tieren unterscheiden, was zu Stress für die Pute führt. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit von Konfliktsituationen (Bircher und Schlup, 1995). Bei Gruppengrößen von weniger als 30 Tieren kann sich eine Sozialstruktur ausbilden, wobei hier vor allem aggressives Picken zu beobachten ist. Unter diesen Bedingungen kann eine Hierarchie aufrechterhalten werden (Marchewka et al., 2013). Aggressives Verhalten wird daher als ein Versuch gesehen, eine robuste Hierarchie zu bilden (Buchwalder und Huber-Eicher, 2005). In der vorliegenden Studie gab es kleine Gruppengrößen mit einem Maximum von 20 Tieren. Somit scheint die Bildung einer Sozialstruktur einer der Gründe für aggressives Picken gewesen zu sein. Kulke et al. (2022) konnten ebenfalls agonistische Interaktionen als Ursache für das Picken in kleinen Putenherden identifizieren. Neben der Größe der Herde könnte auch die Besatzdichte eine Rolle gespielt haben. Die Ergebnisse von Kulke et al. (2022) zeigen jedoch nicht, dass eine geringe Besatzdichte zu weniger Verletzungen führt. Zwar kann eine homogene Herde schweres Federpicken verringern, doch nehmen agonistische Interaktionen mit der Bildung der Hierarchie zu (Fokus Tierwohl, 2022b).

Puten müssen sich ausruhen und schlafen können, um ihre normale biologische Funktion

aufrechtzuerhalten. Das ist in großen Gruppen nicht möglich. Liegende Tiere werden aufgrund des Platzmangels oft gestört und aufgeschreckt (Dillier, 1991). Das Ruheverhalten wird jedoch in falsch gestalteten Buchten (zum Beispiel langgestreckt, wie in dieser Studie) oder offenen, unstrukturierten Systemen gestört (Krautwald-Junghanns und Širovnik Koščica, 2020). Dies wiederum führt zu Stress und kann zu starkem Federpicken oder Kannibalismus führen. Daher sollte der Boxengrundriss in der vorliegenden Studie nicht langgestreckt, sondern quadratisch sein und genügend Platz für Bewegung bieten, ohne andere Tiere zu stören.

1.5.2. Lichtintensität und Lichtdauer

Darüber hinaus wird beschädigendes Picken durch eine hohe Lichtintensität und folglich durch Sonnenlicht (Duggan et al., 2014; Sherwin und Kelland, 1998; Spindler, 2007) sowie durch wechselnde Lichtverhältnisse begünstigt. Nach Vehse und Ellendorff (2000) spielen Lichtdauer und Lichtintensität eine Rolle bei der Geschlechtsreifung und dem Fortpflanzungszyklus. Die Geschlechtsreife von Truthühnern findet oberhalb einer Mindestlichtintensität statt. Unter Kurztagsbedingungen (6 lx) erreichen sie die Geschlechtsreife nicht. Sie beginnt ab einer Lichtintensität von 10,5 lx-14 lx. Lange (23 lx), intermittierende und zunehmende Lichtdauer beschleunigt die Spermatogenese (Vehse und Ellendorff, 2000). Daraus lässt sich schließen, dass die Puten aufgrund der Lichtintensität und der Lichtdauer in den Mobilställen möglicherweise früher agonistisches Verhalten zeigten als die Puten in den Festställen. Aufgrund der höheren Fenster, im Vergleich zu den Festställen mit Umweltsanreicherung, könnte die niedrigste Lichtintensität in den Festställen ohne Umweltsanreicherung gefunden worden sein und somit die geringste Anzahl an Läsionen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Puten sehr sensible Tiere sind, die sofort auf Veränderungen reagieren. Liegen mehrere Stressoren vor, ist beschädigendes Picken daher nur schwer zu vermeiden.

2. Schlussfolgerung

In dieser Studie kann der Gesundheitsstatus aller Tiere zusammenfassend, mit einigen Einschränkungen, als gut bewertet werden. Die Mortalitätsrate war mit 2,1 % sehr niedrig.

Die in nicht unerheblichem Maße hohen Prävalenzen für Verletzungen (19,7 %) und Gefiederschäden (79,3 %) decken sich weitestgehend mit Ergebnissen vergleichbarer Erhebungen. In der vorliegenden Studie bestand kein manifestes Problem mit den Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. Die Verletzungen sind überwiegend auf agonistisches Verhalten zurückzuführen. Die Prädilektionsstelle war hierbei der Zapfen. Zwar trat gegen Ende der Mast ein erheblicher Anteil an mittelmäßigen bis hochgradigen Verletzungen auf, jedoch waren die Hautläsionen insgesamt überwiegend milder Natur. Ebenso in beträchtlichem Umfang wurden Gefiederschäden, vor allem im Stoß- und Schwingenbereich, dokumentiert. In diesen beiden Bereichen wurde möglicherweise ein großer Teil der Beschädigungen durch die Abtrennungen der praxisunüblichen, kleineren, länglichen Abteile verursacht, die entsprechenden Federabbruch und -abrieb begünstigen. Die Schäden waren auch hier größtenteils milder Natur. Zusammenfassend trat kein Fall von Kannibalismus auf und Federpicken nur in einem sehr geringen Maße am Hals und im Rückenbereich, wobei dieses nur bei Einzeltieren und nicht auf eine bestimmte Woche konzentriert auftrat. In der vorliegenden Arbeit weisen die Auburn-Truthähne eine bessere Gesundheit in Bezug auf Verletzungen und Gefiederschäden, im Vergleich zu den schweren B.U.T. 6, auf. Dies wird auch durch andere Studien belegt. Die Mobilstallhaltung mit Auslauf verbesserte jedoch das Wohlergehen der Tiere vor allem in Bezug auf Verletzungen als solches nicht ohne Einschränkungen. Eine große Rolle scheint dabei das Sonnenlicht zu spielen. Obwohl die Strukturelemente (erhöhte Ebenen) und das Beschäftigungsmaterial (Luzerne-Silage und Picksteine) eine hohe Akzeptanz aufwiesen, konnte verletzendes Picken und vor allem agonistisches Verhalten aufgrund vermutlich zu vieler anderer Einflüsse, die zu Pickverletzungen führten, nicht verhindert werden. Der Einfluss des Riboflavingehaltes im Futter bezüglich Verletzungen und Gefiederschäden konnte abschließend nicht geklärt werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

Jedoch ergaben sich Einschränkungen zum einen in Bezug auf die Prävalenz der Fußballenveränderungen. Zwar lag der Anteil der Veränderungen unterhalb vergleichbarer Untersuchung (51 %), jedoch können die Ergebnisse als nicht akzeptabel angesehen werden, da der Anteil an mittel- bis hochgradigen Veränderungen gerade gegen Ende der Mast erheblich ist. Signifikant mehr und schwerere Läsionen traten insbesondere bei Auburn im Mittel mit

55,0 %, im Vergleich zu B.U.T. 6 (43,2 %), auf. Zusätzlich sind die größten Läsionen gegen Ende des Durchgangs in der Auslaufhaltung zu finden, wobei hierbei die Gestaltung des Auslaufes und die Witterung eine große Rolle spielen. Der Anteil der meisten und schwersten Läsionen findet sich in dieser Haltung bei den Auburn-Hähnen. Der Riboflavingehalt im Futter hatte hierbei keinen Einfluss.

Des Weiteren ist auch die Prävalenz der Verschmutzungen nicht akzeptabel. Gerade im Brustbereich ist bei beiden Genotypen ein hoher Anteil an Kontaminationen ersichtlich. In diesem Bereich ist der signifikant höhere Anteil bei den B.U.T. 6 zu finden. Zusätzlich ist in Bezug auf die Haltung die Auslaufhaltung nicht als besser zu bewerten.

Zusammenfassend zeigten sich zwischen den beiden untersuchten männlichen, schnabelungekürzten Genetiken signifikante Unterschiede für alle untersuchten Integumentmerkmale (Verletzungen, Gefiederschäden, Pododermatitis und Verschmutzungen). In der vorliegenden Arbeit wiesen die Auburn-Truthähne eine bessere Gesundheit in Bezug auf Verletzungen und Gefiederschäden sowie einen geringeren Anteil an Verschmutzungen, im Vergleich zu den schweren B.U.T. 6, auf, wobei Auburn-Puten mehr und schwerere Fälle von FPD zeigten. Überraschenderweise war die Feststallhaltung ohne Umwelanreicherung die Haltungsform mit den wenigsten Veränderungen und Läsionen in Bezug auf alle vier Integumentmerkmale.

Abschließend lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass der Einsatz von leichten Alternativrassen (Auburn) in der ökologischen Putenmast empfohlen werden kann, um die Tiergesundheit zu verbessern und das Risiko des Pickens zu minimieren. Unakzeptabel ist jedoch der hohe Anteil an FPD. Weder ein Grünauslauf noch die langsam wachsende alternative Putenrasse mit geringerem Körpergewicht bewirkten in diesem Fall eine Verbesserung der Fußballengesundheit. Folglich bedarf es zum einen weiterer Forschungen, inwieweit die Haltung, vor allem in der Auslaufhaltung, beispielsweise über das Angebot von Schattenspendern, weiter optimiert werden kann und zum anderen eine züchterische Selektion auf eine bessere Fußballengesundheit bei Alternativrassen. Veränderungen und Läsionen können bereits sehr früh in der Aufzucht auftreten, daher muss der Grundstein für Verbesserungen immer in der Aufzucht gelegt werden.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Auswirkungen von Genotyp, Haltungssystem und Fütterung auf den Integumentzustand von schnabelungekürzten Putenhähnen

Verletzungen, Gefiederschäden, Pododermatitis und Verschmutzungen sind wichtige Indikatoren für das Wohlbefinden und die Gesundheit von Puten. Diese Indikatoren kommen sowohl in der konventionellen als auch der ökologischen Mast mit hohen Prävalenzen vor. Infolgedessen hat die Reduzierung des Vorkommens von Fußballendermatitis und Verschmutzungen oberste Priorität, als auch die Verringerung des verletzenden Picken. Unter verletzendem Picken versteht man aggressives Picken (agonistisches Verhalten) und die Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus, welche durch ein multifaktorielles Ursachengefüge entstehen. Derzeit gibt es nur wenige Studien, in denen verschiedene Genotypen auf ihren Tierschutzstatus unter ökologischen Bedingungen untersucht wurden. Aufgrund dessen war es Ziel dieser Studie, die Auswirkungen eines langsam und schnell wachsenden Genotyps und der Haltung mit 100 % ökologischer Fütterung (zwei Varianten mit unterschiedlichem Riboflavingehalt: V1 und V2) auf Verletzungen, Gefiederschäden, Fußballendermatitis und Verschmutzungen zu untersuchen, um Risikobereiche zu identifizieren. Die Prävalenzen der Tierschutzindikatoren wurden zu ausgewählten Zeitpunkten während der Mast dokumentiert. Um einen potenziellen genetischen Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlergehen der Puten feststellen zu können, wurden zwei verschiedene männliche, schnabelunkupierte Putenherkünfte untersucht. In der ökologischen Putenhaltung werden noch überwiegend schwere Zerlegerassen, wie B.U.T. 6, gemästet. Deshalb wurde diese Genetik in der vorliegenden Studie mit einer langsam wachsenden Linie (Auburn) verglichen. Des Weiteren wurden verschiedene Haltungssysteme, mit und ohne Umweltanreicherungen, der Mobilstallhaltung mit Grünauslauf gegenübergestellt. Ziel hierbei war es zu analysieren, welches Haltungssystem ein messbar besseres Wohlergehen der Tiere und eine Verringerung von haltungsbedingten Krankheiten und Schäden gewährleistet. Außerdem standen zwei 100 % ökologische Futtermittelvarianten mit unterschiedlichem Riboflavingehalt in der Aufzucht zur Verfügung. Gegenstand dieser Studie war es, das Vorkommen von eventuellen fütterungsbedingten Krankheiten oder Mangelerscheinungen zu ermitteln. Ebenso sollten Möglichkeiten zur Reduktion der fütterungs- und haltungsbedingten Pododermatitis gefunden werden. Zuletzt stellte sich die Frage, welche Auswirkungen die in dieser Studie verwendeten Strukturelemente auf Beschädigungspicken, insbesondere Federpicken und Kannibalismus,

haben.

Während der Aufzucht wurden schnabelunkupierte, männliche Puten eines langsam (Auburn, n=256) und schnell wachsenden (B.U.T. 6, n=128) Genotyps in zwei Feststallsystemen (ohne Umweltsanierung (EE) = H1-, n=144 und mit EE = H2+, n=240) gehalten. Während der Mast wurden 13 Tiere pro Bucht des Typs H2+ in Mobilställe mit Auslauf (H3 MS, n=104) umgesiedelt. Die EE umfassten erhöhte Sitzebenen, Picksteine und Luzerne-Silagefütterung. Die Studie wurde in fünf 4-wöchige Fütterungsphasen unterteilt. Am Ende jeder Phase wurden Verletzungen, Gefiederschäden, FPD und Verschmutzungen zur Beurteilung des Wohlbefindens der Tiere bewertet. Die Verletzungsscores reichten von 0 (= kein Schaden) bis 3 (= schwerer Schaden) und Gefiederschäden von 0 bis 4. FPD wurde in die Scores 0 bis 4 unterteilt und Verschmutzungen in Score 0 bis 3.

Sowohl Verletzungen als auch Gefiederschäden waren in der vorliegenden Arbeit von dem Genotyp, der Haltung, der Fütterung und dem Alter abhängig. Beide Indikatoren zeigten Prävalenzen in nicht unerheblichem Maße. Verletzendes Picken wurde ab der 8. Lebenswoche beobachtet (Verletzungen: 16,5 % und Gefiederschäden: 31,4 %). Jedoch bestand kein manifestes Problem mit den Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. Es trat kein Fall von Kannibalismus auf und Federpicken nur in einem sehr geringen, milden Anteil im Hals- und Rückenbereich. Die Verletzungen sind überwiegend auf agonistisches Verhalten zurückzuführen. Die Prädilektionsstelle war hierbei der Zapfen. Gefiederschäden waren vor allem im Stoß- und Schwingenbereich zu sehen. In diesen beiden Bereichen wurde möglicherweise ein großer Teil der Beschädigungen durch praxisunübliche, kleinere, längliche Abteile verursacht, die entsprechenden Federabbruch und -abrieb begünstigen. In der vorliegenden Arbeit wiesen die Auburn-Truthähne eine geringere Prävalenz in Bezug auf Verletzungen (17,1 %) und Gefiederschäden im Stoß-/Schwingenbereich (58 %), im Vergleich zu den schweren B.U.T. 6 (Verletzungen: 24 %, Gefiederschäden: 70,8 %), auf. Die Mobilstallhaltung mit Auslauf verbesserte das Wohlergehen der Tiere vor allem in Bezug auf Verletzungen als solches nicht ohne Einschränkungen. Eine große Rolle scheint dabei das Sonnenlicht zu spielen. Obwohl die Strukturelemente (erhöhte Ebenen) und das Beschäftigungsmaterial (Luzerne-Silage und Picksteine) eine hohe Akzeptanz im Feststall aufwiesen, konnte verletzendes Picken und vor allem agonistisches Verhalten aufgrund vermutlich zu vieler anderer Einflussfaktoren, die zu Pickverletzungen führten, nicht verhindert werden. Der Einfluss des Riboflavingehaltes im Futter bezüglich Verletzungen und Gefiederschäden konnte abschließend nicht geklärt werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

Für die FPD zeigten die Ergebnisse, dass diese von dem Genotyp, der Haltung und dem Alter abhängt. Der Verlauf der FPD war progressiv mit dem Alter und Schweregrad. Zwar lag der Anteil der Veränderungen unterhalb vergleichbarer Untersuchungen (51 %), jedoch können die Ergebnisse als nicht akzeptabel angesehen werden, da der Anteil an mittel- bis hochgradigen Läsionen gerade gegen Ende der Mast erheblich ist. Signifikant mehr und schwerere Veränderungen traten insbesondere bei Auburn im Mittel mit 55 %, im Vergleich zu B.U.T. 6 (43,2 %), auf. Zusätzlich sind die größten Läsionen gegen Ende des Durchgangs in der Auslaufhaltung zu finden, wobei hierbei die Gestaltung des Auslaufes und die Witterung eine große Rolle spielen. Der Anteil der meisten und schwersten Läsionen findet sich in dieser Haltung bei den Auburn-Hähnen. Der Riboflavingehalt im Futter hatte hierbei keinen Einfluss.

Verschmutzungen waren signifikant von dem Alter, Genotyp, Haltung und der Fütterung abhängig. Die Prävalenz gerade im Brustbereich ist bei beiden Genotypen, ebenfalls wie die Werte der FPD, inakzeptabel. In diesem Bereich ist der signifikant höhere Anteil bei den B.U.T. 6 (76,3 %) zu finden (Auburn: 64,9 %). Zusätzlich ist in Bezug auf die Haltung die Auslaufhaltung nicht als besser zu bewerten. Der Einfluss des Riboflavingehaltes auf Verschmutzungen war gering, die Unterschiede lagen nur im marginalen Bereich (V1 70,9 % und V2 68,9 % Verschmutzungen). Eine Ursache hierfür konnte nicht nachgewiesen werden.

Sowohl für Verschmutzungen als auch für das Auftreten von Pododermatitis wurde der Beginn von Veränderungen in der Aufzucht nachgewiesen.

Insgesamt zeigten die Putenhähne in diesem Durchgang, mit geringen Einschränkungen, eine gute Gesundheit. Zudem war die Mortalitätsrate mit 2,1 %, im Vergleich zu anderen Studien, sehr niedrig. Keiner der Verluste war auf ein Pickgeschehen zurückzuführen. Folglich kann auch eine Haltung von schnabelunkupierten Genetiken ohne hohe Verlustraten möglich sein.

Zusammenfassend zeigten sich zwischen den beiden untersuchten männlichen, schnabelungekürzten Genetiken, der den langsam wachsenden Auburn einerseits und der schnell wachsenden B.U.T. 6-Linie andererseits, signifikante Unterschiede für alle untersuchten Integumentmerkmale (Verletzungen, Gefiederschäden, Pododermatitis, Verschmutzungen). Im Vergleich zu den schweren B.U.T. 6 zeigten die Auburn-Truthähne in der vorliegenden Arbeit eine bessere Gesundheit in Bezug auf Verletzungen und Gefiederschäden und einen geringeren Anteil an Verschmutzungen, wobei bei Auburn-Puten mehr und schwerere Fälle von FPD zu finden waren. Überraschenderweise war die Feststallhaltung ohne Umwultanreicherung die Haltungsform mit den wenigsten Veränderungen und Läsionen in Bezug auf alle vier Integumentmerkmale.

Abschließend lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass der Einsatz von leichten Alternativrassen (Auburn) in der ökologischen Putenmast empfohlen werden kann, um die Tiergesundheit zu verbessern und das Risiko des Pickens zu minimieren. Jedoch ist der hohe Anteil an FPD und Verschmutzungen im Brustbereich noch unakzeptabel. Die Haltung von Hähnen in Mobilställen mit Auslauf oder in Haltungssystemen mit Umwelanreicherungen führt nicht grundlegend zu einer Verringerung des verletzenden Pickens oder weniger Verschmutzungen. Insgesamt bewirkt weder ein Grünauslauf noch die langsam wachsende alternative Putenrasse mit geringerem Körpergewicht in diesem Fall eine Verbesserung der Fußballengesundheit oder Verringerung von Verschmutzungen im Brustbereich. Folglich bedarf es zum einen weiterer Forschungen, inwieweit die Haltung, vor allem in der Auslaufhaltung, weiter optimiert werden kann und zum anderen eine züchterische Selektion auf eine bessere Fußballengesundheit bei Alternativrassen. Veränderungen und Läsionen aller vier Integumentmerkmale können bereits sehr früh in der Aufzucht auftreten, daher muss der Grundstein für Verbesserungen immer in der Aufzucht gelegt werden.

VIII. SUMMARY

Effects of genotype, husbandry system and feeding on the integumentary condition of non-beaktrimmed turkey roosters

Injuries, plumage damage, pododermatitis and soiling are important indicators of turkey welfare and health. These indicators occur with high prevalences in conventional and organic fattening. Therefore, the first priority in turkey fattening is to reduce the incidence of footpad dermatitis, which is caused by multifactorial reasons, and soiling. Secondly, the reduction of injurious pecking. This includes aggressive pecking (agonistic behavior) and the behavioral disorders feather pecking and cannibalism, which are caused by a multi-factorial cause structure. Currently, there are only a few studies in which different genotypes have been examined for their welfare status under ecological conditions. Due to this, the aim of this study was to investigate the effects of a slow and fast growing genotype and housing with 100 % organic feeding (two variants with different riboflavin content: V1 and V2) on injuries, plumage damage, footpad dermatitis and soiling in order to identify risk areas. The prevalences of the welfare indicators were documented at selected time points during fattening. In order to be able to determine a potential genetic influence on the health and welfare of the turkeys, two different male, beak-docked turkey breeds were investigated. In organic turkey farming, heavy cutting breeds such as B.U.T. 6 are still mainly used for fattening. Therefore, these genetics were compared with a slow-growing line (Auburn) in the present study. Furthermore, different husbandry systems, with and without environmental enrichment, were compared to mobile housing with green runout. The aim was to analyse which husbandry system ensures better animal welfare and a reduction in husbandry-related diseases and injuries. In addition, two 100 % organic feed variants with different riboflavin content were available during rearing. The purpose of this study was to determine the occurrence of possible feed-related diseases or deficiency symptoms. The study also tried to find ways to reduce pododermatitis caused by feeding and husbandry. Finally, the question was which effects the structural elements, used in this study, have on injurious pecking, especially feather pecking and cannibalism.

During rearing, non-beaktrimmed male turkeys of a slow (Auburn, n=256) and fast growing (B.U.T. 6, n=128) genotype were housed in two indoor housing systems (without environmental enrichment (EE) = H1-, n=144 and with EE = H2+, n=240). During fattening, 13 animals per pen of the H2+ housing were moved to mobile housing systems with

environmental enrichment (H3 MS, n=104). The EE included elevated seating platforms, pecking stones and alfalfa silage feeding. The study was divided into five 4-week feeding phases. At the end of each phase, injuries, plumage damage, FPD and soiling were assessed to evaluate animal welfare. Injury scores ranged from 0 (= no damage) to 3 (= severe damage) and plumage damage from 0 to 4. FPD was assessed from score 0 to 4 and soiling from score 0 to 3.

Both, injuries and plumage damage dependent on genotype, husbandry, feeding and age in the present work. Both indicators showed prevalences that were not insignificant. Injurious pecking was observed from the 8th week onwards (injuries: 16.5 % and plumage damage: 31.4 %). However, there was no manifest problem with the behavioral disorders feather pecking and cannibalism. There were no cases of cannibalism and feather pecking only occurred in a very small, mild proportion in the neck and back area. The injuries were mainly due to agonistic behavior. The predilection site was the cone. Plumage damage was mainly seen in the butt and swing areas. In these two areas, a large part of the damage may have been caused by smaller, elongated compartments, which are uncommon in practice and which favor corresponding feather break and abrasion. In the present work, the Auburn turkeys showed better health in terms of injuries (17.1 %) and plumage damage in the butt/swing area (58 %), compared to the heavy B.U.T. 6 (injuries: 24 %, plumage damage: 70.8 %). Mobile housing with green runout did not improve the welfare of the animals without limitations, especially with regard to injuries as such. Sunlight seems to play a major role in this. Although the structural elements (elevated seating platforms) and the employment material (alfalfa silage and pecking stones) showed a high acceptance in the indoor housing, injurious pecking and especially agonistic behavior could not be prevented due to probably too many other influencing factors leading to pecking injuries. The influence of the riboflavin content in the feed on injuries and plumage damage could not be conclusively clarified and requires further investigation.

For FPD, the results showed that dependent on genotype, husbandry and age. The course of FPD was progressive with age and severity. Although the proportion of changes was lower than in comparable studies (51 %), the results can be regarded unacceptable because the proportion of moderate to severe lesions is considerable, especially towards the end of fattening. Significantly, more and more severe necroses occurred especially in Auburn with a mean of 55 %, compared to B.U.T. 6 (43.2 %). In addition, the most severe lesions were found towards the end of the fattening in the mobile housing, whereby the structure of the green runout and the weather played a major role. The proportion of the most and most severe lesions in this husbandry were found in the Auburn roosters. The riboflavin content in the feed had no

influence.

Soiling was significantly dependent on age, genotype, husbandry and feeding. The prevalence especially in the breast area is unacceptable in both genotypes, also like the values of FPD. In this area, the significantly higher proportion is found in the B.U.T. 6 (76.3 %) (Auburn: 64.9 %). In addition, in terms of husbandry, outdoor husbandry cannot be rated as better. The influence of the riboflavin content on soiling was low, the differences were only in the marginal range (V1 70.9 % and V2 68.9 % soiling). A reason for this could not be found.

The beginning of changes in rearing has been demonstrated for soiling and the occurrence of pododermatitis.

Overall, the turkeys showed a good health, with minor restrictions. In addition, the mortality rate of 2.1 % was very low compared to other studies. None of the losses were due to pecking. Consequently, it is also possible to keep non-beaktrimmed genetics without high loss rates.

In summary, there were significant differences between the two male, non-beaktrimmed genetics, the slow-growing Auburn on the one hand and the fast-growing B.U.T. 6 line on the other hand, for all integumentary traits evaluated (injuries, plumage damage, pododermatitis, soiling). In the present work, the Auburn turkeys showed better health in terms of injuries and plumage damage and a lower percentage of soiling, compared to the heavy B.U.T. 6. Whereas Auburn turkeys showed more and severe cases of FPD. Surprisingly, the indoor housing system without environmental enrichment was the housing type with the fewest changes/lesions in relation to all four indicators.

Finally, it can be concluded from the results that the use of light alternative breeds (Auburn) in organic turkey fattening can be recommended to improve animal health and minimize the risk of pecking. Unacceptable is the high percentage of FPD and soiling in the breast area. Keeping roosters in mobile housing with green runout or in husbandry systems with environmental enrichment does not generally lead to a reduction in injurious pecking or less soiling. Overall, neither a green runout nor the slow-growing alternative turkey breed with lower body weight improves footpad health or reduces soiling in the breast area in this case. Consequently, further research is needed on the one hand to determine the extent to which husbandry can be further optimized, especially in the outdoor environment, and on the other hand, breeding selection for better footpad health in alternative breeds. Changes and lesions of all four integumentary traits can occur very early in rearing, therefore the foundation for improvements must always be done in rearing.

IX. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS

- Allain, V., Huonnic, D., Rouina, M. und Michel, V. (2013). Prevalence of skin lesions in turkeys at slaughter. *British poultry science*, 54(1), 33–41. <https://doi.org/10.1080/00071668.2013.764397>
- Alpers, A. (2017). Öko-Masthähnchen Öko-Puten, *Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen*, 32–41.
- Anderson, M. G., Campbell, A. M., Crump, A., Arnott, G. und Jacobs, L. (2021a). Environmental complexity positively impacts affective states of broiler chickens. *Scientific Reports*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95280-4>
- Andersson, R. (2004). Proteinträger in der Fütterung des Ökologischen Landbaus - Prüfung der Proteingehalte und der Proteinqualität in ökologisch erzeugten Futterkomponenten. *Landwirtschaftskammer Hannover*, 106–117.
- Aviagen Turkeys. (2015). Feeding Guidelines for Nicholas and B.U.T. Heavy Lines. Zugriff am 6.2.2023. Verfügbar unter: <https://www.aviagenturkeys.com/uploads/2015/11/20/NU06%20Feeding%20Guidelines%20for%20Nicholas%20&%20BUT%20Heavy%20Lines%20EN.pdf>
- Aviagen Turkeys. (2023). Der weltweit führende Anbieter von Zuchttieren. Verfügbar unter: <https://www.aviagenturkeys.com/de-de?disabledredirect=1>
- AWIN. (2015). AWIN Welfare assessment protocol for turkeys. *Università degli Studi di Milano, Italien*. https://doi.org/10.13130/AWIN_turkeys_2015
- Backhaus, K., Erichson, B., Gensler, S., Weiber, R. und Weiber, T. (2021). *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung* (Springer eBook Collection) (16., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage.). Wiesbaden, Deutschland: Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32425-4>
- Baltes-Götz, B. (2012). Logistische Regressionsanalyse mit SPSS. Zentrum für Informations-, Medien und Kommunikationstechnologie (ZIMK), Universität Trier, Deutschland. Zugriff am 10.12.2022. Verfügbar unter: <https://www.uni-trier.de/fileadmin/urt/doku/logist/logist.pdf>
- Bartels, T., Böhme, J., Cramer, K., Dellavolpe, A., Ellerich, R., Ludewig, M. et al. (2009). Abschlussbericht zum Forschungsauftrag 06HS015 „Indikatoren einer tiergerechten Mastputenhaltung“. Abschlussbericht, Universität Leipzig, Veterinärmedizinische Fakultät, Deutschland. Zugriff am 7.12.2022. Verfügbar unter: https://www.ml.niedersachsen.de/download/72908/Abschlussbericht_zum_Forschungsauftrag_06HS015_Indikatoren_einer_tiergerechten_Mastputenhaltung_.pdf

- Bartels, T., Huchler M., Freihold D., Thieme S., Bergmann S., Berk J. et al. (2020b). Untersuchungen zur Prävalenz von Fußballenveränderungen bei ökologisch gehaltenen Mastputen und zu potenziellen Einflussfaktoren auf den Fußballenzustand. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.*, 133.
- Bartels, T., R.A. Stuhmann, E.T. Krause und L. Schrader. (2020a). Injurious pecking in fattening turkeys (*Meleagris gallopavo* f. dom.)—video analyses of triggering factors and behavioral sequences in small flocks of male turkeys. *Poultry Science*, 99(12), 6326–6331. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.016>
- Batkowska, J. und Brodacki, A. (2012). The usefulness of different commercial strains of slaughter turkey females for extensive system of management and feeding. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 62(3), 135–141. <https://doi.org/10.1080/09064702.2012.757637>
- Beck, M. M. und Rudolf, A. (2022). Zahlen und Fakten zum Eier- und Geflügelmarkt. In ZDG (Hrsg.), *Geflügeljahrbuch 2023* (S. 30–49). Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Bellof, G., Brandl M. und Schmidt, E. (2010). Ökologische Putenmast: Abstimmung von Genotyp, Haltung und Fütterung. Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr.: 03OE234, BÖLN. Zugriff am 12.11.2022. Verfügbar unter: <https://orgprints.org/18771/1/18771-06OE234-hswt-bellof-2010-oekologischePutenmast.pdf>
- Bellof, G., Brandl, M., Schmidt, E., Carrasco, S. und Schade, B. (2014). Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensität und Haltungsform auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert von langsam oder schnell wachsenden Genotypen in der ökologischen Putenmast. *European Poultry Science*, 78. <https://doi.org/10.1399/eps.2014.31>
- Bellof, G. und Schmidt, E. (2007). Ökologische Geflügelmast - Lösungsmöglichkeiten für eine 100 % Bio-Fütterung. *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft*, 3, 23–33.
- Bergmann, S. (2006). *Vergleichende Untersuchung von Mastputenhybriden (B.U.T. Big 6) und einer Robustrasse (Kelly Bronze) bezüglich Verhalten, Gesundheit und Leistung in Freilandhaltung*. Dissertation. München, Deutschland: Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Bergmann, S., Ziegler, N., Bartels, T., Hübel, J., Schumacher, C., Rauch, E. et al. (2013). Prevalence and severity of foot pad alterations in German turkey poults during the early rearing phase. *Poultry Science*, 92(5), 1171–1176. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02851>

- Berk, J. (1999). Haltung und Management in der Putenaufzucht und-mast. *Archiv für Geflügelkunde, Ulmer*, 63(2), 52–58.
- Berk, J. (Hrsg.). (2002). *Artgerechte Mastputenhaltung: Baulich-technische Ansätze zur Verbesserung der Haltungsumwelt* (KTBL-Schrift) (Band 412). Münster, Deutschland: KTBL Schrift, 412.
- Berk, J. (2005). Faustzahlen zur Haltung von Mastgeflügel. *Geflügeljahrbuch 2006* (S. 123–142). Ulmer.
- Berk, J. (2007). Fußballendermatitis bei männlichen Broilern in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einstreuarten. *Landbauforschung Völkenrode*, 2(57), 171–178.
- Berk, J. (2009). Effekte der Einstreuart auf Tiergesundheit und Tierleistungen bei Putenhennen (Sonderheft). In G. Rahmann und U. Schumacher (Hrsg.), *Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2009* (Band 332, S. 23–30). Landbauforschung vTI Agriculture and Forestry Research.
- Berk, J. und Cottin, E. (2003). Work package 12 - The influence of strain, age, ambient temperature and activity on the gait and development of tibial dyschondroplasia in turkeys, with specific reference to basic behavioural traits. *Year 3 periodic report to European Commission, QLRT-1999-01549*.
- Berk, J., Hinz, T. und Wartemann, S. (2006). Tierverhalten, Tierleistung und Tiergesundheit in einem Putenmaststall mit Außenklimabereich. *Landbauforschung Völkenrode*, 3/4(56), 159–171.
- Berk, J., Schumacher C., Krautwald-Junghanns M.-E., M. M., Martin, M. und Bartels T. (2013a). Verweildauer von Mastputen verschiedener Herkünfte im Bereich von Tränke- und Fütterungseinrichtungen. (Johann Heinrich von Thünen-Institut, Hrsg.) *Landbauforschung, Applied Agricultural and Forestry Research*, 63(3), 245–254.
- Berk, J., Stehle, E. und Bartels, T. (2014). Einfluss des Angebotes von Beschäftigungsmaterial und der Verabreichung phytogener Trinkwasserzusätze auf die Prävalenzen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten. *Schlussbericht*.
- Berk, J., Stehle, E. und Bartels, T. (2015). *Einfluss der Lichtqualität auf die Prävalenzen von Beschädigungspicken und Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Puten: Schlussbericht ; Berichtszeitraum: 01.03.2014 - 31.08.2015*. report. Zugriff am 20.5.2022. Verfügbar unter: https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00025369
- Berk, J., Stehle E. und Bartels T. (2017). Beschäftigungsmaterial – eine Möglichkeit zur Reduktion von „Beschädigungspicken“ bei Mastputen mit unkupierten Schnäbeln? *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 130(5/6), 230–240. Schlütersche

- Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-16033>
- Berk, J., Stehle, E. und Bartels, T. (2013b). Einfluss der Fütterungstechnik und des Angebotes von Beschäftigungsmaterial auf das Vorkommen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Puten. *Schlussbericht, Institut für Tierschutz und Tierhaltung Celle; FLI*, 44.
- Bessei, W. (1983). Verhaltensänderungen des Huhns bei Intensivierung des Haltungssystems (47). *Arch. f. Geflügelkunde* (S. 8–16).
- Bessei, W. (2013). Recent advances in poultry management, perception of welfare and methods of welfare assessment. Nantes, Frankreich.
- Bircher, L. und Schlup, P. (1995). Sitzstangen in der Mastputenhaltung (KTBL-Schrift). *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung* (S. 169–177). Darmstadt, Deutschland.
- Bircher, L. und Schlup, P. (1991b). *Schlussbericht Teil 2–Ethologische Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Trutenmastsystemen* (Abteilung Sozial- und Nutztierethologie, Zoologisches Institut, Schlussbericht.). Universität Bern, Schweiz.
- BMEL (Hrsg.). (2015). Verzicht auf Schnabelkürzen bei Legehennen und Puten. *Tierschutzbereich der Bundesregierung 2015*.
- BMEL. (2019). Tierschutzbericht der Bundesregierung 2019. *Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft*, 164.
- BMEL. (2022). Mehr Tierschutz für Mastputen: BMEL legt Eckpunkte zu Mindestanforderungen an Haltung vor. *Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft*.
- BMEL Statistik. (2023). Geflügelhaltung. *BMEL-Statistik*. Zugriff am 24.9.2023. Verfügbar unter: <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/gefluegelhaltung>
- Bozakova, N., OBLAKOVA, M., STOYANCHEV, K., YOTOVA, I. und LALEV, M. (2009). Ethological aspects of improving the welfare of turkey breeders in the hot summer period by dietary L-arginine supplementation. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 12(3), 185–191.
- Buchwalder, T. und Huber-Eicher, B. (2005). Effect of group size on aggressive reactions to an introduced conspecific in groups of domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Applied Animal Behaviour Science*, 93(3–4), 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.020>
- Bundesministerium der Justiz und Bundesministerium der Justiz. (2006). *TierSchG*. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>
- Busayi, R. M., Channing, C. E. und 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(3–4), 281–292. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.06.007>
- Butterworth, A. (2013). On-Farm Broiler Welfare Assessment and Associated Training. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(2), 71–77. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000200001>
- Campbell, D. L. M., de Haas, E. N. und Lee, C. (2019). A review of environmental enrichment for laying hens during rearing in relation to their behavioral and physiological development. *Poultry Science*, 98(1), 9–28. <https://doi.org/10.3382/ps/pey319>
- Cottin, E. (2004). *Einfluss von angereicherter Haltungsumwelt und Herkunft auf Leistung, Verhalten, Gefiederzustand, Beinstellung, Lauffähigkeit und Tibiale Dyschondroplasie bei männlichen Mastputen*. Dissertation. Hannover, Deutschland: Tierärztliche Hochschule Hannover. Zugriff am 12.6.2022. Verfügbar unter: https://elib.tiho-hannover.de/receive/etd_mods_00002405
- Dalton, H. A., Wood, B. J. und Torrey, S. (2013). Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions. *World's Poultry Science Journal*, 69(4), 865–876. <https://doi.org/10.1017/S004393391300086X>
- Dalton, H. A., Wood, B. J., Widowski, T. M., Guerin, M. T. und Torrey, S. (2016). Changes in leg health, skin, and plumage condition in domestic male turkeys of varying body weights. *Applied Animal Behaviour Science*, 178, 40–50. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.02.010>
- Deutscher Bundestag. (2021). Vorgaben zur Putenhaltung. *Sachstand*.
- Dillier, R. M. (1991). *Ethologische Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit intensiver Aufzuchtgehaltenen für die Mastproduktion von Truten*. Schlußbericht für das Bundesamt für Veterinärwesen, Bern, Schweiz.
- Dressel, A., Krautwald-Junghanns M.E., Dressel H., Ermakow O., Preidl S. und Bartels T. (2019). Vergleichende Auswertung von Schlachtfunden bei konventionell und ökologisch gehaltenen Mastputen. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 132(Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. KG.). Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-18029>
- Du Prel, J.-B., Röhrig, B., Hommel, G. und Blettner, M. (2010). Auswahl statistischer Testverfahren. *Deutsches Ärzteblatt*, 107(19), 343–348. <https://doi.org/10.3238/arztbl.2010.0343>
- Duggan, G., Widowski T., Quinton M. und Torrey S. (2014). The development of injurious pecking in a commercial turkey facility. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 280–

290. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00860>
- EIP Robustpute. (2022). . Verfügbar unter: <https://eip-robustpute.bio/>
- Ellerbrock, S. (2000). *Beurteilung verschiedener Besatzdichten in der intensiven Putenmast unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte*. Dissertation. Hannover, Deutschland: Tierärztliche Hochschule Hannover. Verfügbar unter: <https://www.yumpu.com/de/document/read/4830509/tierarztliche-hochschule-hannover-institut-fur-tierhygiene->
- van Emous, R. A. und van Krimpen, M. M. (2019). Effects of nutritional interventions on feathering of poultry - a review. *Poultry Science Symposium Series*. <https://doi.org/10.1079/9781786395115.0133>
- Ermakow, O. (2012). *Ergebnisse der Fleischuntersuchung bei Puten aus ökologischer und konventioneller Haltung: Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig, Deutschland*. Dissertation. Deutschland: Institut für LebensmittelhygieneInstitut für Lebensmittelhygiene, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig. Zugriff am 12.2.2022. Verfügbar unter: <https://core.ac.uk/download/pdf/226099522.pdf>
- Feldhaus, L. und Sieverding, E. (2001). *Putenmast*. Stuttgart, Deutschland: Eugen Ulmer.
- Fiedler, H.-H. und König, K. (2005). Tierschutzrechtliche Bewertung der Schnabelkürzung bei Puteneintagsküken durch Einsatz eines Infrarotstrahls. *European Poultry Science*, 70, 241–249.
- Fokus Tierwohl. (2022b). Podcast: Kupierverzicht bei Puten. Zugriff am 15.10.2022. Verfügbar unter: <https://www.fokus-tierwohl.de/de/mediathek/podcasts/podcast-kupierverzicht-puten>
- Fokus Tierwohl. (2022c). Beschäftigungsmöglichkeiten und Raumstrukturierung in der Putenhaltung - Fokus Tierwohl. Zugriff am 15.10.2022. Verfügbar unter: <https://www.fokus-tierwohl.de/de/gefluegel/berichte-aus-den-veranstaltungen/beschaefigungsmoeglichkeiten-und-raumstrukturierung-in-der-putenhaltung>
- Freihold, D. (2021). *Investigation of the prevalence of pathological carcass alterations at the processing plant in fattening turkeys reared in organic farming system in Germany*. Dissertation. Deutschland: Insitut für Geflügelkrankheiten des Fachbereiches Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin.
- Freihold, D., Bartels, T., Bergmann, S., Berk, J., Deerberg, F., Dressel, A. et al. (2019). Investigation of the prevalence and severity of foot pad dermatitis at the slaughterhouse in fattening turkeys reared in organic production systems in Germany. *Poultry Science*, 98(4), 1559–1567. Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.3382/ps/pey473>

- Garrelfs, I. (2018). „Aktuell sind wir noch nicht so weit“. *Magazin für die Geflügelwirtschaft*, 70(27), 40–41.
- Göppel, S., Weindl, P., Lambertz, C., Thesing, B., Born, S., Schmidt, E. et al. (2022). Effects of reduced energy and amino acid contents in complete feed mixtures on fattening and slaughter performance of slow or fast growing turkey genotypes in different organic housing systems (Eugen Ulmer, Stuttgart). *European Poultry Science*, 86. <https://doi.org/10.1399/eps.2022.362>
- Große Liesner, B. (2007). *Vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung sowie zum Auftreten (Häufigkeit/Intensität) primär nicht-infektiöser Gesundheitsstörungen bei Puten fünf verschiedener Linien: Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Deutschland*. Dissertation. Deutschland: Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Gunnarsson, S., Algers, B. und Svedberg, J. (2000). *Description and evaluation of a scoring system of clinical health in laying hens - Laying Hens in Loose Housing Systems, Clinical, ethological and epidemiological aspects: Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala*. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Habig, C., Spindler, B., Beyerbach, M. und Kemper, N. (2017). Evaluation of footpad health and live weights in two lines of turkey hens kept under organic husbandry conditions in Germany. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 130, 250–257. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-15111>
- Hafez, H. M. (1996). Übersicht über Probleme der haltungs- und zuchtbedingten Erkrankungen bei Mastputen. *Arch. Geflügelkd.* 1996 (60 (6).), S. 249–256).
- Hafez, H. M. und Hauck, R. (2005). Genetic selection in turkeys and broilers and their impact on health conditions. Gehalten auf der 4th European Symposium on Poultry Genetics, WPSA Croatia. Verfügbar unter: <https://www.cabi.org/uploads/animal-science/worlds-poultry-science-association/wpsa-croatia-2005/hafez.pdf>
- Hafez, H. M. und Jodas, S. (1997). *Putenkrankheiten* (VET special). Stuttgart, Deutschland: Enke. Zugriff am 20.3.2022. Verfügbar unter: <http://media.obvsg.at/AC01824288-1001>
- Hartini, S., Choct, M., Hinch, G., Kocher, A. und Nolan, J. V. (2002). Effects of Light Intensity During Rearing and Beak Trimming and Dietary Fiber Sources on Mortality, Egg Production, and Performance of ISA Brown Laying Hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 11(1), 104–110. <https://doi.org/10.1093/japr/11.1.104>
- Healy, W. M. (1992). Behavior. In Dickson, J. G. (Hrsg.), *The wild turkey: Biology and Management* (S. 46–65). Mechanicsburg: Stackpole Books. Verfügbar unter: <https://books.google.co.ke/books?id=oVICEKm1U04C>

- Heise, H. (2017). *Tierwohl in der Nutztierhaltung: Eine Stakeholder-Analyse*. Dissertation. Deutschland: Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.
- Hiller, P., Ahlers, N., Didam, R., Jansen, A., Klahsen, M., Lüßing-Griese, J. et al. (2020). *Leitfaden Geflügel 2020* (7. Auflage). Oldenburg, Deutschland: Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- Hocking, P. M., Mayne, R. K., Else, R. W., French, N. A. und Gatcliffe, J. (2008). Standard European footpad dermatitis scoring system for use in turkey processing plants. *World's Poultry Science Journal*, 64(3), 323–328. <https://doi.org/10.1017/S0043933908000068>
- Hübel, J. (2019). *Fußballentzündung, Einstreufeuchtigkeit und Mortalität als Tierschutzindikatoren in der Aufzuchtphase von Mastputen unter Berücksichtigung von Besatzdichte und Körpermasse*. Dissertation. Universität Leipzig, Deutschland: Klinik für Vögel und Reptilien der Veterinärmedizinische Fakultät.
- Huber-Eicher, B. und Wechsler, B. (1997). Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal behaviour*, 54(4), 757–68. *Anim Behav.* <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0506>
- Hybrid Turkeys. (2023). . Verfügbar unter: <https://www.hybridturkeys.com/en/>
- Kartzfehn. (2021). Informationen zur Putenmast.
- Keppler, C. (2008). *Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkupierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltungen mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase*. Dissertation. Deutschland: Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften Universität Kassel Witzenhausen.
- Keppler, C., Fetscher, S. und Knierim, U. (2017). Anwendung eines Managementtools (MTool) zu Verbesserung des Wohlbefindens und der Gesundheit von Legehennen. (Universität Kassel Deutschland, Hrsg.)*Abschlussbericht*.
- Kjaer, J. B. und Bessei, W. (2013). The interrelationships of nutrition and feather pecking in the domestic fowl – A review - European Poultry Science. *European Poultry Science, Archiv für Geflügelkunde*, 77(1), 1–9.
- Kjaer, J. B. und Vestergaard, K. S. (1999). Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science*, 62(2–3), 243–254. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00217-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00217-2)
- Knierim, U., Andersson, R., Keppler, C., Petermann, S., Rauch, E., Spindler, B. et al. (2016). *Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Geflügel: Vorschläge für die Produktionsrichtungen Jung- und Legehennen, Masthuhn, Mastpute* (KTBL-

- Sonderveröffentlichung). Darmstadt, Deutschland: KTBL. Zugriff am 20.3.2022. Verfügbar unter:
https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tierwohl/Leitfaden_Indikatoren_Mastpute.pdf
- Knierim, U., Gieseke, D., Michaelis, S., Keppler, C., Spindler, B., Rauch, E. et al. (2020). *Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Geflügel*. Darmstadt, Deutschland: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) Darmstadt. Zugriff am 20.3.2022. Verfügbar unter:
https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tierwohl/Leitfaden2020_Jung_Legehennen.pdf
- Krautwald-Junghanns, M. E., Bartels, T., Berk, J., Deerberg, F., Dressel, A., Erhard, M. H. et al. (2017). Indikatoren einer tiergerechten Mastputenhaltung unter den Bedingungen der ökologischen Geflügelmast. (BÖLN, Hrsg.) *Abschlussbericht, BÖLN*.
- Krautwald-Junghanns, M. E., Ellerich, R., Böhme, J., Cramer, K., DellaVollpe, A., Mitterer-Istyagin, H. et al. (2009). Erhebungen zur Haltung und Gesundheit bei Mastputen in Deutschland. (Vetline, Hrsg.) *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 122, 271–283. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-122-271>
- Krautwald-Junghanns, M.-E., Ellerich, R., Mitterer-Istyagin, H., Ludewig, M., Fehlhaber, K., Schuster, E. et al. (2011). Untersuchungen zur Prävalenz von Hautverletzungen bei schnabelkupierten Mastputen. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 124, 8–16. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-124-8>
- Krautwald-Junghanns, M.-E. und Fehlhaber, K. (2009). Indikatoren einer tiergerechten Mastputenhaltung. Abschlussbericht, Veterinärmedizinische Universität Leipzig, Deutschland. Zugriff am 27.8.2002. Verfügbar unter:
https://www.ml.niedersachsen.de/download/72908/Abschlussbericht_zum_Forschungsauftrag_06HS015_Indikatoren_einer_tiergerechten_Mastputenhaltung_.pdf
- Krautwald-Junghanns, M.-E. und Širovnik Koščica, J. (2020). *Anforderungen an eine zeitgemäße tierschutzkonforme Haltung von Mastputen*. Wien, Österreich: Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK). Zugriff am 6.3.2022. Verfügbar unter: https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:deace235-4701-46f0-a5ec-c91e42862a52/Anforderungen%20an%20eine%20zeitgem%C3%A4%C3%9Fe%20tierschutzkonforme%20Haltung%20von%20Mastputen_fin.pdf

- Kreuzer, B. (2008). *Einfluss unterschiedlicher Energiegehalte in Alleinfuttermitteln*. Deutschland: Institut für Tierzucht Lehrstuhl für Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Kulke, K., Habig, C., Beyerbach, M., Kemper, N. und Spindler, B. (2022). Studies regarding the occurrence of feather pecking and cannibalism in flocks of non-beaktrimmed male turkeys (B.U.T. 6) kept under different stocking densities in an enriched curtain-sided barn. *European Poultry Science*, 86. european poultry science. <https://doi.org/10.1399/eps.2022.350>
- Kulke, K., Spindler B. und Kemper N. (2016). Verzicht auf das Schnabelkürzen bei Puten – wo stehen wir in Deutschland? *Züchtungskunde*, 88(6), 456–474.
- Kwiecien, R., Kopp-Schneider, A. und Blettner, M. (2011). Concordance analysis: part 16 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt international*, 108(30), 515–21. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0515>
- Landis, J. R. und Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–176. [Wiley, International Biometric Society]. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Le Bris, J. (2005). *Gesundheit, Leistung und Verhalten konventioneller Mastputenhybriden unter den Bedingungen ökologischer Haltungsanforderungen*. Dissertation. Deutschland: Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät München der Ludwig–Maximilians–Universität München.
- Leeson, S. und Walsh, T. (2004). Feathering in commercial poultry II. Factors influencing feather growth and feather loss. *World's Poultry Science Journal*, 60(1), 52–63. Cambridge University Press (CUP). <https://doi.org/10.1079/WPS20040005>
- Marchewka, J., Watanabe, T. T. N., Ferrante, V. und Estevez, I. (2013). Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science*, 92(6), 1467–1473. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02943>
- Martrenchar, A. (1999). Animal welfare and intensive production of turkey broilers. *World's Poultry Science Journal*, 55(2), 143–152. <https://doi.org/10.1079/WPS19990010>
- Mayne, R. K. (2005). A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *World's Poultry Science Journal*, 61(2), 256–267. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1079/WPS200458>
- Mayne, R. K., Else, R. W. und Hocking, P. M. (2007). High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *British poultry science*, 48(5), 538–45.

- <https://doi.org/10.1080/00071660701573045>
- Mayne, R. K., Hocking, P. M. und Else, R. W. (2006). Foot pad dermatitis develops at an early age in commercial turkeys. *British poultry science*, 47(1), 36–42. <https://doi.org/10.1080/00071660500475392>
- Meyer, H. (2000). Putenherkünfte–Übersicht zum aktuellen Leistungsstand. *Moorgut Kartzfehn*, (67), 1–6.
- Meyer, H. (2022). Entwicklungen in der Putenzucht (Züchtung und Vermehrung). *Geflügeljahrbuch 2023* (S. 78–89). Berlin, Deutschland: Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft e. V.
- National Research Council. (1900). *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994*. Washington: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/2114>
- Nikolov, S. und Kanakov, D. (2022). Types and clinical presentation of damaging behaviour - feather pecking and cannibalism in birds. *BULGARIAN JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE*, 25(3), 349–358. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2020-0027>
- NMELV. (2019). Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Empfehlungen zur Vermeidung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus bei Puten sowie Notfallmaßnahmen beim Auftreten von Federpicken und Kannibalismus, 48.
- Oekolandbau. (2022). Ökologische Putenmast. Verfügbar unter: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/tier/spezielle-tierhaltung/gefluegel/mastgefluegel/oekologische-putenmast/>
- Oester, H., Fröhlich, E. und Hirt, H. (1997). Wirtschaftsgeflügel. *Das Buch vom Tierschutz* (S. 186–214). Sambras und Steiger: Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Deutschland.
- Olschewsky, A. (2019a). *Untersuchung der Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem*. Dissertation. Universität Kassel, Deutschland: Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften.
- Olschewsky, A., Riehn K. und Knierim U. (2020). Suitability of Slower Growing Commercial Turkey Strains for Organic Husbandry in Terms of Animal Welfare and Performance. *Frontiers in veterinary science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.600846>
- Olschewsky, A., Riehn, K. und Knierim, U. (2019b). Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem. *15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, Deutschland*.
- Patt, A. (2018). Einfluss des Rohfasergehaltes im Futter auf das Verhalten von Legehennen. Vortragstagung der Gesellschaft der Förderer und Freunde für Geflügel- und

- Kleintierforschung, Celle, Deutschland.
- Patt, A., Halle, I., Dudde, A. und Krause, Eike, Tobias. (2018). Einfluss des Rohfasergehalts im Futter auf das Verhalten von Legehennen. *GdFuF-Vortragstagung ; (Celle) : 2018.05.08*, 8.
- Petermann, S. (2006). 7. Geflügelhaltung. *Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von Nutztierställen - ein tierärztlicher Leitfaden* (S. 152–218). Stuttgart, Deutschland: Enke. <https://doi.org/10.1055/b-0034-47121>
- Platt, S. L. (2004). *Die reticulate scales an den Fußballen schwerer Mastputen und deren Beeinflussung durch unterschiedliche Biotindosierungen unter Feldbedingungen*. Dissertation. Deutschland: Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie des Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin.
- Rahmann, G. und Oppermann, R. (2005). Ökologische Geflügelhaltung - wohin soll es gehen? *9. Internationale Geflügel Tagung in Sachsen*, 9.
- Rudolf, M. (2008). *Einfluss von Besatzdichte und Einstreumaterial auf die Pododermatitis bei Mastputen*. Dissertation. Deutschland: Institut für Geflügelkrankheiten des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin.
- Schaack, D., Quaing, H., Nusch, T., Rampold, C. und Beck, M. M. (2018). Analyse des Bio-Geflügelmarktes. *Schlussbericht, BÖLN-Projekt*.
- Schlup, P. (1997). Freilandhaltung: Auch mit Mastputen realisierbar. *DGS-Magazin*, 36, 36–41.
- Schreiter, R. (2020a). *Einfluss eines speziell zur Reduktion von Federpicken konzipierten Legehennenfutters auf die Leistung und das Auftreten von Verhaltensstörungen*. Dissertaton. Deutschland: Naturwissenschaftlichen Fakultät III Agrar- und Ernährungswissenschaften, Geowissenschaften und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle/Saal. <https://doi.org/10.1399/eps.2019.269>
- Schreiter, R., Damme, K., Klunker, M., Raoult, C., Borell, E. und Freick, M. (2020b). Effects of edible environmental enrichments during the rearing and laying periods in a littered aviary-Part 1: integument condition in pullets and laying hens. *Poultry Science*, 99(11), 5184–5196. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.013>
- Schulze-Bisping, M. (2015). *Auswirkungen eines Verzichts auf das Schnabelkürzen sowie von tierischem Eiweiß im Mischfutter auf Federpicken und Kannibalismus bei Mastputenhennen*. (J. Hartung, Hrsg.) (1. Aufl.). München, Deutschland: Dr. Hut.
- Schumacher, C., Krautwald-Junghanns, M.-E., Hübel J, J., Bergmann, S., Mädler, N., Erhard, M. et al. (2012). Einfluss der Einstreufeuchte im Futter- und Tränkebereich auf die

- Fußballengesundheit von Mastputen in der Aufzuchtphase. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 125, 379–385. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-125-379>
- Shepherd, E. M. und Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*, 89(10), 2043–51. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00770>
- Sherwin, C. M. und Kelland, A. (1998). Time-budgets, comfort behaviours and injurious pecking of turkeys housed in pairs. *British poultry science*, 39(3), 325–32. <https://doi.org/10.1080/00071669888854>
- Siegmann, O. und Neumann, U. (2005). *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. Auflage). Hannover, Deutschland: Schlütersche. Verfügbar unter: <https://docplayer.org/202121531-Kompendium-der-gefluegelkrankheiten.html>
- Spindler, B. (2007). *Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchungen an Gelenken und Fußballen bei Puten der Linie B.U.T.6 bei der Haltung mit und ohne Außenklimabereich*. Dissertation. Deutschland: Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Spindler, B., Habig, C., Berk, J. und Hartung, J. (2013). Gegenwärtige Management- und Haltungsbedingungen bei nicht schnabelgekürzten Puten in der ökologischen Haltung. *Abschlussbericht, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Deutschland*.
- Spindler, B., Schulze Hillert, M., Sürle, C., Kamphues, J. und Hartung, J. (2012). Kann der Einsatz von tierischem Eiweiß im Alleinfutter Federpicken und Kannibalismus bei Putenhennen reduzieren? *Abschlussbericht: Untersuchungen zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Mastputenhennen*, 57.
- Straßmeier, P. (2007). *Einfluss von Strukturelementen, Futterzusammensetzung und Witterung auf das Verhalten von gemischt gehaltenen BIG SIX und KELLY BRONZE Puten in der Auslaufhaltung*. Dissertation. Deutschland: Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät München der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Thiele, H. H. (2005, Januar 1). Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. Merbitzer Geflügeltagung. Verfügbar unter: <https://docplayer.org/20983593-Managementempfehlungen-zur-junghennenaufzucht.html>
- Toppel, K., Spindler, B., Kaufmann, F., Gauly, M., Kemper, N. und Andersson, R. (2019). Foot Pad Health as Part of On-Farm-Monitoring in Turkey Flocks. *Frontiers in veterinary science*, 6, 25. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00025>
- Vehse, K. und Ellendorff, F. (2000). Influence of light on the physiology of turkeys: II sexual

- maturity. *European Poultry Science, Archiv für Geflügelkunde*, 65, 1–12. european poultry science.
- Veissier, I., Winckler, C., Velarde, A., Butterworth, A., Dalmau, A. und Keeling, L. J. (2013). Development of welfare measures and protocols for the collection of data on farms or at slaughter. *Improving farm animal welfare*. Wageningen Academic Publishers The Netherlands. Verfügbar unter: <https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=9qC5BQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA115&ots=YkkJsCek1B&sig=Ti2K7ZMKiexiy7QYeDTa408ZOcU#v=onepage&q&f=false>
- Verband Deutscher Putenerzeuger. (2013). *Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen*. Berlin, Deutschland.
- Wartemann, S. (2005). *Tierverhalten und Stallluftqualität in einem Putenmaststall mit Außenklimabereich unter Berücksichtigung von Tiergesundheit, Leistungsmerkmalen und Wirtschaftlichkeit*. Dissertation. Deutschland: Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Welfare Quality®. (2009). Welfare Quality - Assessment protocol for poultry, 110.
- Westermeier, C. (2015, Juli 18). *Vergleichende Untersuchungen zur Tiergesundheit von konventionell gehaltenen Ross 308 und Cobb Sasso Masthühnern mit einem neuen Aufzucht-konzept im Rahmen der konzeptionellen Ausarbeitung von Richtlinien für eine tiergerechtere Masthühnerhaltung; Dissertation*. Dissertation. München, Deutschland: Tierärztliche Fakultät LMU. Zugriff am 5.3.2023. Verfügbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/18998/1/Westermaier_Christine.pdf
- Wu, K. und Hocking, P. M. (2011). Turkeys are equally susceptible to foot pad dermatitis from 1 to 10 weeks of age and foot pad scores were minimized when litter moisture was less than 30%. *Poultry Science*, 90(6), 1170–1178. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01202>
- Youssef, I., Beineke, A., Rohn, K. und Kamphues, J. (2010). Experimental Study on Effects of Litter Material and its Quality on Foot Pad Dermatitis in Growing Turkeys. *International Journal of Poultry Science*, 9(12), 1125–1135. <https://doi.org/10.3923/ijps.2010.1125.1135>

X. ANHANG

Tabelle 11: PABAK (prevalence-adjusted and bias-adjusted kappa) als Merkmal der Inter-Observer-Reliabilität. Die drei Beobachter (B1, B2 und B3) beurteilten das Integument von 60 Puten mit dem Gefiederverlust von fünf Körperregionen, die Verletzungen von vier Körperregionen, Gefiederverschmutzungen in drei Körperregionen und Pododermatitiden – Ergebnisse des Beobachterabgleichs.

Beobachter- kombi- nation	Gefiederverlust (n = 300 Beobachtungen)		Verletzungen (n = 240 Beobachtungen)		Gefieder- verschmutzungen (n = 180 Beobachtungen)		Pododermatitis (n = 60 Beobachtungen)	
	Überein- stimm- ung (%)	PABAK	Überein- stimm- ung (%)	PABAK	Überein- stimm- ung (%)	PABAK	Überein- stimm- ung (%)	PABAK
B1/B2	88,3	0,85	92,5	0,91	78,9	0,74	86,7	0,83
B1/B3	88,3	0,85	92,1	0,90	78,3	0,73	80,0	0,75
B2/B3	96,0	0,95	96,3	0,95	97,8	0,97	85,0	0,81
Median	88,3	0,85	92,5	0,91	78,9	0,74	85,0	0,81

Interpretation des PABAK: <0,20 unzureichend/ 0,21-0,40 hinreichend/ 0,41-0,60 moderat/ 0,61-0,80 gut/ >0,80 sehr gut

Tabelle 12: Einfluss des Haltungssystems auf die Fußballendermatitis in Abhängigkeit von Alter und Genotyp. Die gruppierten Werte werden in Form der gruppierten Mediane

Merkmal/ Alter	Haltungssystem (H) ²						p-Werte	
	Auburn			B.U.T. 6			Auburn	B.U.T. 6
	H1 -	H2 +	H3 MS	H1 -	H2 +	H3 MS		
4. Woche	0,00	0,21		0,00	0,21		< 0,001 ³	0,003
8. Woche	0,00	0,86		0,00	0,56		< 0,001	< 0,001
12. Woche	0,00 ^c	1,59 ^a	1,08 ^b	0,00 ^c	1,05 ^a	0,44 ^b	< 0,001	< 0,001
16. Woche	0,87 ^c	1,78 ^b	2,14 ^a	0,94	1,12	0,69	< 0,001	0,181
20. Woche	1,31 ^b	1,77 ^a	2,14 ^a	1,55	1,20	1,15	< 0,001	0,328

dargestellt¹.

¹Modelle für das Haltungssystem: Mann-Whitney-U-Test für die Aufzucht (bis zu einem Alter von 8 Wochen) und Kruskal-Wallis-Test für die Mast (9-20 Wochen)

²H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanierung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltsanierung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab dem Alter von 9 Wochen = Mobilstallhaltung mit Umweltsanierung und Grünauslauf

³Fettgedruckte Schrift und unterschiedliche Hochbuchstaben (a, b, c) zeigen statistisch signifikante Werte von $p < 0,05$

Tabelle 13: Einfluss des Haltungssystems auf die Verschmutzung (im Bereich Rücken, Brust/Flügel, Stoß und Gesamtpunktzahl) in Abhängigkeit von Alter und Genotyp. Die gruppierten Werte werden in Form der gruppierten Mediane dargestellt¹.

Merkmal/ Alter	Haltungssystem (H) ²						p-Werte	
	Auburn			B.U.T. 6			Auburn	B.U.T. 6
	H1	H2	H3	H1	H2	H3		
	-	+	MS	-	+	MS		
Rücken								
4. Woche	0,00	0,00		0,03	0,00		1,000	0,317
8. Woche	0,00	0,03		0,03	0,10		0,317	0,169
12. Woche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	1,000	0,381
16. Woche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000	1,000
20. Woche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000	1,000
Brust/Flügel								
4. Woche	0,03	0,04		0,03	0,30		0,319	0,001
8. Woche	1,00	1,44		0,32	2,30		< 0,001 ³	< 0,001
12. Woche	1,02^b	2,29^a	2,24^a	1,91^b	2,75^a	2,45^a	< 0,001	< 0,001
16. Woche	1,44^b	2,85^a	2,62^a	2,58	2,88	2,62	< 0,001	0,051
20. Woche	2,54	2,60	2,38	2,92^a	2,84^{ab}	2,58^b	0,186	0,002
Stoß								
4. Woche	0,00	0,00		0,03	0,20		1,000	0,014
8. Woche	0,01	0,11		0,05	1,46		0,009	< 0,001
12. Woche	0,10^b	0,49^a	0,08^b	0,89^b	1,93^a	2,00^a	< 0,001	< 0,001
16. Woche	0,09^{ab}	0,17^b	0,00^a	0,97^b	2,01^a	2,00^a	0,025	< 0,001
20. Woche	0,12	0,25	0,10	1,35^b	2,00^a	1,81^a	0,476	< 0,001
Gesamtscore								
4. Woche	0,03	0,04		0,05	0,46		0,319	< 0,001
8. Woche	0,03	1,52		0,38	3,80		< 0,001	< 0,001
12. Woche	1,08^b	2,78^a	2,33^a	2,89^b	4,73^a	4,51^a	< 0,001	< 0,001
16. Woche	1,48^b	3,02^a	2,62^a	3,52^b	4,91^a	4,61^a	< 0,001	< 0,001
20. Woche	2,62	2,77	2,41	4,27^b	4,84^a	4,43^b	0,060	0,004

¹Modelle für das Haltungssystem: Mann-Whitney-U-Test für die Aufzucht (bis zu einem Alter von 8 Wochen) und Kruskal-Wallis-Test für die Mast (9-20 Wochen)

²H1- = Feststallhaltung ohne Umweltsanreicherung; H2+ = Feststallhaltung mit Umweltsanreicherung und Silage-Zusatzfütterung ab der 9. Woche; H3 (MS) ab dem Alter von 9 Wochen = Mobilstallhaltung mit Umweltsanreicherung und Grünauslauf

³Fettgedruckte Schrift und unterschiedliche Indizes (a, b, c) bedeuten statistisch signifikante Werte bei $p < 0,05$

XI. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich nun bei all denjenigen bedanken die mir während der Anfertigung dieser Arbeit jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Zunächst möchte ich mich bei Prof. Dr. Eggert Schmidt für die Überlassung des Dissertationsthemas, das entgegengebrachte Vertrauen und vor allem für die stetige Unterstützung und Förderung während der Promotion und der gesamten Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin danken. Einen herzlichen Dank auch für Ihr stets offenes Ohr bei Fragen und sofortige Hilfe.

Mein großer Dank gilt ebenso Prof. Dr. Dr. Michael Erhard für die Möglichkeit bei ihm als externe Doktorandin an der LMU München zu promovieren und für die professionelle, unkomplizierte und freundliche Betreuung bei der Erstellung der Dissertationsarbeit.

Außerdem möchte ich mich herzlich bei Dr. Ruben Schreiter für die Boniturschulungen, für das Korrekturlesen der Publikationen, für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der erfassten Daten und für die permanente Erreichbarkeit und die Beantwortung von Fragen bedanken.

Ebenfalls möchte ich bei dem gesamten Team des AminoVit Projektes bedanken. Hier bei möchte ich mich zuerst bei Dr. Christian Lambertz herzlich für die Unterstützung während der Promotion, das Korrekturlesen und das stets offene Ohr und sofortige Hilfe bei Fragen bedanken.

Zudem gilt mein Dank Prof. Dr. Gerhard Bellof und Dr. Philipp Hofmann ebenfalls für jegliche Unterstützung während dieser Arbeit und für das Korrekturlesen.

Ein riesiges Dankeschön geht auch an Benedikt Thesing für das Anleiten bei den täglichen Versuchsarbeiten, für die Unterstützung im Stall, bei den Bonituren, für das stets offene Ohr für jegliche Fragen und Probleme und vor allem aber für eine tolle Zusammenarbeit mit einem freundlichen und lustigen Kollegen. Dankeschön für eine schöne und lustige Zeit und die interessanten Dienstreisen nach Porto und Frick.

Bei Isabella Kirn, meiner Bürokollegin und Johannes Büchler möchte ich mich ebenfalls für die tatkräftige Unterstützung bei den täglichen Arbeiten im Versuchsstall, den Bonituren und die immer wieder aufmunternden Worte bedanken. Danke euch für eure stets offenen Ohren

und eure Hilfe. Danke für eine tolle Zusammenarbeit, viele lustigen Momente, die Dienstreise nach Frick (mit Isabella) und die Motivation und Aufmunterung während der letzten Monate des Schreibens.

Außerdem möchte ich Lucas Rathmann für die tatkräftigen Unterstützungen bezüglich der Bonituren am Standort Kitzingen danken und Peter Weindl für die Unterstützung bei den Integumentbonituren am Standort Zurnhausen in Freising. Ein Dankeschön geht auch an Holger Weller für die tatkräftige Unterstützung bei den täglichen Arbeiten im Versuchsstall, sowie für die Hilfe bei den Integumentbonituren.

Bei Alfred Seibold möchte ich mich besonders für das schnelle Lösen jedes EDV-Problems bedanken.

Mein Dank gilt ebenfalls Dr. Shana Bergmann für das Korrekturlesen der Dissertation.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem Freundeskreis für die Unterstützung und das aufgebrachte Verständnis bedanken. Ein herzlicher Dank hierbei vor allem an Kathi und Anna. Danke euch für das Korrekturlesen der Publikationen und der Dissertation.

Ebenso möchte ich meinem Bruder David für sein stets offenes Ohr, die Hilfe und die Aufmunterungen in den letzten Wochen der Promotion bedanken.

Von Herzen möchte ich meinem Partner Alexander danken. Für deine Liebe, dein Verständnis und deinen Glauben an mich, für das Rücken stärken und für deine Unterstützung während der gesamten Zeit der Promotion.

Abschließend gilt mein ganz besonderer und größter Dank meinen Eltern. Dafür, dass sie mir das Studium und damit auch die Promotion ermöglicht haben, für ihre Liebe und Unterstützung sowie ihren Glauben und ihr Vertrauen in mich. Ohne euch wäre all das nicht möglich gewesen! Ohne euch wäre ich heute nicht da, wo ich bin und wer ich bin.