

**Untersuchungen zum Einfluss einer Umweltanreicherung
und der Futterzusammensetzung auf die Leistung und
das Auftreten von Federpicken bei Jung- und Legehennen
in Bodenhaltung**

**Dissertation
zur Erlangung des
Doktorgrades der Agrarwissenschaften
(Dr. agr.)**

der

Naturwissenschaftlichen Fakultät III
Agrar- und Ernährungswissenschaften,
Geowissenschaften und Informatik
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Ruben Schreiter

geb. am 13.03.1990 in Stollberg

Gutachter: Prof. Dr. Eberhard von Borell / Prof. Dr. Markus Freick
Prof. Dr. Rudolf Preisinger

Verteidigung am 13.01.2020

Halle/Saale 2020

Meiner Familie

Beiträge zur Publikation

Teile dieser Dissertation wurden bereits in folgenden Beiträgen veröffentlicht:

SCHREITER, R., K. DAMME, J. HARTMANN, M. KLUNKER, M. FREICK, E. VON BORELL, 2019: Einfluss eines speziell zur Reduktion von Federpicken konzipierten Legehennenfutters auf die Leistung und das Auftreten von Verhaltensstörungen. *European Poultry Science* **83**. DOI: 10.1399/eps.2019.269

SCHREITER, R., K. DAMME, E. VON BORELL, I. VOGT, M. KLUNKER, M. FREICK, 2019: Effects of litter and additional enrichment elements on the occurrence of feather pecking in pullets and laying hens – a focused review. *Veterinary Medicine and Science* **5**. DOI: 10.1002/vms3.184

SCHREITER, R., K. DAMME, 2019: Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen bei Jung- und Legehennen. Vortragstagung des Ausschusses für Geflügel der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft und des Instituts für Tierschutz und Tierhaltung des Friedrich-Loeffler-Instituts, Celle, 26.02.2019.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	2
2.1 Federpicken bei Legehennen	2
2.2 Einfluss der Umwultanreicherung auf Verhaltensstörungen....	4
2.2.1 Einfluss von Einstreumaterial.....	5
2.2.2 Einfluss von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial	8
2.3 Futtereinfluss auf Verhaltensstörungen.....	13
2.4 Ziele der Arbeit	16
3 Material und Methoden	18
3.1 Studie zum Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen	18
3.1.1 Aufstallung und Management während der Aufzucht	18
3.1.2 Aufstallung und Management während der Legeperiode.....	20
3.1.3 Fütterung, Licht- und Impfprogramm.....	21
3.1.4 Tiere und Studiendesign	23
3.1.5 Datenerfassung	28
3.1.6 Datenauswertung	34
3.2 Studie zum Einfluss der Futterzusammensetzung auf Leistung und Verhaltensstörungen	37
3.2.1 Aufstallung und Management während der Legeperiode.....	38
3.2.2 Tiere und Studiendesign	38
3.2.3 Datenerfassung	40
3.2.4 Datenauswertung	41
4 Ergebnisse	43
4.1 Studie zum Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen	43
4.1.1 Aufzucht.....	43
4.1.1.1 Körpermasse, Uniformität und Futterverbrauch	43
4.1.1.2 Tierverluste.....	47
4.1.1.3 Integumentzustand	47
4.1.1.3.1 Schnabelzustand	48
4.1.1.3.2 Gefiederverlust.....	50
4.1.1.3.3 Haut- und Zehenverletzungen	53
4.1.2 Legeperiode	57
4.1.2.1 Biologische Leistung und Eiqualität	58

4.1.2.2	Körpermasse.....	62
4.1.2.3	Verbrauch an Futter und Beschäftigungsmaterial	66
4.1.2.4	Tierverluste.....	67
4.1.2.5	Schlachtmerkmale.....	68
4.1.2.6	Wirtschaftlichkeit.....	70
4.1.2.7	Integumentzustand	72
4.1.2.7.1	Schnabelzustand	72
4.1.2.7.2	Gefiederverlust.....	76
4.1.2.7.3	Haut- und Zehenverletzungen	80
4.1.2.7.4	Fußballenveränderungen	86
4.2	Studie zum Einfluss der Futterzusammensetzung auf Leistung und Verhaltensstörungen	90
4.2.1	Biologische Leistung und Eiqualität	91
4.2.2	Körpermasse.....	92
4.2.3	Futterverbrauch und Wirtschaftlichkeit	94
4.2.4	Tierverluste.....	96
4.2.5	Integumentzustand	97
5	Diskussion	101
5.1	Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen.....	101
5.1.1	Legeleistung und Eigewicht.....	101
5.1.2	Eiklassifizierung und -qualität.....	103
5.1.3	Verbrauch an Futter und Beschäftigungsmaterial, Wirtschaftlichkeit.....	105
5.1.4	Körpermasse und Uniformität	107
5.1.5	Schlachtmerkmale.....	108
5.1.6	Tierverluste und Integumentzustand.....	110
5.2	Einfluss der Futterzusammensetzung auf Leistung und Verhaltensstörungen.....	120
5.2.1	Biologische Leistung, Eiqualität und Körpermasse	120
5.2.2	Futteraufnahme	122
5.2.3	Tierverluste und Integumentzustand.....	123
6	Schlussfolgerungen	127
7	Zusammenfassung	129
8	Summary	131
9	Literaturverzeichnis.....	133
10	Anhang.....	145
	Selbstständigkeitserklärung.....	165
	Danksagung	166

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung von Studien zu Auswirkungen von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial auf das Auftreten von Federpicken und Gefiederschäden in eingestreuten Haltungssystemen	10
Tabelle 2: Angebot an Platz und Versorgungseinrichtungen in der Aufzuchtperiode ...	19
Tabelle 3: Angebot an Platz und Versorgungseinrichtungen in der Legeperiode	20
Tabelle 4: Wertbestimmende Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel	22
Tabelle 5: Eingesetzte Impfstoffe während der Aufzucht	23
Tabelle 6: Übersicht zu den Varianten in der Junghennen-Aufzucht.....	25
Tabelle 7: Übersicht zu den Varianten in der Legeperiode	26
Tabelle 8: Analytische Bestandteile und Zusammensetzung der eingesetzten Picksteine	27
Tabelle 9: Boniturschema zur Beurteilung des Integumentzustandes der Junghennen .	33
Tabelle 10: Boniturschema zur Beurteilung des Integumentzustandes der Legehennen	34
Tabelle 11: Übersicht zur Umwandlung der ordinalen Boniturscores* in eine nominale Skalierung zur Anwendung der logistischen Regression.....	37
Tabelle 12: Übersicht zu den Varianten in der Legeperiode	39
Tabelle 13: Energie- und Nährstoffgehalte in der Originalsubstanz der Futtermischungen	40
Tabelle 14: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Zuwachs an Körpermasse während der Aufzucht (1.-18. Lebenswoche).....	45
Tabelle 15: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Uniformität und Futtermittelverbrauch während der Aufzucht (1.-18. Lebenswoche)	46
Tabelle 16: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Tierverluste während der Aufzucht (1.-18. Lebenswoche)	47
Tabelle 17: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Schnabelüberstands während der Aufzucht	48
Tabelle 18: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Schnabelrisse während der Aufzucht	50
Tabelle 19: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Gefiedergesamtscore während der Aufzucht	51
Tabelle 20: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore der Hautverletzungen während der Aufzucht	54
Tabelle 21: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore der Zehenverletzungen während der Aufzucht	56
Tabelle 22: Anzahl der gewogenen bzw. bonitierten Tiere nach Herkunft und Variante	58
Tabelle 23: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Eizahl, das Eigewicht und die Eimasseproduktion während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	59
Tabelle 24: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Anteil an Knick-, Schmutz- und Bodeneiern am Gesamtgelege während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	61
Tabelle 25: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Eiklarkonsistenz und Bruchfestigkeit der Eischalen in der 42. Lebenswoche	62

Tabelle 26: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Zuwachs an Körpermasse während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	66
Tabelle 27: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Futtermittelverwertung und den Verbrauch an Futter, Pickstein und Luzernematerial während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	67
Tabelle 28: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Tierverluste während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	68
Tabelle 29: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Ausschlachtung am 337. Lebenstag	69
Tabelle 30: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Muskelmagenmasse und deren Anteil an der Schlacht-, Körper- und metabolischen Körpermasse sowie auf den Abdominalfettanteil an der Schlachtmasse am 337. Lebenstag	69
Tabelle 31: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die wirtschaftlichen Parameter während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	71
Tabelle 32: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Schnabelüberstands während der Legeperiode.....	74
Tabelle 33: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Schnabelrisse während der Legeperiode	76
Tabelle 34: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Gesamtgefiederscore während der Legeperiode	78
Tabelle 35: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Hautverletzungen während der Legeperiode.....	82
Tabelle 36: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Zehenverletzungen während der Legeperiode.....	85
Tabelle 37: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für den Fußballenzustand während der Legeperiode	88
Tabelle 38: Anzahl der gewogenen bzw. bonitierten Tiere nach Herkunft und Variante	90
Tabelle 39: Einfluss der Futtermittelvarianten auf die Eizahl, das Eigewicht, die Eimasseproduktion, Eiklarkonsistenz und Bruchfestigkeit im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche	92
Tabelle 40: Einfluss der Futtermittelvarianten auf den Futterverbrauch, die Futtermittelverwertung und die Wirtschaftlichkeit im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche	94
Tabelle 41: Einfluss der Futtermittelvarianten auf die Tierverluste im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche	96
Tabelle 42: Einfluss der Futtermittelvariante auf den Integumentzustand in der 57. und 72. Lebenswoche.....	97
Tabelle 43: Bildliche Darstellung zur Einordnung des Boniturschemata zur Beurteilung des Integumentzustandes der Legehennen	146
Tabelle 44: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Rückengefieders während der Aufzucht.....	148
Tabelle 45: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Flügelgefieders während der Aufzucht.....	149
Tabelle 46: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Bauchgefieders während der Aufzucht.....	150

Tabelle 47: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Braunleger während der Aufzucht.....	151
Tabelle 48: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Weißleger während der Aufzucht.....	152
Tabelle 49: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelüberstand in der Aufzucht	153
Tabelle 50: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelrisse in der Aufzucht.....	153
Tabelle 51: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Gesamtgefiederscore in der Aufzucht.....	153
Tabelle 52: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Halsgefieders	154
Tabelle 53: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Rückengefieders.....	155
Tabelle 54: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Legebauchgefieders	156
Tabelle 55: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Verletzungen in der Aufzucht	157
Tabelle 56: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Zehenverletzungen in der Aufzucht	157
Tabelle 57: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Braunleger während der Legeperiode.....	158
Tabelle 58: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Weißleger während der Legeperiode.....	159
Tabelle 59: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelüberstand in der Legeperiode	160
Tabelle 60: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelrisse in der Legeperiode.....	160
Tabelle 61: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Gesamtgefiederscore in der Legeperiode.....	160
Tabelle 62: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Hautverletzungen in der Legeperiode	160
Tabelle 63: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Zehenverletzungen in der Legeperiode	161
Tabelle 64: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Fußballenzustand in der Legeperiode	161
Tabelle 65: Bestimmtheitsmaß und F-Werte für die in der Varianzanalyse geprüften Effekte Herkunft, Futtermateriale und die Interaktion zwischen Herkunft und Futtermateriale	162
Tabelle 66: Prozentualer Anteil der Boniturscores in der 57. Lebenswoche in Abhängigkeit der Herkunft und Futtermaterialien	163
Tabelle 67: Prozentualer Anteil der Boniturscores in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Herkunft und Futtermaterialien	164

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilansicht eines Abteils mit Weißlegern (A) und Braunlegern (B) im Aufzuchtstall mit zwei-etagiger Volierenanlage und Einstreubereich.....	19
Abbildung 2: Abteile im Legestall mit perforierter Fläche und vorgelagertem Scharraum (A) und Teilansicht eines Abteils mit Alimentationseinrichtung und Familiennest (B).....	21
Abbildung 3: Durchgeführtes Lichtprogramm in der Aufzucht und Legeperiode.....	22
Abbildung 4: Verteilung der Varianten im Aufzuchtstall	24
Abbildung 5: In den ersten Lebenswochen wurde das Beschäftigungsmaterial (grüner Pfeil – Luzerneblock, blauer Pfeil – Pickstein) im Volierensegment auf dem mit Kükenpapier abgedeckten Gitterbereich bereitgestellt (A), später im Einstreubereich (B)	25
Abbildung 6: Verteilung der Varianten im Legestall	28
Abbildung 7: Übersicht zur Datenerfassung während der Studiendauer	29
Abbildung 8: Schematische Einteilung der Körperregionen zur Gefiederbonitur	32
Abbildung 9: Verteilung der Futtervarianten und Herkünfte im Legestall	38
Abbildung 10: Übersicht zur Datenerfassung während der Studiendauer	40
Abbildung 11: Körpermasseentwicklung der Braunleger in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial mit Vergleich zum Soll des Zuchtunternehmens.....	44
Abbildung 12: Körpermasseentwicklung der Weißleger in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial mit Vergleich zum Soll des Zuchtunternehmens.....	44
Abbildung 13: Relative Anteile der Boniturscores im Schnabelüberstand von der zweiten bis 18. Lebenswoche für beide Herkünfte in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	49
Abbildung 14: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Braunlegerhennen.....	52
Abbildung 15: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Weißlegerhennen	52
Abbildung 16: Relative Anteile der Boniturscores für den Hautzustand von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Braunlegerhennen.....	55
Abbildung 17: Relative Anteile der Boniturscores für den Hautzustand von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Weißlegerhennen.....	55
Abbildung 18: Anteile der Eigewichtsklassen am Gesamtgelege der Braun- und Weißleger in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	60
Abbildung 19: Verlauf der Körpermasse der Braunleger während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche) in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	63
Abbildung 20: Verlauf der Körpermasse der Weißleger während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche) in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	63

Abbildung 21: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Körpermasse zur 30. (A), 45. (B) und 48. Lebenswoche (C)	64
Abbildung 22: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den IOFEC der Braun- und Weißleger während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche).....	71
Abbildung 23: Relative Anteile der Boniturscores für den Schnabelüberstand der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	73
Abbildung 24: Relative Anteile der Boniturscores für den Schnabelüberstand der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	73
Abbildung 25: Relative Anteile der Boniturscores für den Schnabelüberstand in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft.....	75
Abbildung 26: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	77
Abbildung 27: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	77
Abbildung 28: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft.....	79
Abbildung 29: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	81
Abbildung 30: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	81
Abbildung 31: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft.....	83
Abbildung 32: Relative Anteile der Boniturscores für Zehenverletzungen der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	84
Abbildung 33: Relative Anteile der Boniturscores für Zehenverletzungen in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft.....	86
Abbildung 34: Relative Anteile der Boniturscores für den Fußballenzustand der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	87
Abbildung 35: Relative Anteile der Boniturscores für den Fußballenzustand der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial	87
Abbildung 36: Relative Anteile der Boniturscores für den Fußballenzustand in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft.....	89

Abbildung 37: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte der Futtermateriale auf die Körpermasse in der 57. (A) und 72. Lebenswoche (B).....	93
Abbildung 38: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte der Futtermateriale auf den täglichen Futterverbrauch im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche.....	95
Abbildung 39: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Futtermateriale und Hybridherkunft	98
Abbildung 40: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Futtermateriale und Hybridherkunft	99
Abbildung 41: Relative Anteile der Boniturscores für Zehenverletzungen in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Futtermateriale und Hybridherkunft	100
Abbildung 42: Stalltemperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stallraum im Studienzeitraum (Untersuchung zum Einfluss von Beschäftigungsmaterial).....	145
Abbildung 43: Stalltemperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stallraum im Studienzeitraum (Untersuchung zum Futtereinfluss).....	147

Abkürzungsverzeichnis

AH	Anfangshenne(n)
AMEN	stickstoffkorrigierte, scheinbare umsetzbare Energie (metabolizable energy, N-corrected)
BM	Beschäftigungsmaterial(ien)
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
DH	Durchschnittshenne(n)
HU	Haugh Unit
IOFC	income over feed costs (Futterkostenüberschuss)
IOFEC	income over feed and enrichment costs (Futterkostenüberschuss abzüglich Enrichmentkosten)
KG	Kontrollgruppe(n)
LB	Lohmann Brown classic
Ig	dekadisch logarithmiert(e)
LSL	Lohmann Selected Leghorn classic
LW	Lebenswoche(n)
MJ	Megajoule
MW	arithmetisches Mittel
N	Newton
NaCl	Natriumchlorid
SEM	Standardfehler des Mittelwertes
STW	Standardabweichung
Tab.	Tabelle(n)
TierSchG	Tierschutzgesetz
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
V	Variante
VG	Versuchsgruppe(n)
VO	Verordnung
WPSA	World's Poultry Science Association

1 Einleitung

Federpicken und Kannibalismus sind als Verhaltensstörungen bei Hühnern seit über 100 Jahren bekannt und bereiten auch heute noch teils erhebliche Probleme in der Legehennenhaltung. Es ergeben sich daraus deutliche Auswirkungen bezüglich des Tierschutzes, aber auch negative Wirkungen im Hinblick auf die biologische Leistung der Herden und dem ökonomischen Erfolg der Legehennenhaltung (SPINDLER et al., 2016).

Das Kupieren der Schnabelspitze im Kükenalter war über einen langen Zeitraum eine Maßnahme, welche die von Federpicken und Kannibalismus erzeugten Schäden für den Integumentzustand und das Leistungsniveau erheblich reduzieren konnte (DAMME, 1999). Im Zuge anhaltender gesellschaftspolitischer Kritik und schwindender Verbraucherakzeptanz des Schnabelkupierens als nicht-kurativer Eingriff am Nutztier wird infolge einer freiwilligen Vereinbarung zwischen Politik und Geflügelwirtschaft seit August 2016 auf das routinemäßige Kupieren der Schnabelspitze verzichtet (BMEL, 2015). Damit hat sich das Risiko für das Auftreten von Schäden durch Verhaltensstörungen grundsätzlich erhöht (SEPEUR et al., 2015).

Im multifaktoriellen Ursachengefüge dieser unerwünschten Verhaltensweisen ist eine Reihe einflussnehmender Faktoren in den Bereichen Genetik, Fütterung, Haltungsumwelt und Management bekannt, ohne dass bisher eine Verfahrensweise etabliert werden konnte, die ein Auftreten der Verhaltensstörungen sicher verhindert (BESSEI, 2012). Verschiedene Versuche beschäftigten sich mit dem Einfluss einer Umweltsanierung auf das Auftreten von Federpicken, wobei für eingestreute Haltungssysteme dahingehend keine konsistenten Ergebnisse generiert werden konnten. Die erste Studie der vorliegenden Arbeit prüfte deshalb die Auswirkungen der Bereitstellung von Beschäftigungsmaterialien auf Federpicken und die biologische Leistung. Ausgehend von bekannten Wirkungen bestimmter Nähr- und Wirkstoffe auf die Prävalenz von Verhaltensstörungen wurde in der zweiten Untersuchung der Einfluss einer speziell zur Reduktion von Federpicken konzipierten Ration auf die Gefiederschäden und das Leistungsniveau geprüft.

2 Literaturübersicht

2.1 Federpicken bei Legehennen

Federpicken stellt in der Legehennenhaltung eine schwerwiegende Problematik im Hinblick auf Tierschutz- und Leistungsparameter dar (APPLEBY und HUGHES, 1991; NIEBUHR et al., 2006; RODENBURG et al., 2013). Dabei wird diese Verhaltensstörung bereits vor weit über 100 Jahren von OETTEL (1873) beschrieben. Als Federpicken wird das Bepicken von Federn oder Federteilen bei Artgenossen bezeichnet, wobei es auch zum Fressen von Federn kommen kann (RODENBURG et al., 2013). Wie Kannibalismus ist Federpicken eine nicht aggressiv motivierte Verhaltensstörung, bei der zwischen leichtem Federpicken (gentle feather pecking) und schwerem Federpicken (severe feather pecking – im Folgenden Federpicken) unterschieden wird (SAVORY, 1995). Leichtes Federpicken wird als normales exploratives Verhalten betrachtet, dagegen führt schweres Federpicken zu Gefiederschäden und federfreien Hautarealen, die Kannibalismus und damit verbundene Pickverletzungen begünstigen können (SAVORY, 1995; RODENBURG et al., 2013). Als Kannibalismus wird ein Picken und Ziehen an der Haut und darunterliegendem Gewebe von Artgenossen betrachtet, wobei es zu stark blutenden Verletzungen (v.a. Kloakenregion) kommen kann, die auch zum Tod der Tiere führen können (SPINDLER et al., 2016). Kommt es in Herden zu ausgeprägtem Federpicken und/oder Kannibalismus, besitzen die Verhaltensstörungen eine besondere Tierschutzrelevanz, da ein umfangreicher Federverlust das Wohlbefinden der Hennen deutlich einschränkt (RODENBURG et al., 2013) und die bepickten Tiere Schmerzen empfinden (GENTLE und HUNTER, 1991). Weiterhin stellen Federpicken und Kannibalismus nicht nur aus Tierschutzaspekten unerwünschte Erscheinungen dar, sondern sind auch aus produktionstechnischer Sicht nachteilig. So sind unerwünschte Folgen eine erhöhte Mortalität, niedrigere Legeleistung und ein erhöhter Futtermittelverbrauch infolge des gesteigerten Energiebedarfs bei Gefiederverlust (DAMME und PIRCHNER, 1984; WECHSLER et al., 1998; EL-LETHEY et al., 2000; NIEBUHR et al., 2006).

Ein Kupieren der Schnabelspitze war über einen langen Zeitraum eine übliche Methode zur Reduktion der negativen Folgen von Federpicken und Kannibalismus (DAMME, 1999; BESSEI, 2012; SPINDLER et al., 2016). Das Schnabelkupieren erfolgte in Deutschland im Rahmen einer Ausnahmeregelung des im Tierschutzgesetz verankerten Amputationsverbots (TIERSCHG, 2018). Demnach kann die zuständige Behörde nach § 6 TIERSCHG (2018) ein Kupieren der Schnabelspitze gestatten, sofern dies für die vorgesehene Nutzung zum Schutz der Tiere unerlässlich ist. Das zuletzt in Deutschland übliche Schnabelkupieren mittels Infrarottechnologie in der Brüterei erbrachte zwar weniger Beeinträchtigungen als die ursprüngliche Methode des Kauterisierens (DAMME und URSELMANS, 2013; HAIDER, 2013), war aber nichts desto trotz mit erheblichen Schmerzen für die Tiere verbunden (JANCZAK und RIBER, 2015). Schnabelkupieren erfährt als nicht-kurativer Eingriff eine zunehmend kritische Betrachtung und in mehreren europäischen Ländern, wie z.B. Österreich, Dänemark und Schweden wird bereits auf das Schnabelkupieren verzichtet (SPINDLER et al., 2016), wodurch das Risiko für Federpicken deutlich ansteigt (SEPEUR et al., 2015). In Deutschland wird seit August 2016 auf das routinemäßige Schnabelkupieren infolge einer freiwilligen Vereinbarung zwischen Politik und Geflügelwirtschaft verzichtet (BMEL, 2015).

Federpicken tritt in allen Haltungsformen von Legehennen auf (SHERWIN et al., 2010), wobei die Kontrolle der Verhaltensstörung aufgrund der größeren Gruppen und der damit höheren Anzahl an potentiellen Opfertieren in Alternativsystemen im Vergleich zu Käfigsystemen schwieriger erscheint (NIEBUHR et al., 2006; RODENBURG et al., 2013). Die Ursachen der Verhaltensstörungen liegen dabei multifaktoriell in den Bereichen Genetik, Fütterung, Haltung und Management (VAN KRIMPEN et al., 2005; KJAER und BESSEI, 2013; JANCZAK und RIBER, 2015; PREISINGER, 2018a; BESSEI et al., 2018). In der genetischen Prädisposition zum Feder- und Beschädigungspicken sind deutliche Unterschiede zwischen den am Markt befindlichen Legehybriden vorhanden (DAMME, 1999; NIEBUHR et al., 2006; DAMME et al., 2018). Neben der Genetik gelten als weitere interne Einflussfaktoren auf das Federpickverhalten die soziale Motivation, der hormonelle Status, das Tialter und Furcht (VAN KRIMPEN et al., 2005; BENDA, 2008). Im Bereich der Haltungsumwelt sind bedeutsame Einflussgrößen die Besatzdichte und Gruppengröße, Gliederung

des Stalls in Funktionsbereiche, Einstreuqualität, Stallbeleuchtung, das Beschäftigungsangebot, Stallklima und Tier-Fressplatz-Verhältnis (VAN KRIMPEN et al., 2005; BENDA, 2008; RODENBURG et al., 2013; JANCZAK und RIBER, 2015). Die Haltung und gemachten Erfahrungen während der Aufzucht zeigen ebenso wie das Management in der Legeperiode entscheidenden Einfluss auf das Auftreten der Verhaltensstörungen (JANCZAK und RIBER, 2015; SPINDLER et al., 2016). Auf die Einflussnahme nutritiver Faktoren und der Anreicherung der Haltungsumwelt wird folgend näher eingegangen.

2.2 Einfluss der Umwelanreicherung auf Verhaltensstörungen

Federpicken wird als fehlgeleitetes Futtersuch- und Aufnahmeverhalten betrachtet (WENNRICH, 1975; BLOKHUIS, 1986), wobei die phänotypischen Muster von Federpicken denen des Futter- und Bodenpickens ähneln (DIXON et al., 2008). Insofern ist die Bereitstellung von Einstreu und weiteren veränderbaren Materialien für die Reduktion von Federpicken von besonderer Bedeutung (RODENBURG et al., 2013).

Untersuchungen zum Einfluss von manipulierbarem Material auf die Inzidenz von Federpicken haben in unterschiedlichen Umwelten bzw. Haltungssystemen stattgefunden. Dabei ist zu unterscheiden, ob der Versuch auf einer einstreulosen Drahtgitterhaltung (Käfig) erfolgte oder die Tiere in einer Umwelt mit Einstreu gehalten wurden und damit Bedingungen einer Alternativhaltung im Hinblick auf das Vorhandensein von Einstreusubstrat weitestgehend gegeben sind. Die Mehrzahl der Untersuchungen zum Einfluss von manipulierbarem Material auf Federpicken stellen einen Vergleich einer einstreulosen Haltung auf perforiertem Boden zu einer Haltung mit verschiedenen Einstreusubstraten an, nicht aber den Einfluss von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial (BM) in Haltungssystemen mit Einstreu. Materialien zur zusätzlichen Anreicherung und Gestaltung der Haltungsumwelt werden dabei als Enrichment (environmental enrichment) bezeichnet (HARTCHER et al., 2015).

2.2.1 Einfluss von Einstreumaterial

Das Vorhandensein von Einstreu in Alternativsystemen bedeutet im Vergleich zu Käfigsystemen eine wichtige Anreicherung der Haltungsumwelt. Einstreumaterial konnte als manipulierbares in einer Reihe von Studien den Gefiederzustand von Jung- und Legehennen verbessern. So untersuchten BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1989) die Auswirkungen der Aufzucht mit Einstreu oder auf Drahtgitter von in der späteren Legeperiode identisch mit Einstreuzugang gehaltenen Hennen. In den Gruppen mit Einstreu war in der Aufzucht weniger Federpicken zu beobachten und auch in der späteren Legeperiode war die Häufigkeit des Federpickens im Vergleich zu den auf Drahtgitter aufgezogenen Gruppen niedriger. Um eine mögliche Differenz in den Effekten von Staubbade- und Futtersuchmaterialien zu identifizieren, zogen HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) Weißleger-Küken auf perforiertem Boden mit Zugang zu Sand als Sandbadesubstrat oder Zugang zu Stroh als Futtermittelsubstrat auf. Hohe Federpickraten und Verletzungen waren in der Gruppe mit Sandbad zu beobachten, nicht aber bei den Küken mit Strohzugang, die weniger Federpicken, aber mehr Nahrungssuchverhalten mit dem Stroh zeigten. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass mit geeignetem Futtersubstrat das Futtersuchverhalten gefördert und damit Federpicken reduziert bzw. verzögert werden kann. Dass Sandbadesubstrat als alleiniges manipulierbares Material in der Haltungsumwelt es nicht vermag, Federpicken zu reduzieren, bestätigen auch die Ergebnisse von DIXON und DUNCAN (2010). So erwirkte der Zugang zu Torf zum Sandbaden in der frühen Aufzucht keine Differenz im Federpicken im Vergleich zur Kontrolle auf Drahtgitter. GILANI et al. (2013) identifizierten ein höheres Risiko für Federpicken in der späteren Legeperiode, wenn bereits während der Aufzucht Federpicken aufgrund unzureichendem Zugang zu manipulierbarem Material auftrat. Das Fehlen von lockerem Einstreusubstrat zum Legeperiodenende war bei GREEN et al. (2000) ein Risikofaktor für das Auftreten von Federpicken.

In Kenntnis des reduzierenden Einflusses von veränderbaren Materialien auf die Verhaltensstörungen untersuchten verschiedene Autoren die Eignung mehrerer Substrate. So prüften HUBER-EICHER und WECHSLER (1998) den Einfluss verschiedener manipulierbarer Substrate auf das Pickverhalten zur vierten und

fünften Lebenswoche (LW) bei Küken, die auf Holzrosten gehalten wurden. Küken zeigten weniger Federpicken beim Zugang zu Langstroh als bei zur Verfügung stehenden Häckselstroh oder Polysterolblöcken. Beim Vergleich von Polysterolblöcken zu kleinen Polysterolperlen zeigten Küken mit letzterem Material mehr Federpicken. Ein Bereich mit Hobelspänen als Sandbadeareal zeigte keinen Einfluss auf Federpicken.

In der Untersuchung zu den Präferenzen verschiedener Substrate für Picken, Scharren und Staubbaden von SANOTRA et al. (1995) bevorzugten die Küken in den ersten Lebenswochen Sand vor Stroh und Hobelspäne vor Federn. Dabei zeigte sich auch, dass das aus den ersten Lebenswochen bekannte Substrat bei Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Materialien bevorzugt wird. Zugleich werden diese Präferenzen jedoch mit zunehmendem Alter durch spezifische Erfahrungen modifiziert. Ein höheres Risiko für Federpicken bei Einstreusubstraten, die farblich einen starken Kontrast zur Gefiederfarbe bilden und so bei im Gefieder befindlichen Einstreupartikeln stärker zum Bepicken animieren, konnten SAVORY und MANN (1999) nicht identifizieren.

Vor dem Hintergrund der Bedeutung des frühzeitigen Zugangs zu manipulierbarem Material zeigten bei HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) Küken, denen ab dem zehnten Lebenstag Sand bereitgestellt wurde, höhere Federpickraten als Küken mit Sandzugang ab dem ersten Lebenstag. Bei JOHNSEN et al. (1998) wurden die Legehennenküken in den ersten vier Lebenswochen auf Sand, auf Sand und Stroh oder auf Drahtgitterrosten aufgezogen und in der folgenden Aufzucht auf Sand und Stroh gehalten. Dabei zeigten die auf voll perforiertem Boden aufgezogenen Küken die stärksten Gefiederschäden, mehr Federpicken und höhere Kannibalismus bedingte Abgänge. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass der Zugang zu manipulierbarem Material in den ersten vier Lebenswochen einen entscheidenden Einfluss auf das spätere Auftreten von Federpicken hat. NICOL et al. (2001) dagegen konstatieren aus den Ergebnissen ihrer Untersuchung, dass vornehmlich der aktuelle Substratzugang entscheidend ist und weniger die Erfahrung aus den ersten Lebenswochen. Den auf Gitter gehaltenen Jung- und Legehennen wurden in verschiedenen Altern für unterschiedliche Dauer Hobelspäne als Einstreu zur Verfügung gestellt. Permanent auf Drahtgitter

gehaltene Hennen zeigten dabei erwartungsgemäß das stärkste Federpicken. Dass auf Hobelspäne gehaltene Legehennen mehr Bodenpicken und weniger Federpicken durchführen als auf Drahtgitter gehaltene Hennen, war jedoch unabhängig von der früheren Erfahrung. HUBER-EICHER und SEBÖ (2001) verglichen in Volierenaufzuchten die alleinige Haltung auf Kunststoffrosten in den ersten zwei Lebenswochen mit Gruppen, die während dieses Zeitraums bereits Zugang zu Hobelspänen bzw. Stroh hatten. In den anschließenden Lebenswochen hatten alle Gruppen Einstreuzugang. Bei Küken bzw. Junghennen mit Einstreuzugang ab dem ersten Lebenstag war in Woche fünf und 14 weniger Federpicken zu beobachten und die Gefiederschäden waren geringer als in der Kontrollvariante. In der Feldstudie von GUNNARSSON et al. (1999) stand ein frühzeitiger Einstreuzugang (bis vierte LW) im Zusammenhang mit einem geringeren Risiko für Federpicken in der späteren Legeperiode.

Zu dem Einfluss der Exposition mit Material zum Staubbaden und zur Futtersuche in der frühen Aufzuchtperiode auf Federpicken in der gesamten Aufzucht- und späteren Legeperiode existieren unterschiedliche Erkenntnisse. Dies ist insbesondere deshalb von besonderem Interesse, weil Küken bei der Aufzucht in kommerziellen Volierenanlagen zumeist in den ersten drei bis fünf Lebenswochen in den nicht geöffneten Volierensegmenten gehalten werden und erst danach Zugang zum Einstreubereich erhalten (POTTGÜTER et al., 2018). Die Gitterfläche als Boden in den Volierensegmenten wird dabei mit sog. Kükenpapier ausgelegt, um mit dem darauf platzierten Futter die Küken nach der Einstellung zur Futteraufnahme zu animieren, den Eintagsküken einen besseren Halt mit den sehr kleinen Ständern zu bieten und v.a. aber um den für eine erfolgreiche Immunisierung bei der Kokzidioseimpfung notwendigen Kotkontakt herzustellen (THIELE, 2008; LOHMANN TIERZUCHT, 2017; POTTGÜTER et al., 2018). Dieses Kükenpapier stellt mit den darauf befindlichen Futterpartikeln ein manipulierbares Material zur Beschäftigung der Küken dar (DE JONG et al., 2013; HELMER, 2017).

Auch die konkrete Fragestellung der Notwendigkeit einer partiellen Abdeckung der Gitterroste durch Kükenpapier in den kommerziellen Aufzuchtanlagen wurde wissenschaftlich bearbeitet. So standen die Untersuchungen von DE JONG et al. (2013) vor der Fragestellung, welche Auswirkungen die in Volierenställen übliche

einstreulose Aufzucht in den ersten Lebenswochen auf mögliche Verhaltensabweichungen hat. Hierzu wurden Küken (erste bis dritte LW) in den Versuchsgruppen auf Sand oder Hobelspänen und in den Kontrollgruppen auf Gitter, Papier oder Kükenpapier gehalten. Das Angebot von Einstreu in der frühen Aufzuchtphase stimulierte bodengerichtetes Picken. Im Alter von vier Wochen zeigten die Küken der eingestreuten Versuchsgruppen weniger sanftes Federpicken als die Küken auf Gitter und Papier. Später waren keine eindeutigen Effekte zwischen den Behandlungen mehr zu erkennen. Im Gefiederzustand zur 40. LW bestanden keine Differenzen zwischen den Varianten.

HELMER (2017) stellte in ihren Verhaltensbeobachtungen von Küken in geschlossenen Volierensegmenten (Drahtgitter) beim partiellen oder vollständigen Entfernen von Kükenpapier eine Reduktion des Futtersuchverhaltens und sofern kein zusätzliches BM bereitstand, auch einen Anstieg der Federpickrate fest. In der Feldstudie von TAHAMTANI et al. (2016) konnte die Aufzucht mit Kükenpapier im Volierenblock in den ersten fünf Lebenswochen im Vergleich zu in dieser Phase alleinig auf Drahtgitter aufgezogenen Küken in der späteren Legeperiode (30. LW) das Risiko für Gefiederschäden reduzieren.

2.2.2 Einfluss von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial

Der Einfluss zusätzlicher BM wurde sowohl in Käfigsystemen als auch in eingestreuten Haltungsverfahren analysiert. So nutzten auf Drahtgitter gehaltene Küken und Junghennen angebotene Schnüre sehr intensiv zur Beschäftigung, insbesondere, wenn sie sehr frühzeitig angeboten wurden (JONES und CARMICHAEL, 1999) und es sich um weiße Schnüre handelte (JONES et al., 2000). Bei MCADIE et al. (2005) wurden Weißlegerhennen in Käfighaltung die Schnüre permanent ab dem ersten Lebenstag, alle vier Wochen für 24 Stunden, permanent ab der 16. LW oder gar nicht bereitgestellt. Hennen in Käfigen mit dem Angebot der Schnüre zeigten in der 35. LW weniger Gefiederschäden als Hennen ohne diese zusätzliche Anreicherung, wobei keine Unterschiede im Gefiederzustand zwischen den unterschiedlichen Intensitäten der Bereitstellung bestanden. DIXON et al. (2010) beobachteten beim Vergleich verschiedener BM von Küken auf Drahtgitterhaltung die höchste Attraktivität und stärkste Reduktion

von Federpicken bei Futtermaterialien als Beschäftigungselement. Staubbäder und neuartige Objekte nahmen ein mittleres Niveau ein. Bei der Haltung ohne Umweltanreicherung war Federpicken am höchsten ausgeprägt. AERNI et al. (2000) prüften Weißleger mit oder ohne Zugang zu Langstroh bei der Fütterung von Pellet- oder Mashfutter. Starke Gefiederschäden konnten dabei nur bei mit Pellets gefütterten Hennen ohne Zugang zu Stroh festgestellt werden.

Verschiedene Autoren untersuchten die Auswirkungen eines Angebots von BM in eingestreuten Haltungssystemen (Tabelle 1). Grundsätzlich lassen sich die eingesetzten BM in drei Gruppen klassifizieren: 1) Gegenstände ohne Futteraufnahme- und Staubbademöglichkeit (z.B. Schnüre), 2) Substrate zur Futteraufnahme (z.B. Stroh, Luzerneballen, Silagen, Picksteine, Getreide in Einstreu) und 3) Einrichtungen mit Substraten zum Staubbaden. Picksteine sollen dabei zusätzlich dem Abrieb des Oberschnabelhorns dienen und somit eine weniger spitze Schnabelspitze erwirken (ICKEN et al., 2017) Für besonders geeignet als BM werden grundsätzlich Futtermaterialien angesehen (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; DIXON et al., 2010). McADIE et al. (2005) verglichen Küken einer auf hohes Federpicken selektierten Weißlegerlinie in Bodenhaltung in einer Kontrollgruppe ohne Schnüre mit Gruppen, die als Enrichmentmaßnahme Schnüre ab dem ersten Tag permanent bzw. für täglich vier Stunden oder ab dem 22. bzw. 52. Lebenstag erhielten. Im Zeitraum bis zur achten Woche war die stärkste Reduktion von Federpicken bei Bereitstellung ab dem ersten Lebenstag und die höchste Federpickrate bei der Kontrolle zu beobachten. Gruppen mit einem Zugang zu den Schnüren ab dem 22. oder 52. Tag wiesen eine intermediäre Ausprägung auf. In der Untersuchung von BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992) bekamen Legehennen während der Aufzucht in Bodenhaltung bei den Versuchsgruppen zusätzliches Stroh oder Getreide in die Einstreu, um die Auswirkungen auf die identisch in Bodenhaltung aufgestellten Legehennen zu identifizieren. Eine signifikante Reduktion der Gefiederschäden konnte nur durch die Gabe von Getreide in die Einstreu realisiert werden, nicht durch angebotenes Stroh. Die Autoren schlussfolgerten, dass eine Getreidegabe in die Einstreu während der Aufzucht das Picken und Scharren auf den Boden mit Einstreu lenkt und es damit auch in der späteren Legeperiode verhindern kann, dieses Picken auf die Federn anderer Hennen umzuleiten.

Tabelle 1: Zusammenfassung von Studien zu Auswirkungen von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial auf das Auftreten von Federpicken und Gefiederschäden in eingestreuten Haltungssystemen

Autoren	zusätzlich angebotenes BM	Alter / Phase	Hybridherkunft / Genetik	Wirkung auf Federpicken bzw. Gefiederschäden	Bewertung
MC ADIE et al. (2005)	Schnüre	Küken / Junghennen (1.-57. LT)	Weißleger (auf hohes Federpicken selektierte Linie Leghorn)	reduziert	positive Effekte bei Küken/Junghennen
ZEPP et al. (2017)	Picksteine und Luzerneballen	Küken / Junghennen (1.-17. LW)	Braunleger (Lohmann Brown)	reduziert	
BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992)	Stroh oder Getreide in Einstreu während Aufzucht	Küken – Legehennen (1.-42. LW)	Braunleger (Warren SSL)	in Legeperiode reduziert durch Getreidegabe	positive Effekte bei Jung- und Legehennen
NORGAARD-NIELSEN et al. (1993)	Sand und Torf in Aufzucht; Stroh in Legeperiode	Küken – Legehennen (1.-72. LW)	Weißleger (Lohmann Selected Leghorn)	in Legeperiode reduziert durch beide BM-Varianten	
STEENFELD et al. (2007)	Maissilage; Erbsen-Gersten-Silage; Möhren	Legehennen (16.-54. LW)	Braunleger (ISA brown)	reduziert durch alle BM-Varianten	
HARTCHER et al. (2015)	Schnüre; Hafer in Einstreu; tiefere Einstreu	Küken – Legehennen (1.-43. LW)	Braunleger (ISA brown)	keine Effekte der BM	keine konsistenten Effekte bei Jung- und Legehennen
FREYTAG et al. (2016)	Luzerneballen; Picksteine; Getreide in Einstreu; Picksteine und Getreide in Einstreu	Küken – Legehennen (1.-75. LW)	Braunleger (Lohmann Brown)	keine gleichgerichteten Effekte der BM	
CRONIN et al. (2018)	Stroh	Küken – Legehennen (1.-40. LW)	Braunleger (ISA brown)	in Legeperiode kein Effekt des BM	

BM = Beschäftigungsmaterial(ien), LT = Lebenstag, LW = Lebenswoche, ISA = Institute de Sélection Animale

Durch das Bereitstellen von zusätzlichem BM in Form von Maissilage, Erbsen-Gersten-Silage oder Möhren bei Braunlegern in Bodenhaltung konnten in der Untersuchung von STEENFELD et al. (2007) Federpicken und Gefiederschäden reduziert werden. Die Mortalität wurde bei den drei Versuchsvarianten im Vergleich zur Null-Kontrolle erheblich reduziert. Einschränkend für den Einsatz verderblicher Futtermittel (z.B. Silage) muss die Praktikabilität auf den Betrieb bei gleichzeitiger Sicherstellung der Tiergesundheit betrachtet werden, was speziell während der Aufzucht mit möglichen ernährungsphysiologischen Folgen zu beachten ist (STEENFELD et al., 2007). ZEPP et al. (2018) hielten Braunlegerküken in Volierenhaltung unter Produktionsbedingungen in Gruppen mit und ohne BM (Picksteine und Luzerneballen) bei hoher Besatzdichte sowie bei reduzierter Besatzdichte mit BM. Federpicken wurde reduziert durch das Angebot von BM und durch die Reduktion der Besatzdichte. Bei den von NORGAARD-NIELSEN et al. (1993) ausschließlich auf Stroh aufgezogenen Weißleger-Junghennen war in der späteren Legeperiode mehr Federpicken zu beobachten als bei Junghennen, die neben Stroh auch Sand und Torf als Substrate zum Sandbaden erhielten. Weiterhin konnte in der Legeperiode das Bereitstellen von mit Stroh gefüllten Körben als Beschäftigungselement die Zunahme der Gefiederschäden im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne diese Enrichmentmaßnahme signifikant reduzieren.

Neben den gezeigten Untersuchungen mit reduzierendem Effekt von BM bestehen auch folgend aufgezeigte Arbeiten, die solche positiven Effekte nicht identifizieren konnten. HARTCHER et al. (2015) untersuchten bei Braunlegern in Bodenhaltung mit einem zweifaktoriellen Ansatz den Einfluss von BM und Schnabelkupieren. Als Maßnahmen zur zusätzlichen Anreicherung der Haltungsumwelt kamen Schnüre, eine Hafergabe in die Einstreu oder eine tiefere Einstreu zum Einsatz. Den Gefiederzustand in der 43. LW als indirekten Parameter für stattgefundenes Federpicken konnten alle drei Beschäftigungsvarianten im Vergleich zur Kontrolle nicht verbessern. Dagegen reduzierte das Schnabelkupieren starkes Federpicken und Gefiederschäden.

Gleichsam fanden LUGMAIR (2009) und LAMBTON et al. (2010) in ihren Feldstudien ein höheres Risiko für Federpicken bei Herden mit Getreidegaben in die Einstreu. In einer weiteren Feldstudie verglichen FREYTAG et al. (2016) bei 100.000

Braunlegern in Volierenhaltung den Einfluss verschiedener Beschäftigungsvarianten (gepresste Luzerneballen, Picksteine, Getreidegabe in Einstreu, Picksteine plus Getreidegabe) gegenüber der Kontrolle ohne zusätzliches Enrichment während der Aufzucht und Legeperiode. Bezüglich der Mortalität zeigten sich in der Aufzucht keine Effekte durch das BM. In der Legeperiode waren die geringsten Tierverluste in den Gruppen ohne BM und bei Getreidegabe festzustellen. Bei allen Gruppen mit BM kam es verstärkt zu Problemen mit Erdrückungsverlusten. Die geringsten Gefiederschäden waren in der Gruppe mit Luzerneballen feststellbar, die stärksten Schäden bei Picksteinen bzw. Picksteinen plus Getreidegabe. Zugleich traten Hautverletzungen beim Einsatz von Luzerneballen seltener auf als bei den anderen Gruppen. Es gab keinen gleichgerichteten Effekt der Varianten mit BM zu geringeren Gefiederschäden und Hautverletzungen gegenüber der Kontrolle. Luzerneballen wurden von den im Scharraum befindlichen Hennen intensiver genutzt als Picksteine. CRONIN et al. (2018) prüften die Auswirkungen von BM und Umstellungsstress von Braunlegern in eingestreuten Abteilen mit Auslauf bei Jung- und Legehennen (1.-40. LW). Ab der sechsten LW standen Raufen mit Stroh zur Verfügung, bei der Kontrollgruppe Raufen ohne Substrat. Weiterhin wurde bei der Hälfte der Hennen in der 16. LW Umstellungsstress als praxisrelevanter Stressor simuliert. Als Effekt des BM zeigten die Verhaltensbeobachtungen zu allen Phasen mehr Bodenpicken, dagegen eine Reduktion des gegenseitigen Bepickens nur im Junghennen- und nicht im Legehennenalter. Dabei bewirkte der Zugang zum Langstroh keine signifikante Veränderung des Gefieders, tendenziell waren die Gefiederverluste jedoch geringer als in den Gruppen ohne Stroh. Die Mortalität war in den Strohgruppen signifikant höher als in der Kontrolle ohne Strohvorlage (10,5 % versus 6,0 %). Keine Effekte erwirkte die Bereitstellung des BM auf die Körpermasse, Legeleistung, den Bodeneieranteil und Futtermittelverbrauch sowie Feuchte und pH-Wert der Einstreu.

Auf Basis von wissenschaftlichen Erkenntnissen, aber v.a. auch aufgrund praktischer Erfahrungen existieren zum Einsatz von BM verschiedene Empfehlungen für die Legehennenhalter. Nicht übereinstimmend sind die Empfehlungen in der Frage, ob das BM bereits permanent präventiv eingesetzt werden soll oder erst dann, wenn sich in der Herde erste Anzeichen von

Federpicken abzeichnen. In den meisten Managementempfehlungen für die Aufzucht- und Haltung von Legehennen wird ein präventives Bereitstellen von BM wie z.B. Picksteinen, Heukörben, Luzerneballen, Safffuttermitteln, breitwürfige Getreidegaben zur Reduktion des Risikos von Federpicken empfohlen (GARRELFs et al., 2016; KEPPLER et al., 2017). Auch in der Empfehlung zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus des NIEDERSÄCHSISCHEN MINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017) bei Jung- und Legehennen wird ein permanentes Bereitstellen von zusätzlichem, veränderbarem BM empfohlen. Demnach soll in Volierenaufzuchten mit geschlossenen Volierensegmenten in den ersten Lebenswochen ab der Einstattung BM zur Verfügung stehen. Weiterhin konstatiert diese Empfehlung, dass auch in der Legeperiode den Hennen neben der Einstreu permanent weiteres veränderbares Material zur Verfügung zu stehen hat, da dies das Risiko für Federpicken und Kannibalismus deutlich mindere. SCHREITER und DAMME (2017) und POTTGÜTER et al. (2018) dagegen geben keine klare Empfehlung zum ständigen, vorbeugenden Bereitstellen von BM neben einer lockeren, scharffähigen Einstreu. Bei sich abzeichnendem Federpicken und/oder Kannibalismus wird dagegen übereinstimmend das Bereitstellen von zusätzlichem BM als geeignete Gegenmaßnahme empfohlen (GARRELFs et al., 2016; KEPPLER et al., 2017; SCHREITER und DAMME, 2017; POTTGÜTER et al., 2018).

2.3 Futtereinfluss auf Verhaltensstörungen

Im multifaktoriellen Ursachengefüge von Federpicken besitzt auch die Fütterung eine wesentliche Bedeutung. So hat neben der Futterform und –struktur v.a. die Versorgung mit bestimmten Nähr- und Wirkstoffen, wie Methionin, Cystein, Lysin, Natrium, Magnesium und Rohfaser einen Einfluss auf die Verhaltensabweichungen. Die Wirkung auf Pickschäden zeigte bei einzelnen Nähr-/Wirkstoffen eine Interaktion mit dem Genotyp (HUGHES und DUNCAN, 1972; CONSON und PETERSEN, 1986; AMBROSEN und PETERSEN, 1997).

In Bezug auf den Energiegehalt des Futters konnte ELWINGER (1981) feststellen, dass bei niedrigeren Energiekonzentrationen weniger Gefiederschäden zu verzeichnen sind. Dies wird vorrangig mit der höheren Futteraufnahme und der

damit verbundenen längeren Verweildauer für die Futteraufnahme in Verbindung gebracht. VAN KRIMPEN (2008) geht davon aus, dass eine im Vergleich zu den Standardgehalten um 10 % reduzierte Energiedichte zu weniger Federpicken führt, ohne dass mit nachteiligen Wirkungen auf Leistungsmerkmale zu rechnen sei.

Sehr niedrige Proteingehalte in Rationen ohne Zusatz von synthetischen Aminosäuren führten zu einer höheren Frequenz an Federpicken mit zugleich ansteigenden Abgangsraten (AMBROSEN und PETERSEN, 1997). Als mögliche Ursache für Federpicken wurde vielfach auch das Fehlen von tierischem Protein in den Futterrationen diskutiert. Bei adäquatem Ausgleich der Nähr- und Wirkstoffe war aber beim Vergleich mit rein pflanzlichen Rationen in mehreren Versuchen kein eindeutig positiver Effekt von tierischen Proteinquellen auf die Reduktion der Verhaltensstörungen bei Legehennen zu belegen (SAVORY et al., 1999; MCKEEGAN et al., 2001; VAN KRIMPEN et al., 2010).

Für die Federbildung sind v.a. die schwefelhaltigen, essentiellen Aminosäuren Methionin und Cystein von besonderer Bedeutung. Mit steigenden Methioningehalten im Futter konnte Beschädigungspicken reduziert bzw. der Gefiederscore verbessert werden (HUGHES und DUNCAN, 1972). VELIK et al. (2005) identifizierten bei ihrer Feldstudie zu Futtereigenschaften in Herden mit Federpicken eine Methioninunterversorgung als wichtigen Einflussfaktor auf die Schwere der Gefiederschäden. Auch für Lysin wurde mit steigenden Gehalten im Futter eine Verbesserung der Befiederung und weniger Federpicken festgestellt (CONSON und PETERSEN, 1986). AMBROSEN und PETERSEN (1997) beobachteten bei Rationen mit unterschiedlichem Lysin- und Methioninkonzentrationen neben Differenzen in der Gefiederqualität auch einen signifikanten Einfluss auf die Mortalität.

Mit höheren Rohfasergehalten konnte der Gefiederzustand von Legehennen durch Reduktion von Federpicken verbessert und Pickschäden an Haut und Zehen eingedämmt werden (HARTINI et al., 2002; VAN KRIMPEN et al., 2008; QAISRANI et al., 2013; ALBIKER und BIELER, 2015; PATT et al., 2018). Dagegen gibt es aber auch Versuche, in denen eine Erhöhung der Rohfasergehalte keine Reduktion der Tierverluste und Gefiederschäden bewirken konnte (ZWEIFEL et al., 2016). Durch rohfaserreiche Komponenten verdünnte Rationen verlängern

die Fressdauer und können die Futteraufnahme steigern (HARTINI et al., 2002; VAN KRIMPEN et al., 2008; QAISRANI et al., 2013; ALBIKER und BIELER, 2015). Grundsätzlich wird dabei davon ausgegangen, dass eine Verlängerung der Futteraufnahmedauer die Motivation zum Picken stärker befriedigen kann und damit das Risiko einer Umorientierung des Pickens auf Artgenossen sinkt (KJAER und BESSEI, 2013).

Problematisch erscheint zuweilen die Definition der relevanten Faserfraktionen, da zumindest die Rohfaser nicht alle für die physiologischen und Verhaltensaspekte verantwortlichen Faserkomponenten abdeckt (KÖNIG, 2017). So werden die Neutrale Detergentien Faser (NDF) und Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) nicht bzw. nur partiell von der Rohfaser erfasst (KÖNIG, 2017). Vermehrt werden unlösliche Faserfraktionen, die beispielsweise aus Cellulose oder Federmehl stammen, als Einflussgröße auf Federpicken und Pickschäden der Haut beschrieben (KRIEGSEIS et al., 2012). HARTINI et al. (2002) reduzierten Kannibalismus sowohl durch Rationen mit unlöslicher Faser, als auch mit gerstenbasierten Rationen mit löslicher Faser. Der Effekt von faserartigem Material auf das Verhalten wird durch eine längere Futteraufnahmedauer, verlängerte Darmpassage und somit länger anhaltendem Sättigungsgefühl erklärt (KJAER und BESSEI, 2013). Dabei haben aufgenommene Federn eine ähnliche Wirkung auf den Magen-Darmtrakt wie unlösliche Rohfaser (HARLANDER-MATAUSCHEK et al., 2006).

Weiterhin sind auch Mineralstoffe im Zusammenhang mit Verhaltensstörungen relevant. Ein Defizit an Natrium wird dabei als möglicher Auslöser für Federpicken und Beschädigungspicken betrachtet (COOKE, 1992), da bei einem Mangel die Impulsübertragung im Nervengewebe als wichtige Funktion von Natrium nicht mehr voll funktionsfähig erscheint (JEROCH et al., 2013). Als Sofortmaßnahme bei akutem Feder- und/oder Kloakenpicken wird die Supplementierung von Natrium (NaCl) über das Trinkwasser empfohlen (SPINDLER et al., 2016), was in Feldstudien in Kombination mit anderen Maßnahmen auch zur Reduktion der Verhaltensstörungen führte (SEPEUR, 2016).

Für den Einfluss von Magnesium als weiteres Mengenelement bestehen wenige, aber voneinander abweichende Ergebnisse. Magnesium besitzt wichtige Funktionen bei der Erregbarkeit des Nervensystems (JEROCH et al., 2013). In

älteren Untersuchungen (SCHAIBLE et al., 1947) konnte der Zusatz von Magnesiumsulfat die Verluste aufgrund von Pickschäden und Federpicken reduzieren. HADORN et al. (2001) konnten hingegen keine signifikante Reduktion der Gefiederschäden und Mortalität bei Magnesiumsupplementierung feststellen. In der Variante mit den höheren Magnesiumgehalten war die Mortalität jedoch tendenziell niedriger. Magnesiumgaben über das Trinkwasser werden bei Kannibalmusausbrüchen empfohlen, um die Hennen zu beruhigen und die Situation zu entspannen (SEPEUR, 2016; SPINDLER et al., 2016). Als problematisch gilt jedoch die laxierende Wirkung von anorganischem Magnesium (SCHOLTYSSSEK, 1987). Ein klarer Einfluss von Spurenelementen auf die Inzidenz der beiden Verhaltensstörungen konnte bisher nicht nachgewiesen werden (KJAER und BESSEI, 2013).

2.4 Ziele der Arbeit

Vor dem Hintergrund, dass Federpicken dem Futtersuch- und Nahrungsaufnahmeverhalten zugeordnet wird, ist die Bereitstellung von manipulierbarem Material in der Haltungsumwelt ein Ansatz, das Auftreten von Federpicken zu reduzieren. Ein reduzierender Effekt von Enrichment und Einstreusubstrat in reizarmer Käfigumwelt gilt als gesichert. Zum Einfluss von zusätzlichem BM in eingestreuten, alternativen Haltungssystemen, wie sie in Nordwesteuropa dominieren, bestehen dagegen keine konsistenten Ergebnisse. Damit war es Ziel der ersten Studie dieser Arbeit, die Auswirkungen eines Angebots von BM auf die Leistung und das Auftreten von Federpicken bei Jung- und Legehennen in Bodenhaltung zu prüfen. Im Fokus stand dabei die Fragestellung, ob dadurch Auftreten und Schwere von Federpicken reduziert werden kann. Weiterhin war zu untersuchen, welche Stellung dabei das Angebot dieser Materialien in der Aufzucht und eine Änderung der Bereitstellung zwischen Aufzucht und Legeperiode einnehmen. Als Hypothesen für die Untersuchung wurden generiert: 1) Durch das Angebot von BM wird der Anteil an starken Gefiederschäden in der 48. LW reduziert. 2) Die Bereitstellung der BM führt zu einer Steigerung der Legeleistung, des Eigewichts und/oder zu einer Reduktion der Tierverluste. 3) Ein phasenweises Angebot von BM (Aufzucht oder

Legeperiode) reduziert die Gefiederschäden ebenso wie eine permanente Bereitstellung von BM.

Auf Grundlage der in der Literatur beschriebenen, reduzierenden Effekte bei Zulagen von Lysin, Methionin, Natrium, Magnesium und Rohfaser bzw. der Absenkung des Energiegehalts auf das Auftreten von Verhaltensstörungen sollte in der zweiten Studie geprüft werden, ob ein in mehreren Inhaltsstoffen modifiziertes Legehennenfutter die beschriebenen Effekte auf das Integument erzielen kann. Ziel dieser Untersuchung war es dabei, den Einfluss der bezüglich Verhaltensstörungen optimierten Futterration auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus im Vergleich zu einer Standardration zu prüfen. Als Studienhypothesen wurden generiert: 1) Mit dem Einsatz des speziell konzipierten Futters reduziert sich der Anteil an starken Gefiederschäden in der 72. LW. 2) Durch die spezielle Futterzusammensetzung werden der Futterverbrauch und die Legeleistung erhöht und/oder die Tierverluste reduziert.

3 Material und Methoden

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zwei Studien mit Jung- und Legehennen am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung in Kitzingen/D durchgeführt.

3.1 Studie zum Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen

Die Studie mit Schnabel unkupierten Jung- und Legehennen wurde von Oktober 2017 bis September 2018 durchgeführt. In einem Durchgang wurde bei Weiß- und Braunlegern der Einfluss des Vorhandenseins von BM auf die biologische Leistung, Tierentwicklung und die Inzidenz von Verhaltensstörungen untersucht.

3.1.1 Aufstallung und Management während der Aufzucht

Der Stall der Untersuchung war mit einer zwei-etagigen Volierenanlage (Natura Filia, Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) ausgerüstet und in 16 baugleiche Abteile gegliedert (Abbildung 1 und Abbildung 4). Dabei befanden sich in Stalllängsrichtung zwei Volierenstränge mit jeweils acht Abteilen. Beidseitig der Volierenstränge schloss sich jeweils ein Scharrbereich (mittig und außen) an, der zugleich auch als Kontroll- und Bedienungsgang diente. Anflugstangen und Aufstiegsleitern erleichterten den Wechsel zwischen Gitter- und Scharrbereich. Jedes der Abteile verfügte über eine Nutzfläche von 12,9 m², davon 6,6 m² als Gitter und 6,3 m² als eingestreute Scharrfläche. Unter den Gittern der Volierenetagen befanden sich Kotbänder zur periodischen Entmistung. In den Volierensegmenten befanden sich auf jeder Etage ein Flachkettenfütterungskreis zur Futtersorgung und eine Tränknippelleitung zur Wasserversorgung. Die Höhe der Tränknippelleitung wurde der Tiergröße im Verlauf der Aufzucht angepasst. Die Beleuchtung des Stallinneren erfolgte durch im Hochfrequenzbereich arbeitende LED-Lichtschläuche, die in Stalllängsrichtung mittig über jeden Scharrbereich angebracht waren und zudem in der unteren Volierenetage. Gasstrahler dienten der Heizung des Stalles zum Erreichen der

korrekten Lufttemperatur entsprechend der Managementempfehlungen (LOHMANN TIERZUCHT, 2017).



Abbildung 1: Teilansicht eines Abteils mit Weißlegern (A) und Braunlegern (B) im Aufzuchtstall mit zwei-etagiger Volierenanlage und Einstreubereich

Das Platzangebot und Angebot an Versorgungseinrichtungen auf Basis eines Abteils mit 250 eingestellten Küken ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Angebot an Platz und Versorgungseinrichtungen in der Aufzuchtperiode

Kriterium	je Abteil	je eingestelltes Tier
Platzangebot	12,9 m ²	516 cm ² (19,4 Tiere/m ²)
davon Gitterfläche	6,6 m ²	265 cm ²
davon Scharrfläche	6,3 m ²	251 cm ²
Sitzstangenangebot	35,2 m	14,1 cm
Fressfläche	1,5 m	4,6 cm
Trinkwassernippel	20 Stück	0,08 Stück (12,5 Tiere/Trinknippel)

Je Abteil wurden am ersten Lebenstag 250 Küken in die untere Volierebene eingestallt. Am achten Lebenstag wurde die Hälfte der Tiere je Abteil in die obere Volierebene umgesetzt. In den Volierensegmenten wurde 80% der Gitterfläche vor der Einstellung mit Kükenpapier (Rollenwellpappe, REKA Wellpappenwerke,

Kitzingen/D) ausgelegt, welches zum Ende der fünften LW entfernt wurde. Mit dem Kükenpapier wurde der Kotkontakt gewährleistet, der zur Herstellung einer belastbaren Immunität bei der Kokzidioseimpfung (siehe Tabelle 5) notwendig ist. Weiterhin wurde auf das Kükenpapier vom ersten bis achten Lebenstag Kükenstarterfutter (siehe Tabelle 4) aufgebracht, um die Küken zur Futteraufnahme zu animieren. Am 35. Lebenstag wurden die Volierensegmente geöffnet und damit der Zugang zum mit Weichholzhobelspänen eingestreuten Bodenbereich gewährleistet. Zur Aufrechterhaltung einer attraktiven, lockeren Einstreu wurde der Einstreubereich im Zwei-Wochen-Turnus mit identischen Mengen in jedem Abteil mit Weichholzhobelspänen (Premiumspan®, Hobelspanverarbeitung GmbH, Dittersdorf/D) nachgestreut.

3.1.2 Aufstallung und Management während der Legeperiode

In der 19. LW wurden die Hennen in den Legestall umgestallt. Die Hennen wurden in einem Stall mit thermostatisch geregelter Unterdrucklüftung und Sprühkühlung (Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) sowie abgedunkelten Fenstern in 44 Abteilen mit einer Grundfläche von jeweils 4,07 m² gehalten. Jedes Abteil mit 30 Anfangshennen (AH) war mit einem Vorratsfuttertrog (Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D), Nippeltränkenstrang (Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) und Familiennest mit Astroturfmatte (VencoTec GmbH, Holzheim/D) sowie Sitzstangen (Eigenbau aus Holz, rechteckiger Querschnitt, 4 x 5 cm) ausgestattet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Angebot an Platz und Versorgungseinrichtungen in der Legeperiode

Kriterium	je Abteil	je eingestalltes Tier
Platzangebot	4,07 m ²	1.356 cm ² (7,4 Tiere/m ²)
davon Gitterfläche	2,71 m ²	903 cm ²
davon Scharrfläche	1,36 m ²	453 cm ²
Sitzstangenangebot	4,5 m	15 cm
Fressfläche am Rundtrog	0,155 m	5,2 cm
Trinkwassernippel	3 Stück	0,1 Stück (10 Tiere/Trinknippel)
Nestangebot	0,44 m ²	147 cm ² (68,2 Tiere/m ²)

Ein Drittel der Nutzfläche wurde mit Weichholzhobelspänen (Premiumspan[®], Hobelspanverarbeitung GmbH, Dittersdorf/D) eingestreut, zwei Drittel lagen als perforierter Boden (Metallroste) mit darunterliegendem Entmistungsband (Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) vor. Die Entmistung erfolgte einmal wöchentlich. An der Decke des Mittelgangs im Stall angebrachte Hochfrequenzleuchten (HF-Wannenleuchte, Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) dienten der Beleuchtung des Stallgebäudes.



Abbildung 2: Abteile im Legestall mit perforierter Fläche und vorgelagertem Scharrraum (A) und Teilansicht eines Abteils mit Alimentationseinrichtung und Familiennest (B)

3.1.3 Fütterung, Licht- und Impfprogramm

Zur bedarfsorientierten Fütterung kam in der Junghennenaufzucht ein vierphasiges Futterprogramm mit mashförmigem Kükenstarterfutter (Bonimal GK Starter), Küken-Alleinfutter (Bonimal GK KAM) und Junghennen-Alleinfutter (Bonimal GK JAM) sowie nach der Umstallung bereits im Legestall Vorlegefutter (Bonimal GK Vorlegemehl) zum Einsatz (alle Futter von Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG, Regensburg/D). Ab der 21. LW wurde ein für die Phase-Eins konzipiertes Legehennen-Alleinfutter (Bonimal GK LAM 44, Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG, Regensburg/D) bis zum Studienende gefüttert. Die in Tabelle 4 aufgeführten Gehalte an Nähr- und Wirkstoffen orientierten sich an aktuellen Empfehlungen (LOHMANN TIERZUCHT, 2017). Aufgrund der beobachteten Gefiederschäden infolge von Federpicken wurde nach tierärztlicher Absprache in der zwölften LW allen Tieren zur zusätzlichen Vitamin- und Aminosäurenversorgung über sechs Tage das

Ergänzungsfuttermittel Jecuplex (Veyx-Pharma GmbH, Schwarzenborn/D) über das Tränkwasser (2 ml/Liter Wasser) verabreicht.

Tabelle 4: Wertbestimmende Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel

Inhaltsstoff	Einheit	Kükenstarter -Alleinfutter	Küken- Alleinfutter	Junghennen- Alleinfutter	Vorlege- Alleinfutter	Legehennen- Alleinfutter
<i>Altersphase</i>	<i>LW</i>	<i>1.-2.</i>	<i>3.-10.</i>	<i>11.-18.</i>	<i>19.-20.</i>	<i>21.-48.</i>
AME _N ¹	MJ/kg	12,0	11,4	11,4	11,4	11,6
Rohprotein	%	20,0	18,5	15,5	17,5	18,0
Rohfaser	%	3,2	4,4	4,6	4,8	4,0
Lysin	%	1,22	1,02	0,70	0,85	0,88
Methionin	%	0,48	0,40	0,34	0,38	0,44
Calcium	%	1,1	1,0	0,9	2,0	3,7
Phosphor	%	0,65	0,60	0,50	0,55	0,55
Natrium	%	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

¹: AME_N = stickstoffkorrigierte, scheinbare umsetzbare Energie; LW = Lebenswoche(n)

Zur gezielten Steuerung der Tierentwicklung und Legereife kam ein geregeltes Step-Down-Step-Up-Lichtprogramm in Anlehnung an die aktuellen Managementempfehlungen (LOHMANN TIERZUCHT, 2017) zum Einsatz (Abbildung 3). Dabei waren die Fensterflächen im Aufzucht- und Legestall verdunkelt.

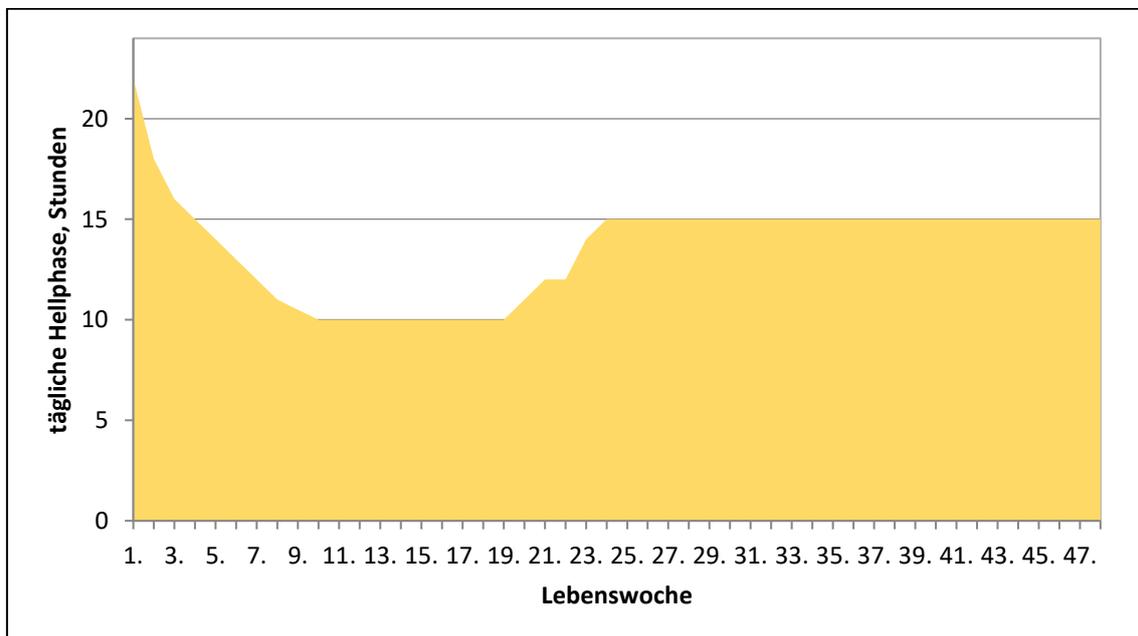


Abbildung 3: Durchgeführtes Lichtprogramm in der Aufzucht und Legeperiode

Die Stalltemperaturen und relative Luftfeuchtigkeit im Stallraum für die Aufzucht- und Legeperiode werden in Abbildung 42 (Anhang Seite 145) dargestellt. Zur Sicherstellung einer stabilen Tiergesundheit in der späteren Legeperiode und zur

Reduktion von Tierverlusten erfolgte ein dem Bestand, der Region und der vorgesehenen Nutzung angepasstes Impfprogramm (Tabelle 5).

Tabelle 5: Eingesetzte Impfstoffe während der Aufzucht

Impfung	Applikationsform	Alter der Tiere	Impfstoff (Hersteller)
Mareksche Krankheit	Injektion	1. LT	Nobilis Rismavac® + CA126 (MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim/D)
Kokzidiose	Spray	1. LT	Paracox® 8 (MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim/D)
Salmonella Enteritidis	Trinkwasser	1. LW	AviPro Salmonella vac E (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Salmonella Typhimurium	Trinkwasser	1. LW	AviPro Salmonella vac T (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Gumboro	Trinkwasser	3. LW	AviPro Gumboro vac (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Infektiöse Bronchitis / Newcastle Disease	Trinkwasser	4. LW	Nobilis® Ma5 + Clone 30 (MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim/D)
Salmonella Enteritidis	Trinkwasser	7. LW	AviPro Salmonella vac E (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Salmonella Typhimurium	Trinkwasser	7. LW	AviPro Salmonella vac T (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Newcastle Disease	Trinkwasser	8. LW	AviPro ND Lasota (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Infektiöse Bronchitis	Trinkwasser	9. LW	Nobilis® IB Ma5 (MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim/D)
Aviäre Enzephalomyelitis	Trinkwasser	11. LW	AviPro AE (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Infektiöse Bronchitis	Trinkwasser	14. LW	AviPro IB H52 (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Newcastle Disease	Trinkwasser	16. LW	AviPro ND Lasota (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Salmonella Enteritidis	Trinkwasser	18. LW	AviPro Salmonella vac E (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Salmonella Typhimurium	Trinkwasser	18. LW	AviPro Salmonella vac T (Elanco Animal Health, Bad Homburg/D)
Salmonella Enteritidis / Salmonella Typhimurium	Injektion	20. LW	Nobilis® Salenvac T (MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim/D)
Newcastle Disease / Infektiöse Bronchitis / Egg Drop Syndrom / Aviäre Pneumovirusinfektion	Injektion	20. LW	Gallimune 407 ND+IB+EDS+ART (Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim/D)

LT = Lebenstag LW = Lebenswoche(n)

3.1.4 Tiere und Studiendesign

Für die Untersuchung wurden 2.000 Eintagsküken der Weißleger-Hybridherkunft Lohmann Selected Leghorn classic (LSL, Lohmann Tierzucht, Cuxhaven/D) und 2.000 Küken der brauneilegenden Hybridherkunft Lohmann Brown classic (LB, Lohmann Tierzucht, Cuxhaven/D) in den Aufzuchtstall eingestallt. Der Bezug der Küken erfolgte über die Brüterei LSL Rhein Main (Dieburg/D). Die Zuordnung der Abteile im Aufzuchtstall erfolgte für die Hybridherkunft alternierend und für die

Studienvariante geblockt (Abbildung 4). Die Belegung der Abteile erfolgte in chronologischer Reihenfolge der angelieferten Küken bis die Anzahl von 250 Küken je Abteil erreicht wurde. Daraufhin wurde das folgende Abteil belegt.

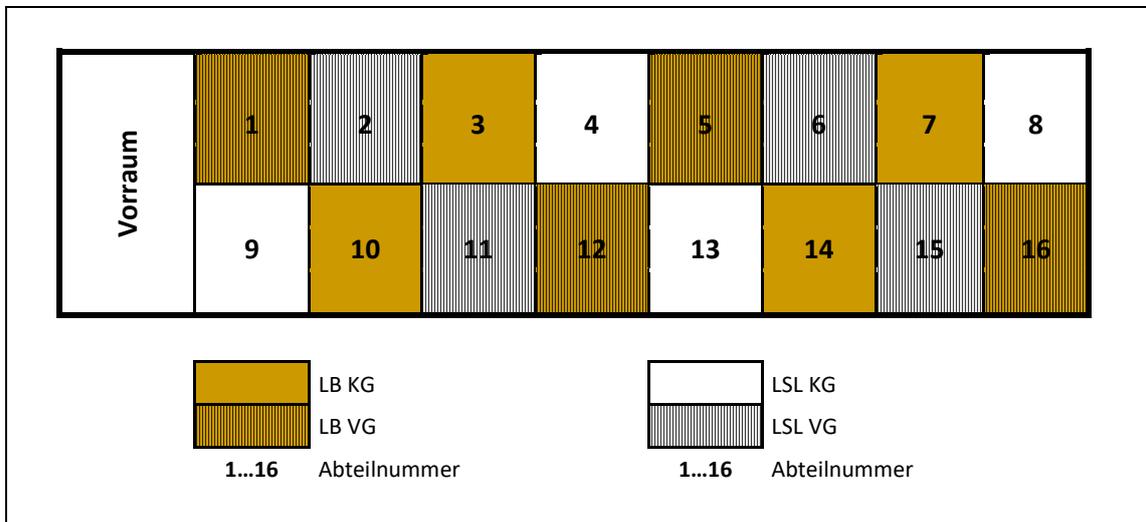


Abbildung 4: Verteilung der Varianten im Aufzuchtstall

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial)

Die Berechnung des Stichprobenumfangs je Variante in der Aufzucht erfolgte mit einem webbasierten Tool (<http://imsieweb.uni-koeln.de/beratung/rechner/t2.html>). Innerhalb der Merkmale mit dem Abteil als Beobachtungseinheit wurde die Körpermasse als Hauptzielgröße gewählt, wobei die zur Berechnung erforderlichen Parameter auf Basis eigener Voruntersuchungen gewählt wurden. So war eine Stichprobengröße von vier Abteilen notwendig, um Differenzen in der Körpermasse von 1.000 g und 970 g bei einer Standardabweichung von 15 g mit einer statistischen Power von 0,80 und einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ nachzuweisen. Bei vier Varianten (zwei Herkünfte * zwei BM-Varianten) in der Untersuchung standen in der Aufzuchtperiode vier Wiederholungen je Variante zur Verfügung (Tabelle 6). Bei beiden Hybridherkünften wurden zwei im Hinblick auf das Bereitstellen von BM verschiedene Behandlungsvarianten untersucht, womit ein 2 x 2 faktorieller Studienansatz in der Aufzucht gewählt wurde (Hybridherkunft, BM).

Tabelle 6: Übersicht zu den Varianten in der Junghennen-Aufzucht

Variante	Hybridherkunft	Beschäftigungsmaterial (Luzerneblock + Pickstein)	Tiere/ Abteil	Abteile/ Variante	Tiere/ Variante
LB KG	LB	nein	250	4	1.000
LB VG	LB	ja	250	4	1.000
LSL KG	LSL	nein	250	4	1.000
LSL VG	LSL	ja	250	4	1.000

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial)

Der Kontrollgruppe (KG) stand neben dem Kükenpapier bzw. dem Einstreumaterial kein weiteres BM zur Verfügung. In der Versuchsgruppe (VG) dagegen stand den Tieren ab dem ersten Lebenstag zusätzliches BM als Enrichment zur Verfügung. Als BM wurden Picksteine und gepresste Luzerneblöcke verwendet. Dabei kamen die Picksteine Vilolith® medium (Deutsche Vilomix Tierernährung GmbH, Neuenkirchen-Vörden/D) sowie während der gesamten Aufzucht hartgepresste Luzerneblöcke (Einstreuprofi, Seelingstädt/D) zum Einsatz (Abbildung 5).



Abbildung 5: In den ersten Lebenswochen wurde das Beschäftigungsmaterial (grüner Pfeil – Luzerneblock, blauer Pfeil – Pickstein) im Volierensegment auf dem mit Kükenpapier abgedeckten Gitterbereich bereitgestellt (A), später im Einstreubereich (B)

Die BM standen den Tieren ad libitum zur Verfügung und wurden kurz vor dem vollständigen Verzehr im Abteil erneuert. In der Phase mit geschlossenen Volierensegmenten (erste bis fünfte LW) standen Pickstein und Luzerneblock in einer flachen Futterschale (Futterteller, Siepmann GmbH, Herdecke/D) zur Verfügung. Mit Beginn des Zugangs zum Einstreubereich standen parallel auch dort beide Materialien zur Verfügung, ab der achten LW ausschließlich im

Einstreubereich. Je Abteil waren den Tieren permanent zwei Picksteine und vier Luzerneblöcke zugänglich.

Mit der Umstallung in den Legestall nach Abschluss der 18. LW erfolgte bei jeder Herkunft ein Aufsplitten der zwei Enrichmentvarianten der Aufzucht (Beschäftigung ja / nein) in wiederum zwei Enrichmentvarianten während der Legeperiode (Beschäftigung ja / nein). Die Berechnung des notwendigen Stichprobenumfangs je Variante in der Legeperiode erfolgte mit einem webbasierten Tool (<http://imsieweb.uni-koeln.de/beratung/rechner/t2.html>). Innerhalb der Merkmale mit dem Abteil als Beobachtungseinheit wurde die Legeleistung je Durchschnittshenne (DH) als Hauptzielgröße gewählt, wobei die zur Berechnung erforderlichen Parameter auf Basis eigener Voruntersuchungen getätigt wurden. So war eine Stichprobengröße von mindestens fünf Abteilen notwendig, um Differenzen in der Legeleistung je DH von 88 % und 93 % bei einer Standardabweichung von 2,8 % mit einer statistischen Power von 0,80 und einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ nachzuweisen. Deshalb wurde die Untersuchung mit fünf bzw. sechs Wiederholungen je Herkunft und Variante durchgeführt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Übersicht zu den Varianten in der Legeperiode

Variante	Hybrid-herkunft	Beschäftigungsmaterial (Luzerneblock + Pickstein)		Tiere/ Abteil	Abteile/ Variante	Tiere/ Variante
		in der Aufzucht	in der Legeperiode			
LB V1 (-/-)	LB	nein	nein	30	5	150
LB V2 (+/-)	LB	ja	nein	30	6	180
LB V3 (-/+)	LB	nein	ja	30	6	180
LB V4 (+/+)	LB	ja	ja	30	5	150
LSL V1 (-/-)	LSL	nein	nein	30	6	180
LSL V2 (+/-)	LSL	ja	nein	30	5	150
LSL V3 (-/+)	LSL	nein	ja	30	5	150
LSL V4 (+/+)	LSL	ja	ja	30	6	180

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer)

Den Varianten 3 und 4 stand im Scharrraum ab dem Tag der Einstallung über den gesamten Untersuchungszeitraum BM zur Verfügung. Dabei hatten die Hennen eines Abteils permanent Zugang zu einem Pickstein (Vilolith® hart, Deutsche Vilomix Tierernährung GmbH, Neuenkirchen-Vörden/D) und einem

hartgepressten Luzerneblock (Einstreuprofi, Seelingstädt/D). Kurz vor dem Aufbrauchen des BM wurde es erneuert. Dabei wurde ein standardmäßig 10 kg schwerer Pickstein mittels Winkelschleifer (GWS 13-125, Robert Bosch GmbH, Leinfelden-Echterdingen/D) in vier Teile getrennt und je Abteil eines dieser Pickstein-Teile eingebracht, um ein zu langes Verweilen mit starker Kotverschmutzung des Picksteins in den Abteilen mit 30 Hennen zu verhindern. Die Zusammensetzung und analytischen Bestandteile der Picksteine sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8: Analytische Bestandteile und Zusammensetzung der eingesetzten Picksteine

Parameter	Einheit	Pickstein Aufzucht	Pickstein Legeperiode
<i>Bezeichnung</i>		<i>VIOLith® Pickstein medium</i>	<i>VIOLith® Pickstein hart</i>
Salzsäure unlösliche Asche	g/kg	35	34
Calcium	g/kg	210	215
Phosphor	g/kg	45	43
Natrium	g/kg	60	50
Magnesium	g/kg	25	25
ernährungs-physiologische Zusatzstoffe	je kg	90 mg Kupfer als Kupfer-(II)-sulfat Pentahydrat, 480 mg Mangan als Mangan-(II)-oxid, 600 mg Zink als Zinkoxid, 12 mg Jod als Calciumjodat, 5 mg Selen als Natriumselenit	90 mg Kupfer als Kupfer-(II)-sulfat Pentahydrat, 480 mg Mangan als Mangan-(II)-oxid, 600 mg Zink als Zinkoxid, 12 mg Jod als Calciumjodat, 5 mg Selen als Natriumselenit
Zusammensetzung		Calciumcarbonat, Natriumchlorid, Monocalciumphosphat, Calcium-Natriumphosphat, Magnesiumoxid, Magnesiumsulfat, Weizengrießkleie	Calciumcarbonat, Natriumchlorid, Monocalciumphosphat, Natriumphosphat, Magnesiumoxid, Weizen, Magnesiumsulfat, Weizengrießkleie

Jeweils 660 LB- und LSL-Junghennen wurden in die 44 Lege-Abteile eingestallt. Die Zuordnung der Abteile im Aufzuchtstall erfolgte für die Hybridherkunft alternierend und für die Studienvariante geblockt (Abbildung 6). Die Belegung der Abteile erfolgte in chronologischer Reihenfolge der Ausstallung der Junghennen aus dem Aufzuchtstall bis die Anzahl von 30 Hennen je Legeabteil erreicht war. Daraufhin wurde das folgende Abteil der jeweiligen Studienvariante belegt. In ein Legeabteil kamen dabei ausschließlich Hennen des gleichen Aufzuchtabteils.

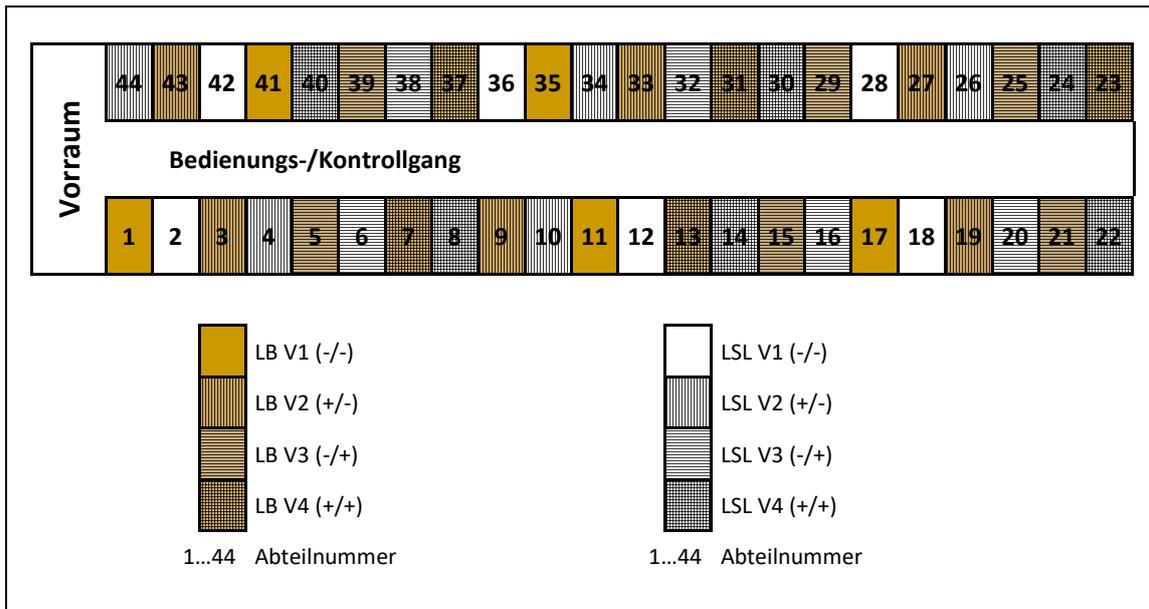


Abbildung 6: Verteilung der Varianten im Legestall

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer)

3.1.5 Datenerfassung

Im Rahmen der Datenerfassung der Studie wurden Merkmale zur Körpermasse, biologischen Leistung, Eiquantität, den Tierverlusten, dem Verbrauch an BM, der Schlachtkörperzusammensetzung und dem Integumentzustand erhoben (Abbildung 7). Während der Aufzuchtperiode (erste bis 18. LW) wurde der Futterverbrauch für 14-Tage-Perioden durch Mengenerfassung via Fütterungscomputer (Fancom 743, Fancom, Panningen/NL) und manueller Rückwaage (Waage: Defender 3000, Ohaus, Parsippany/USA) am Periodenende für jedes Abteil bestimmt. In der Legeperiode wurde der Futterverbrauch ab der 21. LW durch laufende Zu- und Rückwaage (Waage: Defender 3000, Ohaus, Parsippany/USA) in Vier-Wochenperioden ermittelt. Alle bereitgestellten Picksteine und Luzerneblöcke wurden mengenmäßig erfasst, abgewogen (Waage: DE6 K2N, Kern, Balingen/D) und mit Datum dem einzelnen Abteil zugeordnet. Tierverluste wurden täglich registriert. Verendete Hennen mit Verletzungen der Haut wurden als Abgang aufgrund von Hautkannibalismus eingeordnet, wenn die Verletzungen blutig gefärbt bzw. das umliegende Gefieder blutverschmiert waren. Verendete Hennen mit Verletzungen der Zehen wurden als Abgang aufgrund von Zehenkannibalismus eingeordnet.

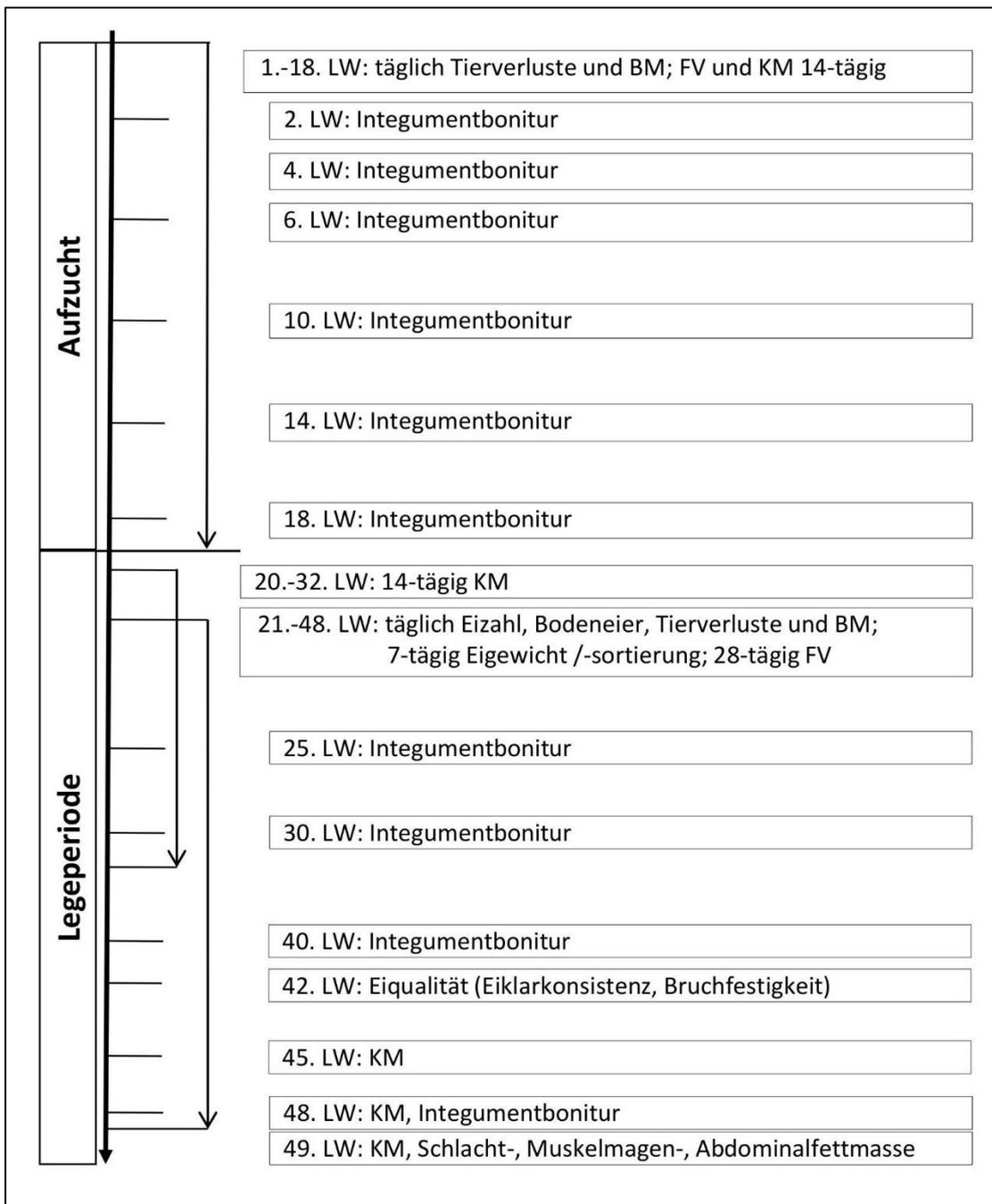


Abbildung 7: Übersicht zur Datenerfassung während der Studiendauer

LW = Lebenswoche(n), BM = Beschäftigungsmaterial(ien), FV = Futtermittelverbrauch, KM = Körpermasse; ergänzende Übersicht zu den Datensätzen je Erhebungszeitpunkt für Bonitur und Wiegung in der Legeperiode in Tabelle 22

Die Körpermasse der Tiere wurde während der Aufzucht in der zweiten, sechsten, zehnten, 14. und 18. LW gruppenweise (Waage: Defender 3000, Ohaus, Parsippany/USA) von 40 Tieren je Abteil (je zehn Hennen aus der unteren und oberen Volierebene, aus dem mittleren und außenliegenden Scharrraum) ermittelt (je Herkunft und Variante vier Abteile, 160 Tiere). In der vierten, achten, zwölften und 16. LW wurde die Einzeltiermasse mit der Waage Flexscale (Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) von 50 Tieren je Abteil

erhoben (je Herkunft und Variante vier Abteile, 200 Tiere). Zugleich wurde anhand dieser Einzeltiermassen die Uniformität für jedes Abteil berechnet. Die Uniformität gibt dabei an, welcher Anteil der in einer Stichprobe gewogenen Tiere bezüglich der Körpermasse im Bereich von $\pm 10\%$ zum arithmetischen Mittel der Stichprobe liegen (JEROCH und MÜLLER, 2018).

In der Legeperiode wurden zur 20., 22., 24., 26., 28. und 32. LW gruppenweise die Körpermasse aller anwesenden Hennen von zwei Abteilen (16 Abteile/Erhebungszeitpunkt) mittels der Tischwaage Defender 3000 (Ohaus, Parsippany/USA) erhoben. Einzeltiermassen wurden zur 48. LW von allen Hennen der Studie (44 Abteile) sowie zur 30. und 45. LW von allen Hennen von vier Abteilen je Variante (gesamt 32 Abteile je Erhebungszeitpunkt) erfasst (FlexScale, Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D). Die Anzahl der zu den einzelnen Zeitpunkten gewogenen Tiere nach Herkunft und Variante befindet sich in Tabelle 22. Aus der ermittelten Körpermasse wurde auch die metabolische Körpermasse ($\text{Körpermasse}^{0,75}$) nach JEROCH et al. (2013) berechnet.

Für jedes Abteil wurde während der Legeperiode die Eianzahl täglich erfasst, separat davon die Anzahl der in der Einstreu befindlichen Eier (Bodeneier). Die Sortierung der Eier nach Eigewichtsklassen, Schmutz- und Knickeier nach VO EG 589/2008 (Sortiermaschine Staalkat Inter, Staalkat International, Aalten/NL) sowie die Bestimmung des durchschnittlichen Eigewichts erfolgte wöchentlich an einem Tagesgelege jedes Abteils mittels Digitalwaage (Kern DE6 K2N, Kern, Balingen/D). Der IOFC (income over feed costs = Eierlös abzüglich Futterkosten) wurde für jedes Abteil nach DAMME et al. (2018) mit Mischfutterkosten von 26,00 € / dt und folgenden Erlösen berechnet: S-Eier: 5,20 Cent/Ei, M-Eier: 7,05 Cent/Ei, L-Eier: 7,63 Cent/Ei, XL-Eier: 12,50 Cent/Ei (MARKTINFO EIER UND GEFLÜGEL, 2017). Weiterhin wurde als ökonomischer Parameter ein IOFEC (income over feed and enrichment costs = Eierlös abzüglich Futterkosten und Kosten für zusätzliches BM) kalkuliert, der neben den Futterkosten auch die Kosten für das BM berücksichtigt (IOFEC = IOFC - Kosten für BM während der Aufzucht - Kosten für BM während der Legeperiode). Kosten für BM resultieren aus dem Verbrauch an Picksteinen und Luzerne des betreffenden Abteils und bei Variante 2 und 4 aus den zusätzlichen Kosten für diese Materialien während der Aufzucht (LB: 17,70 Cent/Junghenne; LSL: 15,70 Cent/Junghenne). Es wurden

die realen Kosten von 0,94 €/kg Pickstein Vilolith® medium, 0,78 €/kg Pickstein Vilolith® hart und 1,14 €/kg Luzerneblock unterstellt.

Analog zur Eiqualitätsmessung in der Leistungsprüfung (DAMME et al., 2018) wurden in der 42. LW Eiqualitätsparameter bei einer Stichprobe von 15 Eiern je Abteil ermittelt. Gemessen wurden dabei das Eigewicht mittels Digitalwaage Navigator NV1101 (Ohaus, Parsippany/USA), die Bruchfestigkeit der Schale (Egg-Shell-Tester FEST V2.0, Futura, Lohne/D) und Eiklarhöhe mittels Eiklarhöhenmesser 1/A 2001 (Futura, Lohne/D). Auf Basis des Eigewichts und der Eiklarhöhe wurden die Haugh Unit (HU) zur Charakterisierung der Eiklarkonsistenz nach EISEN et al. (1962) berechnet ($HU = 100 \log [Eiklarhöhe - 1,7 \times Eigewicht^{0,37} + 7,69]$). Nach Abschluss der 48. LW wurden am 337. Lebenstag drei Hennen jedes Abteils geschlachtet (gesamt 132 Hennen). Einzeltierspezifisch wurde nach acht Stunden Nüchterung die Lebendmasse (Waage: FlexScale, Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D) und die Schlachtmasse (Waage: Navigator NV1101, Ohaus, Parsippany/USA) zwölf Stunden nach der Schlachtung zur Bestimmung der Ausschlagung (Verhältnis von Schlacht- zur Lebendmasse) nach DAMME et al. (2015) bestimmt. Weiterhin wurde die Muskelmagen- und Abdominalfettmasse der einzelnen Tiere in Anlehnung an HALLE et al. (2012) bestimmt, um deren Relation zur Schlachtmasse zu berechnen.

Zur indirekten Bestimmung des Auftretens von Federpicken und Kannibalismus fand zu definierten Zeitpunkten eine Bonitur des Integumentzustands statt. Mit dem Einzeltier als Beobachtungseinheit für den Integumentzustand wurde die notwendige Stichprobengröße mittels webbasiertem Tool auf Basis von Parametern aus eigenen Voruntersuchungen berechnet (<http://imsieweb.uni-koeln.de/beratung/rechner/b2.html>). Um Differenzen von 17% im Anteil an Tieren mit Integumentveränderungen bei einer statistischen Power von 0,80 und einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ nachzuweisen, ist ein Stichprobenumfang von 110 Tieren notwendig.

Während der Aufzucht fand eine Bonitur in der zweiten, vierten, sechsten, zehnten, 14. und 18. LW an einer Stichprobe von 30 Hennen je Abteil (je sieben Hennen aus der unteren und oberen Volierebene, je acht Hennen aus dem mittleren und außenliegenden Scharraum) statt (je Herkunft und Variante vier

Abteile, 120 Tiere). Bei den Legehennen fanden Bonituren zur 25., 30., 40. und 48. LW aller anwesenden Hennen von vier Abteilen je Variante (32 Abteile je Erhebungszeitpunkt) statt. Alle Bonituren der Jung- und Legehennen erfolgten durch die gleiche Person, die Erfahrungen für die betreffenden Boniturschemata im Rahmen einer vorherigen Trainingsphase mit 2.000 Hennen besaß. Bei den Junghennen (1.-18. LW) kam ein modifiziertes Boniturschema von KEPPLER (2017a, Tabelle 9) zum Einsatz. Bei den Legehennen (25.-48. LW) erfolgte die Bonitur nach einem auf WELFARE QUALITY® (2009) basierten und nach KEPPLER (2017b) modifizierten Schema (Tabelle 10, bildliche Darstellung in Tabelle 43 auf Seite 146 des Anhangs). Mit Ausnahme der zweistufig beurteilten Schnabelrisse wurde bei allen Merkmalen in drei Scores unterschieden. Das Gefieder erhielt bei Junghennen für Rückengefieder, Bauchgefieder (inkl. Kloakenregion und Bürzelunterseite) und Schwungfedern jeweils einen Score; bei Legehennen wurde nach Rücken-, Legebauch- (inkl. Kloakenregion und Bürzelunterseite) und dorsalem Halsgefieder differenziert (Abbildung 8).

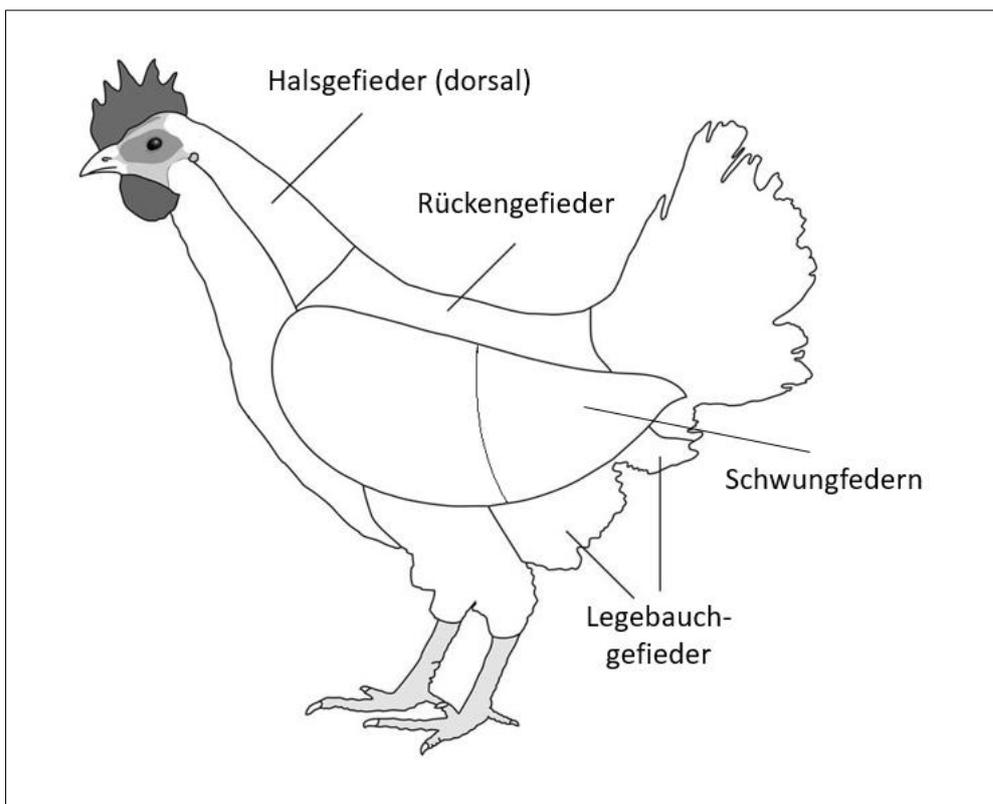


Abbildung 8: Schematische Einteilung der Körperregionen zur Gefiederbonitur

Einteilung modifiziert nach BILCIK und KEELING (1999), Grafik modifiziert nach PICHOVA et al. (2017)

Das Gefieder der Halsvorderseite und der Brust wurde nicht in die Bonitur einbezogen, da hier auftretende Gefiederschäden aufgrund der mechanischen Beanspruchung am Futtertrog keine eindeutigen Hinweise auf Federpicken geben (BILCIK und KEELING, 1999). Der in den Abbildungen zum Gefiederzustand dargestellte relative Anteil je Score stellt das arithmetische Mittel der prozentualen Anteile im betreffenden Score der drei bonitierten Gefiederregionen dar.

Hinsichtlich Pickverletzungen der Haut bzw. bei Junghennen zudem bei blutgefüllten Federfollikeln waren alle Körperregionen außer Kopf und Ständer mit Zehen relevant. Bei der Bonitur des Zehen- und Fußballenzustandes waren jeweils die Zehen bzw. der Fußballen mit den stärkeren Schäden relevant bei der Vergabe des Scores.

Tabelle 9: Boniturschema zur Beurteilung des Integumentzustandes der Junghennen

modifiziert nach KEPLER (2017a)

Kriterium	Score 0	Score 1	Score 2
Schnabelüberstand	starker Schnabelüberstand: stark überstehendes Oberschnabelhorn mit spitzer Schnabelspitze	mittlerer Schnabelüberstand: nur leicht überstehendes Oberschnabelhorn mit leicht oder stark abgerundeter Schnabelspitze	kaum Schnabelüberstand: nicht oder nur minimal überstehendes Oberschnabelhorn mit stark abgerundeter Schnabelspitze
Schnabelriss	intaktes Schnabelhorn	abgebrochenes oder eingerissenes Schnabelhorn	
Rückengefieder Bauchgefieder	intaktes Gefieder: keine Beschädigung der Federn bei vollständiger Befiederung	leichte Gefiederschäden: beschädigte Federn vorhanden (deformiert bzw. abgebrochen), maximal federlose Stellen bis zu 1 cm am größten Durchmesser	starke Gefiederschäden: eine oder mehrere federlose Stelle(n) über 1 cm Durchmesser
Schwungfedern	intaktes Gefieder: keine Beschädigung der Federn bei vollständiger Befiederung	weniger als drei beschädigte Federn (fehlende Ecken)	drei oder mehr beschädigte Federn (fehlende Ecken)
Verletzungen	keine Verletzungen von Federfollikeln oder Haut	verletzte blutgefüllte Federfollikel	Verletzung(en) der Haut
Zehenzustand	keine Verletzungen der Zehen	kleine punktförmige Zehenverletzungen	größere Wunde(n) in tiefergehendes Gewebe und/oder fehlende Zehenglieder

Tabelle 10: Boniturschema zur Beurteilung des Integumentzustandes der Legehennen

auf Grundlage von WELFARE QUALITY® (2009) modifiziert nach KEPPLER (2017b)

Kriterium	Score 0	Score 1	Score 2
Schnabelüberstand	starker Schnabelüberstand: stark überstehendes Oberschnabelhorn (> 4 mm) mit spitzer Schnabelspitze	mittlerer Schnabelüberstand: nur leicht überstehendes Oberschnabelhorn (1-4mm) mit leicht oder stark abgerundeter Schnabelspitze	kaum Schnabelüberstand: nicht oder nur minimal überstehendes Oberschnabelhorn (< 1mm) mit stark abgerundeter Schnabelspitze
Schnabelriss	intaktes Schnabelhorn	abgebrochenes oder eingerissenes Schnabelhorn	
Halsgefieder (dorsal) Rückengefieder Legebauchgefieder	intaktes Gefieder: keine bzw. kaum Beschädigung der Federn bei vollständiger Befiederung maximal mit verdeckten federlosen Stellen bis zu 1 cm am größten Durchmesser	leichte Gefiederschäden: beschädigte Federn vorhanden (deformiert bzw. abgebrochen), eine oder mehrere federlose Stellen bis zu 5 cm am größten Durchmesser	starke Gefiederschäden: eine oder mehrere federlose Stelle(n) über 5 cm Durchmesser
Hautverletzungen	keine Verletzungen oder Wunden	kleine Pickverletzungen bis zu einem Durchmesser von 1 cm	Verletzungen und/oder Wunden größer als 1 cm am größten Durchmesser
Fußballenzustand	intakter Fußballen ohne oder mit leichten Veränderungen der Hautpapillen	Fußballengeschwür ohne oder mit dorsal nicht sichtbarer Schwellung	Fußballengeschwür mit starker, dorsal sichtbarer Schwellung
Zehenzustand	keine Verletzungen der Zehen	kleine punktförmige Zehenverletzungen	größere Wunde(n) in tiefergehendes Gewebe und/oder fehlende Zehenglieder

bildliche Darstellung des Boniturschemas in Tabelle 43 auf Seite 146 des Anhangs

3.1.6 Datenauswertung

Zur Datensammlung, -aufbereitung und Erstellung ausgewählter Diagramme wurde Microsoft Excel® (Version 2013, Microsoft Corporation, Redmond/USA) verwendet. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket Standard SAS (Version 9.4., SAS Institute Inc., Cary/USA) und dem Programm IBM SPSS Statistics (Version 23, SPSS Inc., Chicago/USA). Der Test auf Normalverteilung der Residuen erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test (WEIß, 1999). Zum Erreichen einer Normalverteilung wurden die Daten zur Muskelmagenmasse und deren relativer Anteil an der Schlacht-, Körper- und

metabolischen Körpermasse sowie die Daten des Abdominalfettanteils an der Schlachtmasse mit dem dekadischen Logarithmus transformiert (RASCH et al., 2010). Aus den drei Einzelscores für die bonitierten Gefiederregionen wurde für jedes Tier durch Addition der Einzelscores ein Gesamtgefiederscore gebildet.

Für die in Normalverteilung vorliegenden Daten (Eizahl/AH, Eizahl/DH, Eimasse/AH, Eimasse/DH, Eigewicht, Körpermasse, Körpermasse-Zuwachs, Uniformität, Futter- und BM-Verbrauch, Futterverwertung, Eiklarkonsistenz, Bruchfestigkeit, IOFC, IOEFC, Muskelmagenmasse, Muskelmagenanteil an der Schlacht-/ Körper-/ metabolischen Körpermasse, Abdominalfettanteil an der Schlachtmasse) erfolgte eine varianzanalytische Auswertung mittels zweifaktorieller ANOVA nach einem linearen Varianzmodell (DU PREL et al., 2010) mit den fixen Effekten Herkunft, Variante sowie der Interaktion Herkunft*Variante. Für post-hoc paarweise Vergleiche wurde der GT2 (Generalized Tukey 2)-Test nach Hochberg verwendet (WEIß, 1999; RASCH et al., 2010). Die Fehlerkorrektur zur Anpassung des Signifikanzniveaus aufgrund des multiplen Testens erfolgte mit der Benjamini-Hochberg-Prozedur (VICTOR et al., 2010). Zur Analyse der Körpermasse (Einzeltier-Körpermassen) im Verlauf der Legeperiode wurde für die aufgrund der wiederholten Messung verbundenen Daten ein lineares ANOVA-Modell mit der Variante und Hybridherkunft als Zwischensubjekt Faktoren und dem Alter als Innersubjektvariable angewandt (RASCH et al., 2010).

Für die Aufzucht- und Legephase kamen aufgrund der unterschiedlichen Anzahl an Varianten verschiedene varianzanalytische Auswertungsmodelle zum Einsatz:

Modell zur Auswertung normalverteilter Merkmale in der Aufzucht:

$$y_{ij} = \mu + H_i + V_j + (H*V)_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} :	beobachtete Ausprägung des Merkmals
μ :	Modellkonstante
H_i :	Effekt der Herkunft ($i = 1-2$)
V_j :	Effekt der Beschäftigungsvariante ($j = 1-2$)
$(H*V)_{ij}$:	Interaktion von Herkunft und Beschäftigungsvariante
e_{ij} :	Restfehler

Modell zur Auswertung der normalverteilten Merkmale in der Legeperiode:

$$y_{ij} = \mu + H_i + V_j + (H*V)_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} :	beobachtete Ausprägung des Merkmals
μ :	Modellkonstante
H_i :	Effekt der Herkunft (i = 1-2)
V_j :	Effekt der Beschäftigungsvariante (j = 1-4)
$(H*V)_{ij}$:	Interaktion von Herkunft und Beschäftigungsvariante
e_{ij} :	Restfehler

Ordinalskalierte Merkmale (Schnabelüberstand, Schnabelrisse, Gefiedergesamtscore, Hautverletzungen, Zehenzustand, Fußballenzustand) und metrische Merkmale ohne vorliegende Normalverteilung der Residuen (kumulierte Mortalität, Verlust an Produktionstagen, Abgänge Hautkannibalismus, Abgänge Zehenkannibalismus, Anteil an Knick-/Schmutz- und Bodeneiern, Ausschlachtung) wurden mittels Kruskal-Wallis-Test geprüft (DU PREL et al., 2010). Bei Vorhandensein von signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten erfolgte anschließend ein paarweiser Vergleich mittels Mann-Whitney-U-Test (DU PREL et al., 2010).

Für die bonitierten Integumentmerkmale (Schnabelüberstand, Schnabelrisse, Gefiedergesamtscore, Hautverletzungen, Zehenzustand, Fußballenzustand) wurde zudem eine logistische Regression nach dem Modell BLR (binär logistic regression) mit den unabhängigen Variablen Hybridherkunft, Variante und Alter durchgeführt (BALTES-GÖTZ, 2012). Es kamen multiple logistische und keine ordinalen Regressionsmodelle zum Einsatz, da einzelne Scores mit nur sehr wenigen Beobachtungen besetzt waren. Für die multiple logistische Regression wurde die ordinale Datenskalierung in eine nominale Skalierung umgewandelt (Tabelle 9). Die Prüfung auf Nichtvorliegen einer Multikollinearität erfolgte auf Basis des Korrelationskoeffizienten der Faktoren nach Pearson sowie mittels Kollinearitätsdiagnose mit Varianzinflationsfaktor und Konditionsindex (MENARD, 1995; FIELD, 2013).

Tabelle 11: Übersicht zur Umwandlung der ordinalen Boniturscores* in eine nominale Skalierung zur Anwendung der logistischen Regression

Kriterium	Scores (ordinal*)	Kategorien (nominal)	Beschreibung der nominalen Kategorien
Schnabelüberstand	Score 0	Kategorie 0	starker Schnabelüberstand
	Score 1 Score 2	Kategorie 1	kaum bis mittlerer Schnabelüberstand
Schnabelrisse	Score 0	Kategorie 0	intaktes Schnabelhorn
	Score 1	Kategorie 1	rissige Veränderungen am Schnabelhorn
Gefieder-Gesamtscore	Score 0 Score 1	Kategorie 0	intaktes Gefieder
	Score 2 bis Score 6	Kategorie 1	Gefiederschäden vorhanden
Hautverletzungen	Score 0	Kategorie 0	intakte Haut
	Score 1 Score 2	Kategorie 1	Hautverletzungen vorhanden
Zehenzustand	Score 0	Kategorie 0	intakte Zehen
	Score 1 Score 2	Kategorie 1	Zehenverletzungen vorhanden
Fußballenzustand	Score 0	Kategorie 0	intakte Fußballen
	Score 1 Score 2	Kategorie 1	Fußballenveränderungen vorhanden

* Definition der ordinalskalierten Scores in Tabelle 9 und Tabelle 10

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.

3.2 Studie zum Einfluss der Futterzusammensetzung auf Leistung und Verhaltensstörungen

Die Untersuchung zum Fütterungseinfluss mit Schnabel unkupierten Legehennen wurde von September 2016 bis Mai 2017 durchgeführt. In einem Durchgang wurde bei Weiß- und Braunlegern der Einfluss eines speziell zur Reduktion von Verhaltensstörungen konzipierten Futters auf die biologische Leistung und die Inzidenz von Verhaltensstörungen untersucht.

3.2.1 Aufstallung und Management während der Legeperiode

Die 18-wöchige Aufzucht der Schnabel unkupierten Junghennen erfolgte in einem fensterlosen Stall in Bodenhaltung. In der 18. LW wurden die Hennen in den Legestall umgestallt. Die Ausstattung der 44 Abteile entspricht der der ersten Studie, die unter 3.1.2 (Seite 20) bzw. in Tabelle 3 dargestellt wird. Abweichend dazu waren jedoch zu Studienbeginn (41. LW) je Abteil 28 LB- bzw. 29 LSL-Hennen vorhanden. Die Stalltemperaturen und relative Luftfeuchtigkeit im Stallraum für den Studienzeitraum werden in Abbildung 43 (Anhang Seite 147) dargestellt. Das angewendete Step-Up-Lichtprogramm in Anlehnung an die aktuellen Empfehlungen (LOHMANN TIERZUCHT, 2017) wird in Abbildung 3 (Seite 21) dargestellt. Tabelle 5 (Seite 23) stellt die durchgeführten Impfungen zur Sicherstellung einer hohen Tiergesundheit dar.

3.2.2 Tiere und Studiendesign

Aufgrund einer vorgelagerten Studie begann der Test der zwei Futtervarianten erst zur 41. LW und endete mit Abschluss der 72. LW. Die Zuordnung der Abteile erfolgte für die Hybridherkunft alternierend und für die Studienvariante geblockt (Abbildung 9). In den untersuchten Merkmalen (Leistung, Eiqualität, Integumentzustand) bestanden keine Unterschiede zu Studienbeginn ($p > 0,05$; Daten nicht angezeigt).

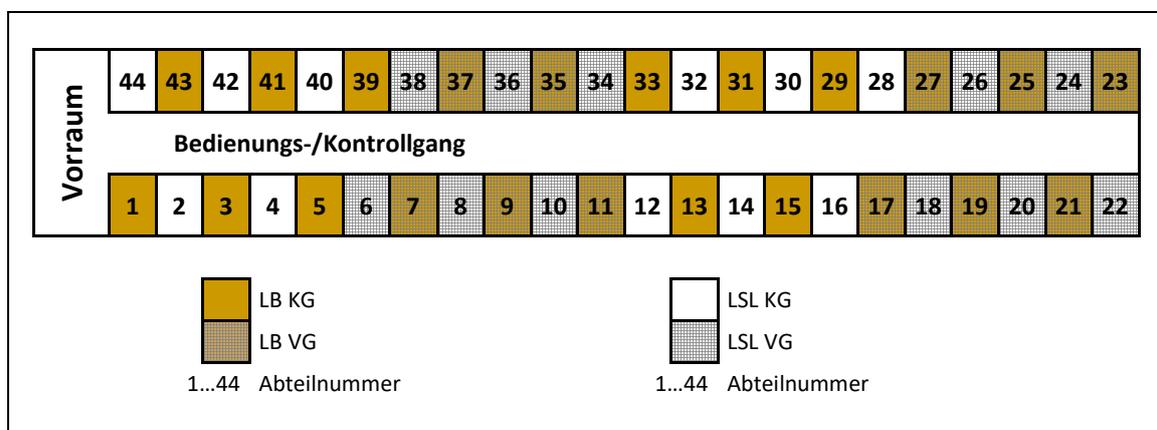


Abbildung 9: Verteilung der Futtervarianten und Herkünfte im Legestall

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter)

Die Berechnung des Stichprobenumfangs je Variante erfolgte mit einem webbasierten Tool (<http://imsieweb.uni-koeln.de/beratung/rechner/t2.html>). Innerhalb der Merkmale mit dem Abteil als Beobachtungseinheit wurde der Futterverbrauch als Hauptzielgröße gewählt, wobei die zur Berechnung erforderlichen Parameter auf Basis eigener Voruntersuchungen gewählt wurden. So war eine Stichprobengröße von 11 Abteilen notwendig, um Differenzen im täglichen Futterverbrauch von 5 g (120 g zu 115 g) bei einer Standardabweichung von 4 g mit einer statistischen Power von 0,80 und einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ nachzuweisen. Demnach standen zwei Futterrationen mit jeweils elf Wiederholungen je Herkunft im Test (Tabelle 12).

Tabelle 12: Übersicht zu den Varianten in der Legeperiode

Variante	Hybridherkunft	Futtermvariante	Tiere/ Abteil	Abteile/ Variante	Tiere/ Variante
LB KG	LB	Kontrollfutter	28	11	308
LB VG	LB	Versuchsfutter	28	11	308
LSL KG	LSL	Kontrollfutter	29	11	319
LSL VG	LSL	Versuchsfutter	29	11	319

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter)

Beide im Test befindlichen Rationen wurden als Ein-Phasenfutter konzipiert. Das Kontrollfutter (LM Kontrolle KT, MEGA Tierernährung GmbH & Co. KG, Straubing/D) wies herkömmliche Gehalte an Nähr- und Wirkstoffen für hochleistende Legehybriden in Anlehnung an die aktuellen Empfehlungen für ein Phase-Eins-Futter (LOHMANN TIERZUCHT, 2017) auf. Dagegen wies das Versuchsfutter (LM ConPeck, MEGA Tierernährung GmbH & Co. KG, Straubing/D) in ausgewählten, speziell für das Auftreten der Verhaltensstörungen relevanten Inhaltsstoffen ab (AME_N , Rohprotein, Lysin, Methionin, Rohfaser, Natrium, Magnesium, Tabelle 13). Die Untersuchung der in Tabelle 13 ausgewiesenen Inhaltsstoffe erfolgte nach VO EG 152/2009.

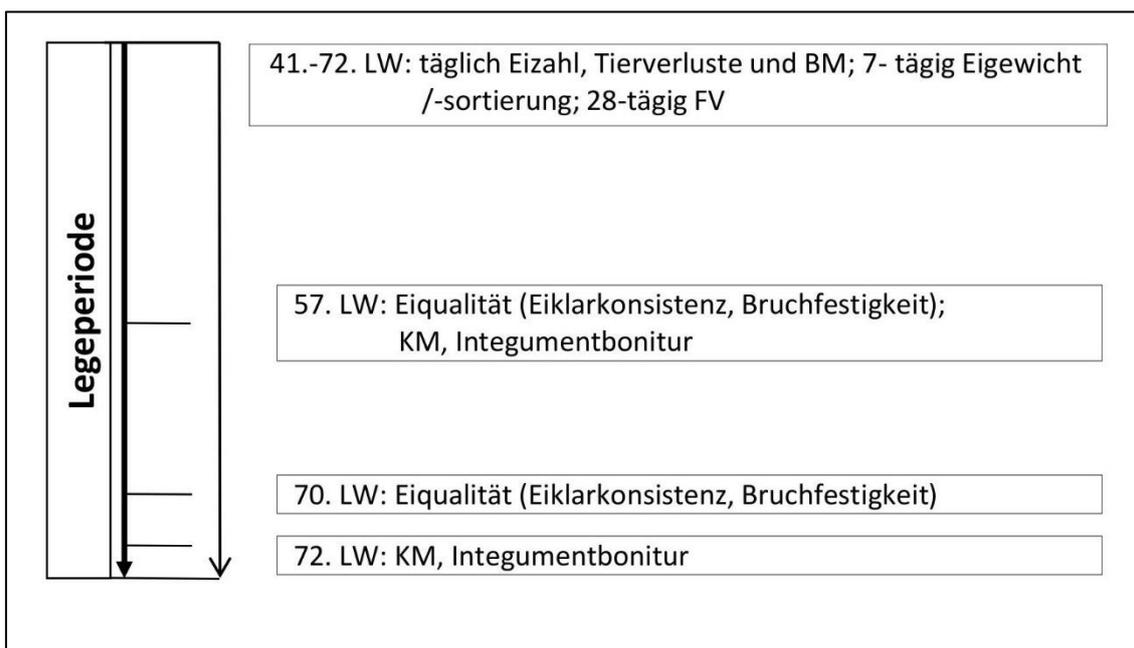
Tabelle 13: Energie- und Nährstoffgehalte in der Originalsubstanz der Futtermischungen

Inhaltsstoff	Einheit	Kontrollfutter	Versuchsfutter	Differenz Versuchs- zu Kontrollfutter
AME _N ¹	MJ/kg	11,6	11,4	-0,2
Rohprotein	%	17,5	17,6	0,1
Rohfaser	%	3,0	4,4	1,4
Lysin	%	0,82	0,84	0,02
Methionin	%	0,40	0,42	0,02
Calcium	%	3,70	3,80	0,10
Gesamt-Phosphor	%	0,50	0,55	0,05
Natrium	%	0,18	0,20	0,02
Magnesium	%	0,21	0,29	0,08

¹: berechnet nach WPSA (1984); AME_N: scheinbare umsetzbare Energie; MJ: Megajoule

3.2.3 Datenerfassung

Im Rahmen der Datenerfassung dieser Studie wurden Merkmale zur biologischen Leistung, Körpermasse, Eiqualität, den Tierverlusten und dem Integumentzustand erhoben (Abbildung 10).

**Abbildung 10: Übersicht zur Datenerfassung während der Studiendauer**

LW = Lebenswoche(n), BM = Beschäftigungsmaterial(ien), FV = Futtermittelverbrauch, KM = Körpermasse; ergänzende Übersicht zu den Datensätzen je Erhebungszeitpunkt für Bonitur und Wiegung in der Legeperiode in Tabelle 22

Die Erfassung der Eizahl, des Eigewichts, der Eiersortierung, Tierverluste, des Futtermittelverbrauchs und der Eiquälitätsparameter erfolgte nach dem unter 3.1.5 (Seite 28) für die erste Studie dargestellten Vorgehen. Abweichend dazu waren die Erhebungszeitpunkte für die Eiquälitätsparameter auf die 57. und 70. LW fixiert (165 Eier je Variante und Erhebungszeitpunkt). Der IOFC wurde für jedes

Abteil nach DAMME et al. (2018) auf Basis der Eizahl in den jeweiligen Gewichtsklassen mit aktuell vorherrschenden Eiererlösen (siehe 3.1.5) und den realen Mischfutterkosten (Kontrollfutter: 25,40 €/dt, Versuchsfutter: 26,30 €/dt) berechnet.

Im Alter von 57 und 72 LW fand eine Bonitur des Integumentzustands statt. Die bonitierten Merkmale, das Boniturschema sowie die Berechnung der notwendigen Stichprobengröße entsprechen dem Vorgehen in der ersten Studie und werden unter 3.1.5 (Seite 28) mit einer Übersicht des Boniturschemas in Tabelle 10 dargestellt. Die Bonitur zur 57. und 72. LW erfolgte bei allen im betreffenden Abteil anwesenden Hennen von vier über den Stallraum gleichmäßig verteilten Abteilen je Variante, das heißt, bei allen Hennen von 16 Abteilen je Zeitpunkt (Tabelle 38). Die Körpermasse der Einzeltiere wurde zur 72. LW bei allen Hennen der Studie sowie zur 57. LW bei den einzelbonitierten Hennen von vier Abteilen je Variante (Tabelle 38) ermittelt (FlexScale, Big Dutchman AG, Vechta-Calveslage/D).

3.2.4 Datenauswertung

Die Datensammlung, -aufbereitung und -auswertung sowie Erstellung ausgewählter Diagramme erfolgte analog zur ersten Studie mit den unter 3.1.6 (Seite 34) genannten Programmen. Der Test auf Normalverteilung der Residuen erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test (WEIß, 1999). Für die in Normalverteilung vorliegenden Daten (Eizahl/AH, Eizahl/DH, Eimasse/AH, Eimasse/DH, Eigewicht, Körpermasse, Futterverbrauch, Futterverwertung, Eiklarkonsistenz, Bruchfestigkeit, IOFC) erfolgte eine varianzanalytische Auswertung mittels zweifaktorieller ANOVA nach einem linearen Varianzmodell (DU PREL et al., 2010) mit den fixen Effekten Herkunft, Futtervariante sowie der Interaktion Herkunft*Futtervariante. Für post-hoc paarweise Vergleiche wurde der GT2 (Generalized Tukey 2)-Test nach Hochberg verwendet (WEIß, 1999; RASCH et al., 2010). Die Fehlerkorrektur zur Anpassung des Signifikanzniveaus aufgrund des multiplen Testens erfolgte mit Benjamini-Hochberg-Prozedur (VICTOR et al., 2010).

Modell zur Auswertung der Leistung, Eiqualität und Körpermasse:

$$y_{ij} = \mu + H_i + F_j + (H^*F)_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} :	beobachtete Ausprägung des jeweiligen Merkmals
μ :	Modellkonstante
H_i :	Effekt der Herkunft ($i = 1-2$)
F_j :	Effekt der Futtervariante ($j = 1-2$)
$(H^*F)_{ij}$:	Interaktion von Herkunft und Futter
e_{ij} :	Restfehler

Ordinalskalierte Merkmale (Gefieder-Gesamtscore, Hautverletzungen, Zehenzustand, Fußballenzustand) und metrische Merkmale ohne vorliegende Normalverteilung der Residuen (kumulierte Mortalität, Verlust an Produktionstagen, Abgänge Hautkannibalismus, Abgänge Zehenkannibalismus) wurden mittels Kruskal-Wallis-Test geprüft (DU PREL et al., 2010). Bei Vorhandensein von signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten erfolgte anschließend ein paarweiser Vergleich mittels Mann-Whitney-U-Test (DU PREL et al., 2010).

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.

4 Ergebnisse

4.1 Studie zum Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen

4.1.1 Aufzucht

In der Junghennenaufzucht wurden die Körpermasse und deren Uniformität, der Körpermassезuwachs, Futtermittelverbrauch, die Tierverluste und der Zustand des Integuments auf den Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft (LB und LSL) geprüft. Zusätzliches Beschäftigungsmaterial stand in den VG permanent zur Verfügung, nicht aber in den KG. Die realisierte Stichprobengröße bei der Wiegung belief sich auf 160 Hennen je Variante, Herkunft und Erhebungszeitpunkt in der zweiten, sechsten, zehnten, 14. und 18. Lebenswoche sowie 200 Hennen je Variante, Herkunft und Erhebungszeitpunkt in der vierten, achten, zwölften und 16. Lebenswoche. Zu jedem der sechs Boniturzeitpunkte wurden je Herkunft und Variante 120 Hennen beurteilt. Stalltemperaturen und die relative Luftfeuchtigkeit des Stallraums im Verlauf der Aufzuchtperiode werden in Abbildung 42 (Anhang Seite 145) dargestellt.

4.1.1.1 Körpermasse, Uniformität und Futtermittelverbrauch

Der Verlauf der Körpermasse ist getrennt nach den Hybridherkünften mit einem Vergleich zu den Sollvorgaben des Zuchtunternehmens (LOHMANN TIERZUCHT, 2017) in Abbildung 11 und Abbildung 12 dargestellt. Zu allen Erhebungszeitpunkten lag die mittlere Körpermasse der Braunleger über der der Weißleger ($p < 0,01$). Die Körpermasse über beide Herkünfte war mit sechs LW ($p = 0,023$) und acht LW ($p = 0,028$) niedriger bei Bereitstellung von BM (VG) im Vergleich zur KG. Dabei lag in der sechsten LW die Körpermasse in angereicherter Umwelt bei den LB um 17,0 g und bei den LSL um 8,3 g niedriger als die der Gruppen ohne BM. In der achten LW belief sich die Differenz von VG zu KG auf 16,8 bzw. 17,5 g/Henne (LB bzw. LSL). Zu den anderen Messzeitpunkten existierte kein Effekt ($p > 0,05$) der BM-Variante.

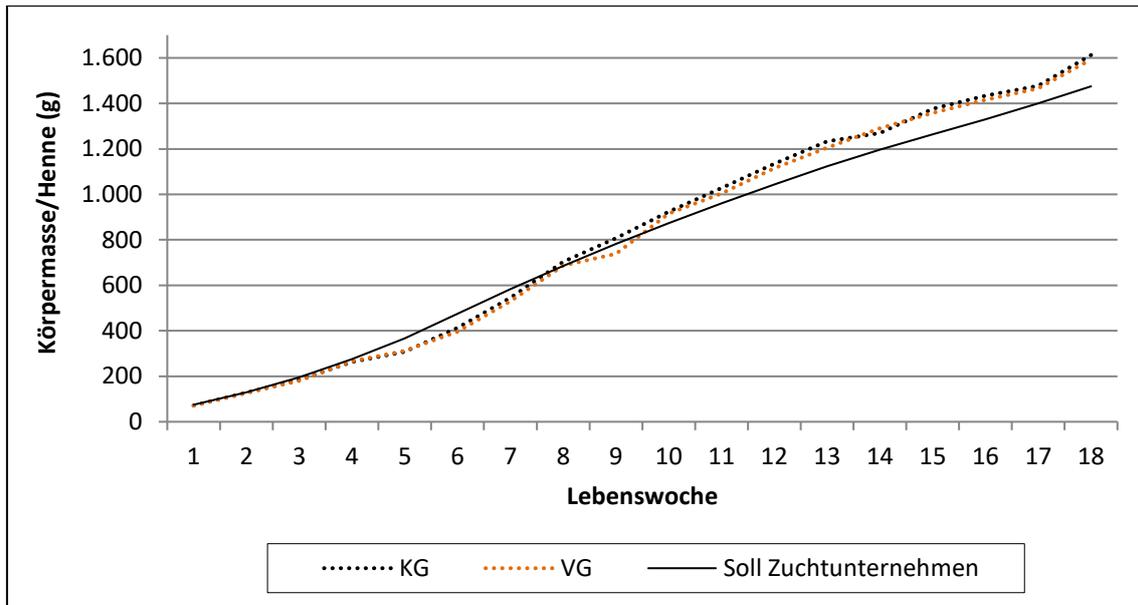


Abbildung 11: Körpermasseentwicklung der Braunleger in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial mit Vergleich zum Soll des Zuchtunternehmens

Soll nach LOHMANN TIERZUCHT (2017), KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial); Stichprobenumfang: 160 Hennen je Variante in der zweiten, sechsten, zehnten, 14. und 18. Lebenswoche sowie 200 Hennen je Variante in der vierten, achten, zwölften und 16. Lebenswoche

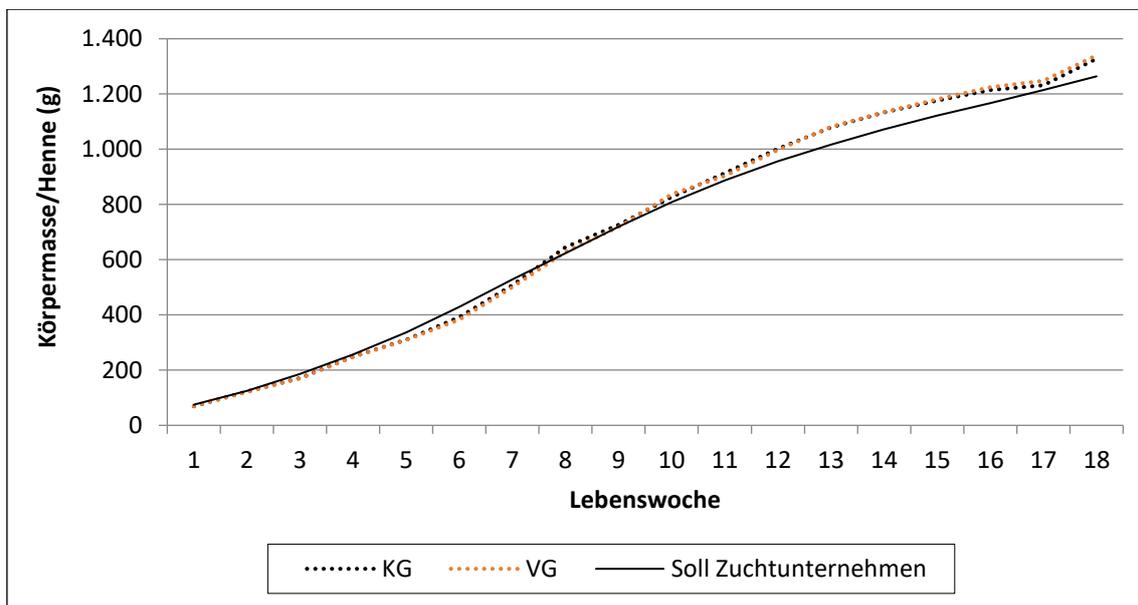


Abbildung 12: Körpermasseentwicklung der Weißleger in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial mit Vergleich zum Soll des Zuchtunternehmens

Soll nach LOHMANN TIERZUCHT (2017), KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial); Stichprobenumfang: 160 Hennen je Variante in der zweiten, sechsten, zehnten, 14. und 18. Lebenswoche sowie 200 Hennen je Variante in der vierten, achten, zwölften und 16. Lebenswoche

Im wöchentlichen Körpermassezuwachs zeigte sich in den ausgewerteten Perioden durchweg einen Herkunftseffekt mit höheren Zunahmen bei den LB-Hennen ($p < 0,001$). Weiterhin war im Zuwachs an Körpermasse im Zeitraum von der ersten bis sechsten LW ein signifikanter Einfluss der Variante zu beobachten (Tabelle 14). So verzeichneten die Hennen der KG in diesem Altersabschnitt einen um 2,1 g Körpermasse/LW höheren Zuwachs als die der VG. In den folgenden Abschnitten bis zur 18. LW bestanden im Körpermassezuwachs keine Differenzen zwischen KG und VG.

Tabelle 14: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Zuwachs an Körpermasse während der Aufzucht (1.-18. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante			p-Wert	
		KG	VG	SEM	Var.	Her.*Var.
Zuwachs 1.-6. LW (g KM/LW) (MW ± STW)	LB / LSL	61,3 ± 2,4	59,2 ± 2,0	0,85	0,031	0,472
	LB	63,0 ± 1,3	60,3 ± 1,3		0,027	
	LSL	59,6 ± 1,9	58,2 ± 2,1		0,346	
Zuwachs 7.-12. LW (g KM/LW) (MW ± STW)	LB / LSL	110,9 ± 10,6	111,1 ± 9,5	1,43	0,856	0,684
	LB	120,3 ± 4,8	119,9 ± 1,5		0,899	
	LSL	101,5 ± 2,2	102,3 ± 1,6		0,550	
Zuwachs 13.-18. LW (g KM/LW) (MW ± STW)	LB / LSL	67,1 ± 14,2	68,4 ± 12,5	2,08	0,542	0,517
	LB	79,7 ± 4,6	79,7 ± 2,9		0,977	
	LSL	54,4 ± 4,8	57,1 ± 4,0		0,424	

*fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n), KM = Körpermasse, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung; Stichprobenumfang: 160 Hennen je Variante in der zweiten, sechsten, zehnten, 14. und 18. Lebenswoche sowie 200 Hennen je Variante in der vierten, achten, zwölften und 16. Lebenswoche*

Die Uniformitäten und der Verbrauch an Futter werden in Tabelle 15 dargestellt. Die Uniformität lag zu den vier Bestimmungszeitpunkten im Bereich von $64,0 \pm 5,4$ % bis $95,0 \pm 2,6$ % (arithmetisches Mittel [MW] ± Standardabweichung [STW]). Zur vierten LW waren die Weißleger weniger ausgeglichen als die Braunleger ($p = 0,012$). Dagegen lag die Uniformität der Weißleger in der achten LW ($p = 0,035$), zwölften LW ($p < 0,001$) und 16. LW ($p < 0,001$) über der der Braunleger. Dabei war bei den Braunlegern zu beobachten, dass die Uniformität von der vierten zur achten LW deskriptiv abnahm, aber bei den folgenden Messungen durchweg anstieg. Bei den Weißlegern dagegen stieg die Uniformität von der ersten bis zur letzten Messung in der Aufzucht an. Mit einer Interaktion zwischen Herkunft und Variante ($p = 0,008$) sind die Weißleger zur zwölften LW bei Vorhandensein von BM weniger uniform als in den Gruppen ohne BM. Zur

16. LW sind bei Betrachtung über beide Herkünfte die Gruppen ohne BM in der Körpermasse uniformer als diejenigen mit BM ($p = 0,011$).

Tabelle 15: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Uniformität und Futterverbrauch während der Aufzucht (1.-18. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante			p-Wert	
		KG	VG	SEM	Var.	Her.*Var.
Uniformität 4. LW (%) (MW ± STW)	LB / LSL	68,8 ± 6,5	70,0 ± 9,9	2,44	0,723	0,831
	LB	73,5 ± 3,0	75,5 ± 8,5		0,674	
	LSL	64,0 ± 5,4	64,5 ± 8,9		0,926	
Uniformität 8. LW (%) (MW ± STW)	LB / LSL	73,3 ± 10,3	71,0 ± 8,4	2,89	0,592	0,377
	LB	66,5 ± 7,7	68,0 ± 6,3		0,774	
	LSL	80,0 ± 8,2	74,0 ± 10,1		0,390	
Uniformität 12. LW (%) (MW ± STW)	LB / LSL	81,0 ± 10,8	78,8 ± 5,0	1,39	0,274	0,008
	LB	71,5 ± 5,0	75,5 ± 3,4		0,235	
	LSL	90,5 ± 2,5	82,0 ± 4,3		0,014	
Uniformität 16. LW (%) (MW ± STW)	LB / LSL	92,0 ± 4,0	84,8 ± 7,9	1,09	0,011	0,032
	LB	89,0 ± 2,6	78,0 ± 4,3		0,005	
	LSL	95,0 ± 2,6	91,5 ± 2,5		0,100	
Futterverbrauch, kum. (kg/Henne) (MW ± STW)	LB / LSL	6.838,0 ± 197,1	6.787,3 ± 159,0	63,41	0,582	0,818
	LB	6.910,4 ± 236,6	6.838,6 ± 205,8		0,663	
	LSL	6.765,6 ± 143,8	6.736,1 ± 98,2		0,746	
Futterverwertung (kg Futter/kg Zuwachs) (MW ± STW)	LB / LSL	4,690 ± 0,448	4,659 ± 0,401	0,04	0,571	0,479
	LB	4,285 ± 0,127	4,292 ± 0,108		0,929	
	LSL	5,096 ± 0,111	5,027 ± 0,066		0,327	

*fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, kum. = kumuliert*

Über die Aufzuchtperiode von der ersten bis 18. LW verbrauchte eine Henne durchschnittlich $6.630,8 \pm 174,9$ g Futter (MW ± STW). Ohne Unterschiede im kumulierten Futterverbrauch ($p = 0,193$) benötigten die LB-Hennen mit $4,288 \pm 0,109$ kg weniger Futter ($p < 0,001$) für den Zuwachs von 1 kg Körpermasse als die LSL-Hennen mit $5,061 \pm 0,093$ kg Futter (MW ± STW).

Beim Vergleich der beiden Herkünfte war der Verbrauch an Luzerneblöcken bei den Weißlegern mit $100,6 \pm 4,1$ g signifikant niedriger als bei den Braunlegern mit $121,1 \pm 12,9$ g (MW ± STW, $p = 0,023$). Der Picksteinverbrauch von $41,9 \pm 3,6$ g durch die LB bzw. $45,0 \pm 4,8$ g durch die LSL war dagegen unbeeinflusst von der Herkunft (MW ± STW, $p = 0,330$). Über beide Herkünfte war in der Aufzuchtperiode je Henne ein Verbrauch von $43,5 \pm 4,2$ g Pickstein und $110,9 \pm 14,1$ g Luzernematerial zu verzeichnen (MW ± STW).

4.1.1.2 Tierverluste

Die Mortalität in den 18 Aufzuchtwochen (Tabelle 16) bewegte sich mit 1,2 % (1.-3. Quartil: 0,6-1,9 %) bei den Braunlegern auf einem signifikant niedrigeren Niveau als bei den Weißlegern mit 2,1 % (Median, 1.-3. Quartil: 1,7-2,1 %; $p = 0,028$). Dabei lag aber der wesentliche Unterschied in der Mortalitätsrate der ersten beiden LW, die 0,1 % bei den LB und 0,8 % bei den LSL beträgt ($p = 0,002$). Ein signifikanter Effekt der Variante auf die Differenzen in den Mortalitätsraten lag nicht vor.

Tabelle 16: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Tierverluste während der Aufzucht (1.-18. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
Mortalität (%) (Median [1.-3. Quartil])	LB / LSL	1,2 (1,2-2,0)	2,0 (1,6-2,3)	0,130
	LB	1,2 (0,6-1,2)	1,8 (1,4-2,1)	0,200
	LSL	1,8 (0,7-2,3)	2,1 (1,8-3,3)	0,486
Kannibalismus bedingte Mortalität (%) (Median [1.-3. Quartil])	LB / LSL	0,2 (0,0-0,4)	0,1 (0,0-0,1)	0,442
	LB	0,1 (0,0-0,2)	0,0 (0,0-0,1)	0,686
	LSL	0,2 (0,0-0,4)	0,1 (0,0-0,1)	0,686

KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic

4.1.1.3 Integumentzustand

Die Daten der Integumentbeurteilung zur indirekten Quantifizierung von stattgefundenen Verhaltensstörungen wurden auf die Einflüsse der Variante und Hybridherkunft geprüft.

Der gruppierte Median der Boniturscores in Abhängigkeit von Hybridherkunft und Variante ist in Tabelle 17 bis Tabelle 21 für die bonitierten Merkmale dargestellt. Die relativen Anteile der Scores innerhalb der einzelnen Merkmale befinden sich in Tabelle 47 und Tabelle 48 im Anhang (Seiten 151 und 152). Signifikante Effekte der Hybridherkünfte waren mit Ausnahme des Schnabelüberstands in allen bonitierten Merkmalen zu beobachten. Die Variante hatte auf den Schnabelüberstand, Gesamtgefiederscore und Hautverletzungen einen Effekt, jedoch nicht auf die Schnabelrisse und Zehenverletzungen.

4.1.1.3.1 Schnabelzustand

Im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression für den Schnabelüberstand ($p < 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,193 beeinflussten Variante ($p < 0,001$) und Alter ($p < 0,001$) den Überstand des Oberschnabelhorns signifikant, die Hybridherkunft tendenziell ($p = 0,060$). Die dazugehörigen Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 49 auf Seite 153 des Anhangs.

Im gruppierten Median für den Schnabelüberstand (Tabelle 17) waren von der sechsten bis 18. LW durchweg signifikante Unterschiede zwischen KG und VG festzustellen. Gleichgerichtet über beide Hybridherkünfte war dabei der Schnabelüberstand in den VG stärker ausgeprägt als in den KG. Keinen Effekt besaß die Hybridherkunft auf den Überstand des Schnabelhorns (2. LW: $p = 0,765$, 4. LW: $p = 0,666$, 6. LW: $p = 0,496$, 10. LW: $p = 0,425$, 14. LW: $p = 0,535$, 18. LW: $p = 0,634$).

Tabelle 17: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Schnabelüberstands während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
2. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,10	0,10	1,000
	LB	0,11	0,09	0,668
	LSL	1,00	0,12	0,679
4. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,22	0,25	0,388
	LB	0,21	0,24	0,537
	LSL	0,23	0,26	0,547
6. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,27	0,39	0,005
	LB	0,28	0,35	0,211
	LSL	0,26	0,43	0,007
10. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,34	0,45	0,015
	LB	0,31	0,44	0,038
	LSL	0,37	0,45	0,175
14. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,43	0,58	0,002
	LB	0,41	0,58	0,013
	LSL	0,46	0,59	0,056
18. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,55	0,88	<0,001
	LB	0,52	0,91	<0,001
	LSL	0,59	0,86	<0,001

*fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 47 und Tabelle 48 (Anhang Seiten 151 und 152) dargestellt*

Über die gesamte Aufzucht war eine Abnahme des Oberschnabelüberstands festzustellen (Abbildung 13). Dabei nahm die Differenz zwischen KG und VG mit

zunehmendem Alter zu und besitzt in der Aufzucht das Maximum in der 18. LW. Tiere, die kaum Schnabelüberstand aufwiesen (Score 2) waren nur in der VG ab der zehnten LW zu beobachten. Zum Aufzuchtende in der 18. LW wies das Schnabelhorn bei 44,6 % (KG) bzw. 22,1 % (VG) der Hennen einen starken Überstand (Score 0) auf.

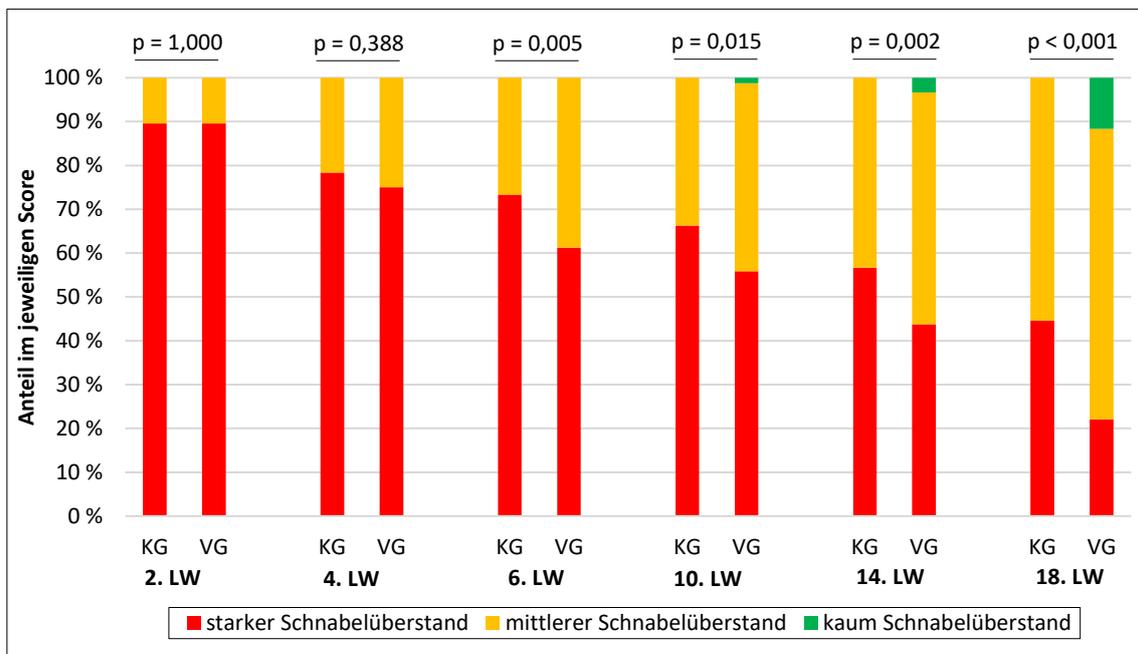


Abbildung 13: Relative Anteile der Boniturscores im Schnabelüberstand von der zweiten bis 18. Lebenswoche für beide Herkünfte in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LW = Lebenswoche(n); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 9

Mit einem Nagelkerke R^2 von 0,168 beeinflussten im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression ($p < 0,001$) die Herkunft ($p < 0,001$), Variante ($p = 0,006$) und das Alter ($p < 0,001$) das Auftreten von Schnabelrissen signifikant. Die dazugehörigen Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 50 auf Seite 153 des Anhangs.

In Tabelle 18 sind die Boniturergebnisse für Risse am Schnabelhorn in Abhängigkeit der Hybridherkunft und BM-Variante dargestellt, die zu keinem Zeitpunkt einen Effekt der Variante aufwiesen. Tendenziell war der gruppierte Median innerhalb der LB bei der KG jedoch niedriger als bei der VG (zur 10. LW: $p = 0,099$). Der Effekt der Hybridherkunft beeinflusste das Auftreten von Schnabelrissen dagegen zur sechsten LW ($p = 0,011$), zehnten LW ($p = 0,014$), 14. LW ($p = 0,011$) und 18. LW ($p < 0,001$) signifikant. Dabei hatten LSL-Hennen

erheblich weniger Risse im Schnabelhorn als LB-Hennen. In der zweiten LW ($p = 1,000$) und vierten LW ($p = 0,317$) unterschieden sich die Herkünfte hinsichtlich der Schnabelrisse nicht.

Tabelle 18: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Schnabelrisse während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
2. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	1,000
4. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,00	0,00	0,317
	LB	0,00	0,01	0,317
	LSL	0,00	0,00	1,000
6. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,01	0,03	0,202
	LB	0,03	0,05	0,309
	LSL	0,00	0,01	0,317
10. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,00	0,02	0,101
	LB	0,01	0,04	0,099
	LSL	0,00	0,00	1,000
14. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,01	0,03	0,202
	LB	0,02	0,06	0,090
	LSL	0,01	0,00	0,317
18. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,02	0,04	0,190
	LB	0,04	0,08	0,183
	LSL	0,00	0,00	1,000

KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 47 und Tabelle 48 (Anhang Seiten 151 und 152) dargestellt

4.1.1.3.2 Gefiederverlust

Herkunft ($p < 0,001$), Variante ($p < 0,001$) und Alter ($p < 0,001$) beeinflussten den Gefiederzustand im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression für den Gesamtgefiederscore ($p < 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,123. Die Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 51 auf Seite 153 des Anhangs.

Der gruppierte Median des Gesamtgefiederscores ist der Tabelle 19 zu entnehmen, die Scores für die einzelnen Gefiederregionen befinden sich in Tabelle 44 bis Tabelle 46 des Anhangs (Seiten 148 bis 150). Zu verschiedenen Zeitpunkten wurde dieser Parameter sowohl von der Hybridherkunft als auch von der Variante signifikant beeinflusst. Zur zweiten ($p < 0,001$), vierten ($p < 0,001$) und sechsten LW ($p = 0,007$) zeigten die LB-Hennen weniger Gefiederschäden als

die LSL-Hennen, fortan zur zehnten, 14. und 18. LW erheblich stärkere Gefiederschäden ($p < 0,001$).

Über die Hybridherkünfte hinweg konnte das Vorhandensein von BM zur zweiten LW ($p = 0,006$), vierten LW ($p = 0,001$) und 14. LW ($p = 0,028$) sowie tendenziell auch zur zehnten LW ($p = 0,063$) die Gefiederschäden reduzieren. Bezogen auf die einzelnen Herkünfte war der Effekt zur zweiten und vierten LW nur bei den LSL- sowie zur zehnten und 14. LW nur bei den LB-Hennen signifikant.

Tabelle 19: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Gefiedergesamtscore während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
2. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,15	0,09	0,006
	LB	0,07	0,06	0,687
	LSL	0,23	0,12	<0,001
4. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,29	0,14	0,001
	LB	0,13	0,10	0,596
	LSL	0,49	0,18	<0,001
6. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,17	0,13	0,247
	LB	0,09	0,10	0,947
	LSL	0,26	0,16	0,124
10. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,37	0,27	0,063
	LB	0,64	0,43	0,026
	LSL	0,15	0,13	0,317
14. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,50	0,36	0,028
	LB	1,34	0,80	0,001
	LSL	0,03	0,04	0,473
18. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,29	0,26	0,565
	LB	0,61	0,50	0,437
	LSL	0,08	0,08	1,000

fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 47 und Tabelle 48 (Anhang Seiten 151 und 152) dargestellt

Die Anteile der einzelnen Scores im Verlauf der Aufzucht getrennt nach Braun- und Weißleghennen geben Abbildung 14 und Abbildung 15 wieder.

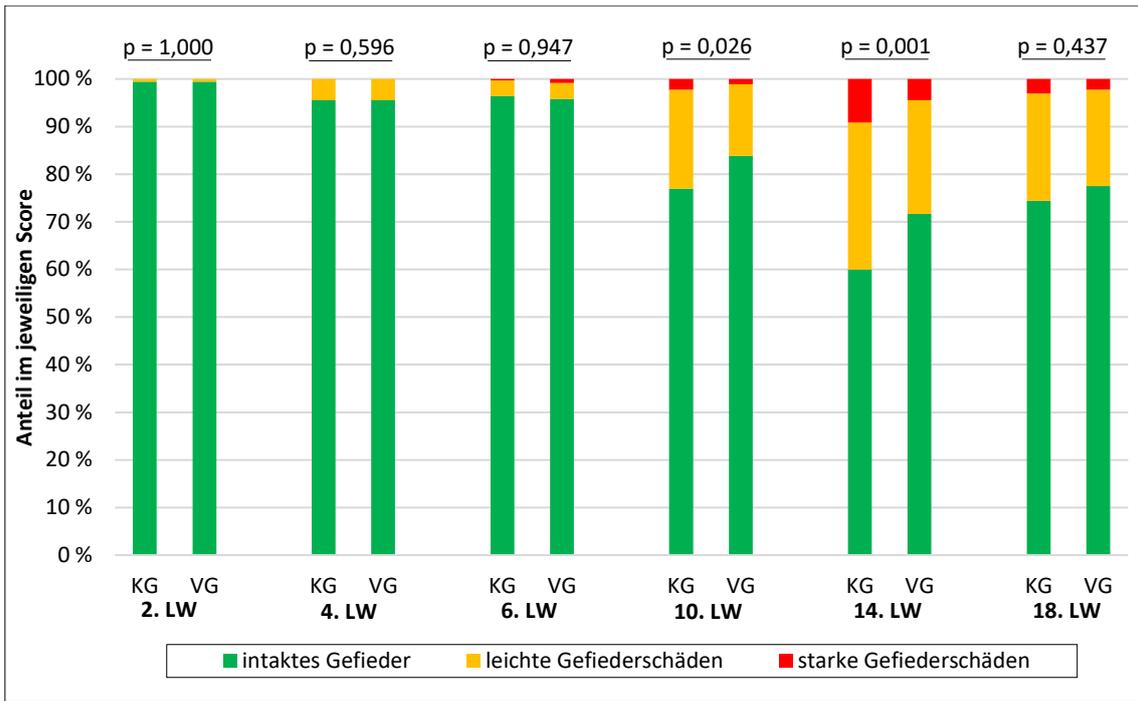


Abbildung 14: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Braunlegerhennen

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Schwung- und Bauchgefieder); KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LW = Lebenswoche(n); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 9

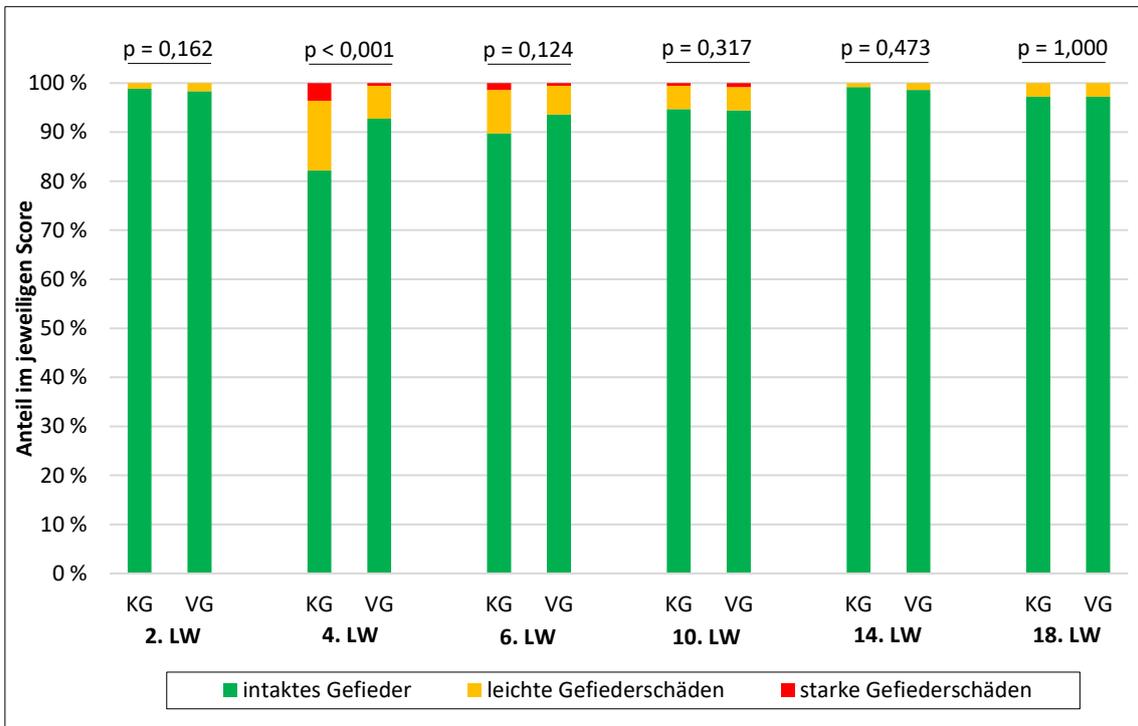


Abbildung 15: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Weißlegerhennen

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Schwung- und Bauchgefieder); KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LW = Lebenswoche(n); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 9

Die beiden Herkünfte wichen im Verlauf der Gefiederschäden während der Aufzucht deutlich voneinander ab. Die Weißleger-Küken zeigten v.a. einen deutlichen Gefiederverlust nach der zweiten LW, wobei in der vierten LW das Maximum an leichten (Score 1, KG: 14,2 %, VG: 6,7 %) und starken Gefiederschäden (Score 2, KG: 3,6%, VG: 0,6 %) gegeben war. Zugleich war zu diesem Zeitpunkt auch die Differenz zwischen KG und VG am größten. Nach der vierten LW reduzierten sich die Gefiederschäden bei den LSL-Hennen. Die LB-Küken hatten dagegen bis einschließlich zur vierten Woche keinen starken Gefiederverlust (Score 2), woraufhin jedoch ein sehr starker Anstieg an Gefiederschäden mit einem Peak in der 14. LW (leichte Schäden: KG 30,8 %, VG 23,9 %; starke Schäden: KG 9,2 %, VG 4,4 %) stattfand. Zum Zeitpunkt der maximalen Gefiederschäden war bei den LB-Hennen auch die Differenz zwischen KG und VG am ausgeprägtesten.

4.1.1.3.3 Haut- und Zehenverletzungen

Im Gesamtmodell der logistischen Regression ($p = 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,020 beeinflussten die Herkunft ($p = 0,021$), Variante ($p = 0,008$) und das Alter ($p = 0,043$) das Auftreten von Hautverletzungen signifikant. Die dazugehörigen Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 55 auf Seite 157 des Anhangs.

Tabelle 20 stellt den gruppierten Median für Hautverletzungen dar. Die Herkünfte unterschieden sich in den Hautverletzungen zur vierten, 14. und 18. LW ($p < 0,001$), wobei analog zum Gesamtgefiederscore zur vierten LW bei den LSL-Hennen und zur 14. und 18. LW bei den LB-Hennen die stärkeren Schäden zu beobachten waren. Kein Herkunftseffekt bestand zur zweiten ($p = 1,000$), sechsten ($p = 0,611$) und zehnten LW ($p = 0,316$).

Ein Effekt des BM auf das Auftreten von Hautverletzungen war in der 14. LW unabhängig der Herkunft sowie innerhalb der LB-Gruppen festzustellen ($p \leq 0,05$). Der höchste gruppierte Median für Hautverletzungen ist bei den LSL in der vierten LW und bei den LB-Hennen in der 14. LW vorhanden.

Tabelle 20: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore der Hautverletzungen während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
2. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	1,000
4. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,11	0,06	0,060
	LB	0,00	0,01	0,317
	LSL	0,22	0,11	0,027
6. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,04	0,03	0,611
	LB	0,03	0,03	0,702
	LSL	0,05	0,03	0,309
10. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,01	0,00	0,316
	LB	0,02	0,01	0,562
	LSL	0,01	0,00	0,562
14. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,13	0,08	0,045
	LB	0,28	0,15	0,029
	LSL	0,00	0,00	1,000
18. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,03	0,03	0,780
	LB	0,06	0,05	0,778
	LSL	0,00	0,00	1,000

*fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 47 und Tabelle 48 (Anhang Seiten 151 und 152) dargestellt*

Im Verlauf der Hautverletzungen über die Aufzucht (Abbildung 16 und Abbildung 17) zeigte sich für die Herkunft LB ein Peak zur 14. LW, für die Herkunft LSL zur vierten LW. Damit stimmten die Zeitpunkte der maximalen Hautverletzungen bei beiden Herkünften mit denen der maximalen Gefiederschäden überein. Die von der zweiten zur vierten LW bei den LSL-Hennen stark gestiegene Prävalenz an Hautverletzungen reduzierte sich fortan bis zum Aufzuchtende. Starke Hautverletzungen (Score 2) traten bei den LB ab der 14. LW auf (KG: 6,7 %, VG: 1,7 %) und sind auch noch zur 18. LW anzutreffen (KG: 0,8 %, VG: 0,8 %).

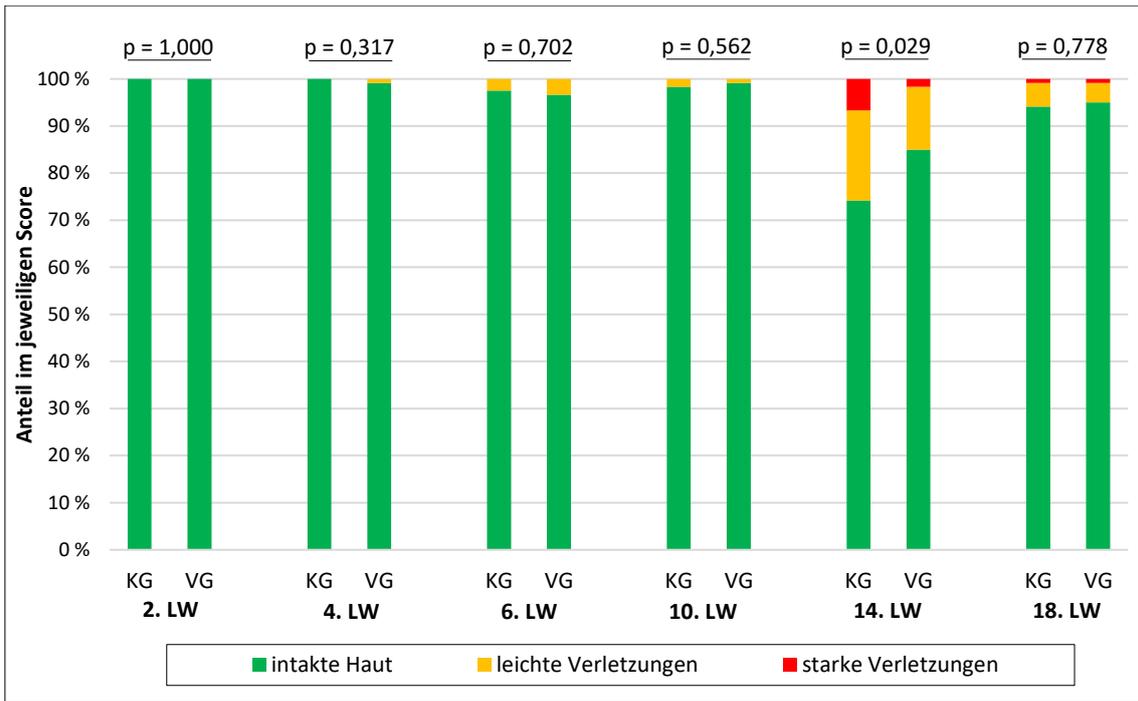


Abbildung 16: Relative Anteile der Boniturscores für den Hautzustand von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Braunlegerhennen
 KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LW = Lebenswoche(n); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 9

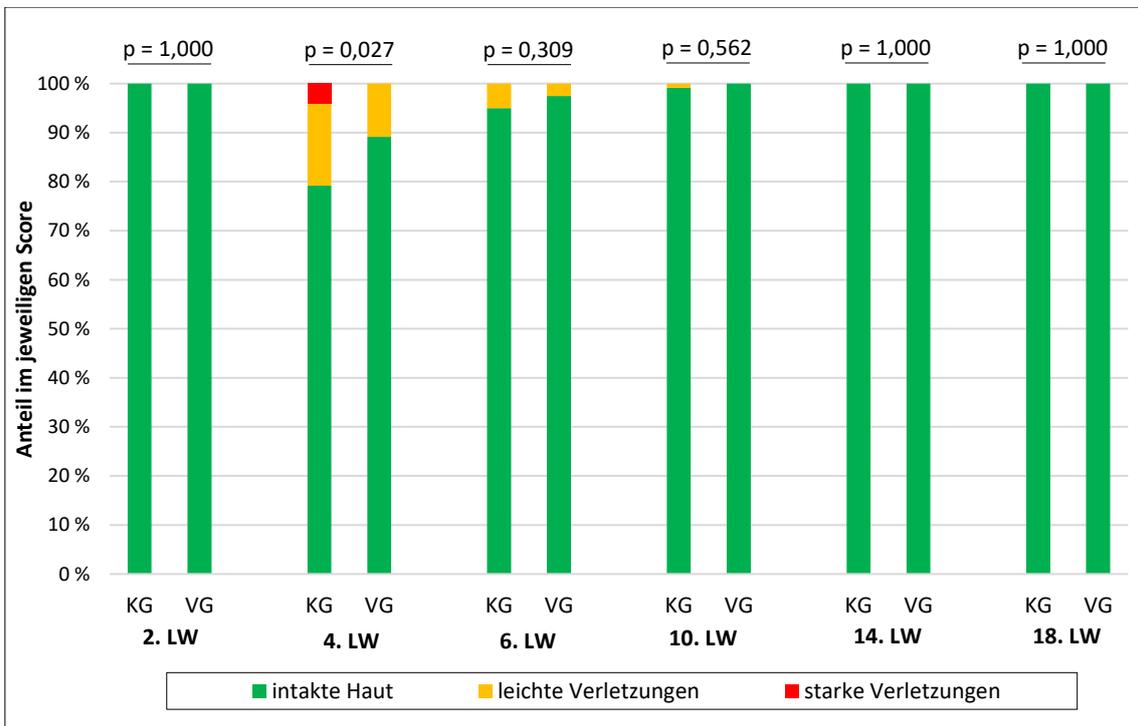


Abbildung 17: Relative Anteile der Boniturscores für den Hautzustand von der zweiten bis 18. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial bei den Weißlegerhennen
 KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LW = Lebenswoche(n); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 9

Mit einem Nagelkerke R^2 von 0,141 hatte im Gesamtmodell der logistischen Regression ($p = 0,001$) lediglich das Alter einen tendenziellen Einfluss ($p = 0,052$) auf Zehenverletzungen. Herkunft ($p = 0,987$) und Variante ($p = 1,000$) hatten keinen statistisch absicherbaren Einfluss. Die betreffenden Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 56 auf Seite 157 des Anhangs.

Tabelle 21 stellt den Score für Zehenverletzungen dar, welche während der gesamten Aufzucht bei keiner der Braunlegerhennen zu beobachten war. Bei den Küken der Herkunft LSL waren dagegen zur vierten, sechsten und zehnten LW Zehenverletzungen zu beobachten. Ein Herkunftseffekt bestand zur vierten LW ($p = 0,004$).

Tabelle 21: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore der Zehenverletzungen während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
2. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	1,000
4. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,02	0,01	0,478
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,04	0,03	0,477
6. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	0,317
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,01	0,317
10. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,01	0,563
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,01	0,02	0,562
14. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	1,000
18. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	1,000

KG = Kontrollgruppe (ohne Beschäftigungsmaterial), VG = Versuchsgruppe (mit Beschäftigungsmaterial), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 47 und Tabelle 48 (Anhang Seiten 151 und 152) dargestellt

4.1.2 Legeperiode

Während der Legeperiode wurde der Einfluss vier verschiedener Konstellationen in der Bereitstellung von BM auf die biologische Leistung, Eiqualität, Körpermasse, Tierverluste, den Futterverbrauch, die Schlachtmerkmale, Wirtschaftlichkeit und den Integumentzustand untersucht. Der Variante 1 (V1) stand über die gesamte Studiendauer kein BM zur Verfügung. Variante 2 (V2) wurde mit BM aufgezogen, hatte jedoch während der Legeperiode kein BM zur Verfügung. Dagegen verfügte Variante 3 (V3) nach einer Aufzucht ohne BM in der Legeperiode über ein zusätzliches Beschäftigungsangebot. Während der gesamten Studiendauer hatten die Hennen der Variante 4 (V4) Zugang zu BM.

Ferner wurde auch auf Differenzen zwischen den beiden Hybridherkünften LB und LSL untersucht, welche in den Merkmalen Eigewicht, Anteil an S-Eiern, Luzerneverbrauch, Eiklarkonsistenz, Bruchfestigkeit der Eischalen, Schmutzeieranteil, Körpermasse, Körpermassezuwachs, Tierverluste aufgrund von Zehenkannibalismus, Muskelmagenanteil an der Körper- und Schlachtmasse sowie Merkmalen des Integumentzustands signifikant vorhanden waren.

Stalltemperaturen und die relative Luftfeuchtigkeit des Stallraums im Verlauf der Aufzuchtperiode werden in Abbildung 42 (Anhang Seite 145) dargestellt. Der realisierte Stichprobenumfang für die Wiegung und Bonitur während der Legeperiode wird in Tabelle 22 aufgeführt.

Tabelle 22: Anzahl der gewogenen bzw. bonitierten Tiere nach Herkunft und Variante

Alter/ Kriterium	LB (n Tiere)				LSL (n Tiere)			
	V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)
Körpermasse (abteilweise Wiegung, zwei Abteile je Herkunft und Variante)								
20. LW	60	60	60	60	60	60	60	60
22. LW	60	60	60	60	60	60	60	60
24. LW	60	59	60	60	60	60	60	60
26. LW	60	59	60	60	60	60	60	60
28. LW	60	59	60	60	60	60	60	60
32. LW	59	59	59	59	59	59	60	60
Körpermasse (Einzeltierwiegung, zur 30. und 45. LW vier Abteile je Herkunft und Variante, zur 48. LW alle Abteile)								
30. LW	118	120	118	119	119	113	119	120
45. LW	113	116	115	119	116	112	113	119
48. LW	144	173	173	149	173	140	141	173
Bonitur (alle anwesenden Hennen von vier Abteilen je Herkunft und Variante)								
25. LW	120	120	120	120	120	120	120	120
30. LW	118	120	119	120	118	119	119	120
40. LW	117	116	116	119	117	116	115	119
48. LW	116	114	115	115	115	115	113	118

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n)

4.1.2.1 Biologische Leistung und Eiqualität

Als biologische Leistungsmerkmale wurden die Legeleistung, das Eigewicht und die Eimasseproduktion herangezogen. In der Eizahl/AH ($p = 0,487$) und Eizahl/DH ($p = 0,105$) waren keine Herkunftsunterschiede zu beobachten. Das mittlere Eigewicht war dagegen bei den Braunlegern um 0,5 g höher als bei den Weißlegern ($p = 0,027$).

Die Mittelwerte für die Eizahl, das Eigewicht und die Eimasseproduktion werden in Tabelle 23 in Abhängigkeit der Variante dargestellt.

Tabelle 23: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Eizahl, das Eigewicht und die Eimasseproduktion während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				SEM	p-Wert	
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)		Var.	Her.*Var.
Eizahl/AH (Stück) (MW ± STW)	LB / LSL	168,1 ± 5,0	164,7 ± 9,1	167,1 ± 5,9	167,5 ± 7,7	2,90	0,641	0,098
	LB	165,3 ± 4,5	168,2 ± 6,0	165,9 ± 7,0	164,4 ± 9,0			
	LSL	170,4 ± 4,4	160,6 ± 11,3	168,5 ± 4,5	170,2 ± 6,1			
Eizahl/DH (Stück) (MW ± STW)	LB / LSL	171,4 ± 5,9	169,1 ± 6,1	170,8 ± 4,8	169,2 ± 8,5	2,24	0,714	0,208
	LB	169,1 ± 6,2	170,8 ± 4,8	168,8 ± 5,0	165,1 ± 9,3			
	LSL	173,2 ± 5,3	167,2 ± 7,6	173,3 ± 3,3	172,6 ± 6,6			
Eigewicht (g) (MW ± STW)	LB / LSL	61,5 ± 0,7^a	61,5 ± 1,0^a	62,2 ± 0,8^b	62,2 ± 0,5^b	0,32	0,028	0,952
	LB	61,6 ± 0,4	61,8 ± 1,1	62,5 ± 0,8	62,5 ± 0,3			
	LSL	61,3 ± 0,8	61,1 ± 1,0	61,9 ± 0,8	62,0 ± 0,2			
Eimasse/AH (kg) (MW ± STW)	LB / LSL	10,3 ± 0,3	10,1 ± 0,6	10,4 ± 0,4	10,4 ± 0,5	0,19	0,375	0,111
	LB	10,2 ± 0,2	10,4 ± 0,3	10,4 ± 0,5	10,3 ± 0,5			
	LSL	10,4 ± 0,3	9,8 ± 0,8	10,4 ± 0,4	10,6 ± 0,4			
Eimasse/DH (kg) (MW ± STW)	LB / LSL	10,5 ± 0,3	10,4 ± 0,4	10,6 ± 0,4	10,5 ± 0,5	0,17	0,586	0,230
	LB	10,4 ± 0,3	10,6 ± 0,2	10,5 ± 0,3	10,3 ± 0,5			
	LSL	10,6 ± 0,3	10,2 ± 0,5	10,7 ± 0,3	10,7 ± 0,4			

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, AH = Anfangshenne, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, DH = Durchschnittshenne

Im Zeitraum von der 21. bis 48. LW legte eine DH der Studie 170,2 Eier (86,8% Legeleistung je DH). Sowohl in der Legeleistung als auch in der Eimasseproduktion war kein Effekt der Variante zu beobachten. Lediglich bei den LSL-Hennen war die Eimasseproduktion bei V2 tendenziell niedriger als bei den anderen Varianten. Numerisch wies die Nullkontrolle V1 mit $168,1 \pm 4,9$ Eiern (MW ± STW) sogar die höchste Eizahl je eingestellter Henne auf. Das Eigewicht betrug durchschnittlich $61,8 \pm 0,8$ g (MW ± STW) und wurde durch die Variante beeinflusst. Dabei wiesen V1 und V2 ein niedrigeres Eigewicht auf als V3 und V4, das heißt, das Bereitstellen von BM während der Legeperiode führte zur Steigerung des Eigewichts. Damit einher gingen auch Differenzen in der Verteilung der Eigewichtsklassen (Abbildung 18) mit einem höheren Anteil an L-Eiern (MW ± STW: V1: $36,8 \pm 4,9$ %, V2: $37,0 \pm 6,2$ %, V3: $41,3 \pm 4,9$ %, V4: $42,3 \pm 4,3$ %, $p = 0,021$) und zugleich niedrigeren M-Eier-Anteil (V1: $53,1 \pm 5,2$ %, V2: $52,4 \pm 6,4$ %, V3: $48,4 \pm 4,7$ %, V4: $47,8 \pm 4,0$ %, $p = 0,048$) bei V3 und V4 gegenüber V1 und V2. Im Hinblick auf die Eigewichtsklassenverteilung der Herkünfte bestand im Anteil an M-Eiern kein Unterschied ($p = 0,209$), jedoch war bei den Braunlegern im Vergleich zu den Weißlegern der Anteil an S-Eiern

signifikant niedriger ($p < 0,001$) sowie der L-Eier-Anteil ($p = 0,065$) und XL-Eier-Anteil ($p = 0,065$) tendenziell höher.

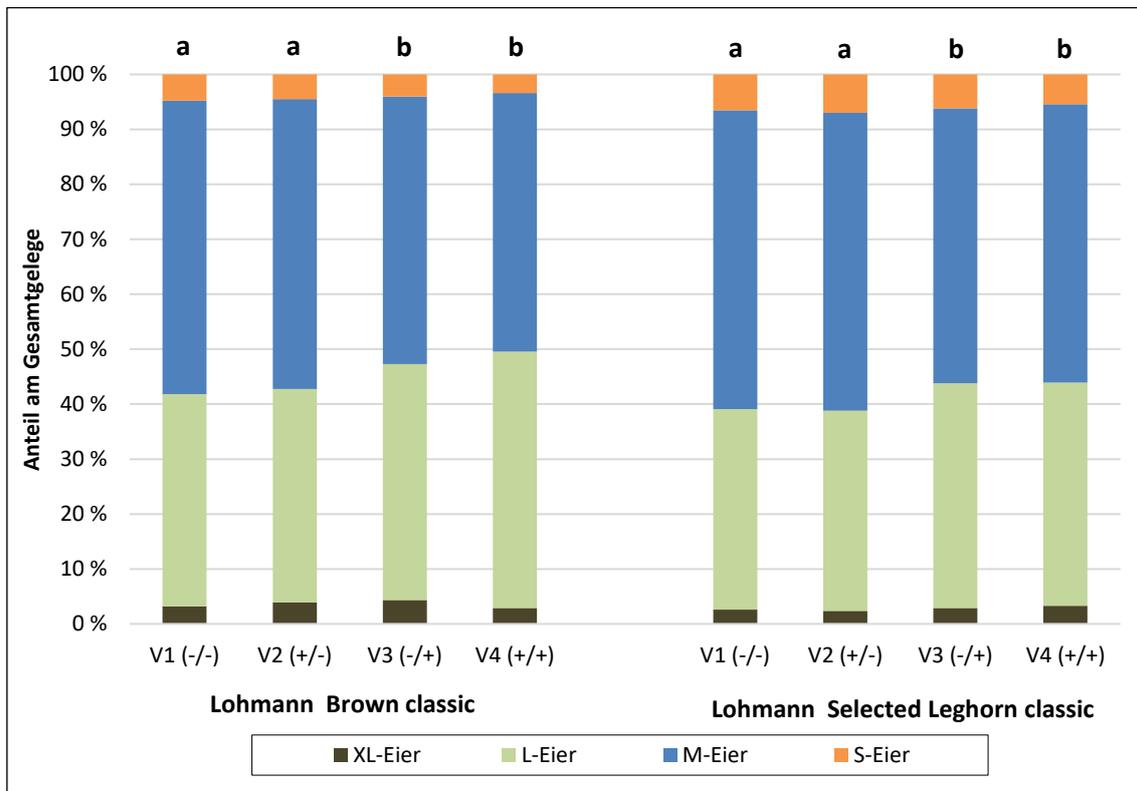


Abbildung 18: Anteile der Eigewichtsklassen am Gesamtgelege der Braun- und Weißleger in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

unterschiedliche Indizes innerhalb einer Hybridherkunft kennzeichnen signifikante Unterschiede im Anteil an M- und L-Eiern; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer)

Die Anteile an Knick-, Schmutz- und Bodeneiern am Gesamtgelege werden in Tabelle 24 dargestellt. In den Einstreubereich wurden 1,1 % (1.-3. Quartil: 0,7-2,3 %) der Eier verlegt und galten damit als Bodeneier. Die Verlegerate der LB-Hennen unterschied sich mit 1,3 % (1.-3. Quartil: 0,9-2,2) nicht signifikant von der der LSL-Hennen mit 0,9 % (Median, 1.-3. Quartil: 0,7-2,6 %, $p = 0,241$). Unabhängig der Herkunft führte jedoch die Kombination des Bereitstellens von BM in der Aufzucht und Legeperiode (V4) zu einem gegenüber den drei anderen Varianten höheren Bodeneieranteil. Auch innerhalb der LSL-Hennen bestand dieser Effekt, aber nicht innerhalb der LB-Gruppen.

Verschmutzte Eier bildeten 1,4 % (1.-3. Quartil: 1,1-1,9 %) des Gesamtgeleges, wobei dieser Anteil bei den LB-Gruppen mit 1,8 % (1.-3. Quartil: 1,3-2,2 %) höher

lag als bei den LSL-Hennen mit 1,2 % (Median, 1.-3. Quartil: 1,0-1,4 %, $p = 0,002$). Differenzen zwischen den Varianten bestehen im Schmutzeieranteil aber nicht. Im Knickeieranteil zeigte sich dagegen ein Effekt der Variante. Bei beiden Varianten mit BM während der Aufzucht (V2 und V4) lag dieser höher als bei V3. V4 unterschied sich zudem von V1. Numerisch sind die Differenzen bei den LSL-Gruppen deutlicher ausgeprägt als bei den LB-Gruppen. Über alle Varianten wurden 0,3 % (Median, 1.-3. Quartil: 0,1-0,6 %) der gelegten Eier als Knickeier klassifiziert, ohne dass ein Herkunftseffekt bestand ($p = 0,778$).

Tabelle 24: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Anteil an Knick-, Schmutz- und Bodeneiern am Gesamtgelege während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				p-Wert Var.
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
Knickeier (%) (Median [1.-3. Quartil])	LB / LSL	0,3 (0,0-0,4) ^{ab}	0,4 (0,3-0,7) ^{bc}	0,2 (0,1-0,3) ^a	0,5 (0,4-0,8) ^c	0,008
	LB	0,3 (0,1-0,9)	0,4 (0,2-0,7)	0,3 (0,2-0,4)	0,4 (0,1-0,6)	0,757
	LSL	0,2 (0,0-0,4) ^a	0,5 (0,3-1,0) ^{ab}	0,1 (0,1-0,3) ^a	0,8 (0,5-1,7) ^b	0,008
Schmutzeier (%) (Median [1.-3. Quartil])	LB / LSL	1,3 (0,9-1,7)	1,3 (0,7-2,0)	1,3 (1,1-1,8)	1,7 (1,2-2,1)	0,606
	LB	1,7 (1,4-2,0)	1,5 (0,6-2,4)	1,8 (1,2-2,7)	2,1 (1,5-2,6)	0,652
	LSL	1,1 (0,7-1,3)	1,2 (0,9-1,6)	1,2 (0,9-1,3)	1,4 (1,1-1,7)	0,364
Anteil Bodeneier (%) (Median [1.-3. Quartil])	LB / LSL	0,8 (0,6-1,4) ^a	0,9 (0,7-1,5) ^a	0,9 (0,8-2,1) ^a	2,6 (1,3-5,0) ^b	0,019
	LB	1,1 (0,8-2,6)	1,0 (0,7-1,5)	1,9 (1,0-3,0)	1,3 (1,2-4,0)	0,230
	LSL	0,7 (0,6-1,2) ^a	0,9 (0,7-2,1) ^a	0,8 (0,7-1,0) ^a	3,3 (2,2-5,2) ^b	0,021

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), Var. = Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, DH = Durchschnittshenne

Für die Eiklarkonsistenz und Bruchfestigkeit werden die Mittelwerte in Abhängigkeit der geprüften Varianten in Tabelle 25 dargestellt. Auf die Eiklarkonsistenz und Bruchfestigkeit hatte die Hybridherkunft einen signifikanten Einfluss. Dabei war die Eiklarkonsistenz der LB-Hennen mit $86,2 \pm 6,4$ HU niedriger als die der LSL-Hennen mit $91,2 \pm 5,2$ HU (MW \pm STW, $p = 0,006$). Die Bruchfestigkeit war dagegen bei den Eiern der LB ($44,7 \pm 11,1$ N) höher als bei denen der LSL (MW \pm STW: $40,2 \pm 7,7$ N, $p < 0,001$). Von der Variante waren die Eiklarkonsistenz ($p = 0,214$) und Schalenstabilität ($p = 0,162$) unbeeinflusst.

Tabelle 25: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Eiklarkonsistenz und Bruchfestigkeit der Eischalen in der 42. Lebenswoche

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				SEM	p-Wert	
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)		Var.	Her.*Var.
Eiklarkonsistenz (HU) (<i>MW ± STW</i>)	LB / LSL	88,9 ± 5,8	87,7 ± 7,0	89,0 ± 6,4	89,2 ± 5,9	0,25	0,214	0,504
	LB	86,5 ± 6,1	85,8 ± 6,5	86,5 ± 6,6	86,0 ± 6,4			
	LSL	90,9 ± 4,8	90,0 ± 7,0	91,9 ± 4,6	91,8 ± 3,7			
Bruchfestigkeit (N) (<i>MW ± STW</i>)	LB / LSL	42,3 ± 9,4	41,6 ± 9,9	43,9 ± 9,8	42,2 ± 9,9	0,38	0,162	0,194
	LB	43,5 ± 11,1	44,6 ± 11,0	46,1 ± 10,6	44,5 ± 11,6			
	LSL	41,3 ± 7,5	40,8 ± 6,8	41,1 ± 7,8	40,2 ± 7,9			

V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, HU = Haugh Unit nach EISEN et al. (1962), N = Newton

4.1.2.2 Körpermasse

Der Verlauf der Körpermasse in der Legeperiode ist getrennt nach der Hybridherkunft in Abbildung 19 und Abbildung 20 (dazugehöriger Stichprobenumfang in Tabelle 22) dargestellt.

Beide Herkünfte steigerten ihre Körpermasse nach der Einstallung bis zur 24. LW und lagen dabei über den Sollvorgaben des Zuchtunternehmens. Im weiteren Verlauf konnten die LSL-Hennen ihre Körpermasse leicht steigern, wohingegen sich die Körpermasse der LB-Hennen nach der 26. LW reduzierte und das Niveau der 26. LW auch bis zur 48. LW nicht mehr erreichte. Damit entstand eine zunehmende, deskriptive Differenz zur Soll-Körpermasse für die Herkunft LB.

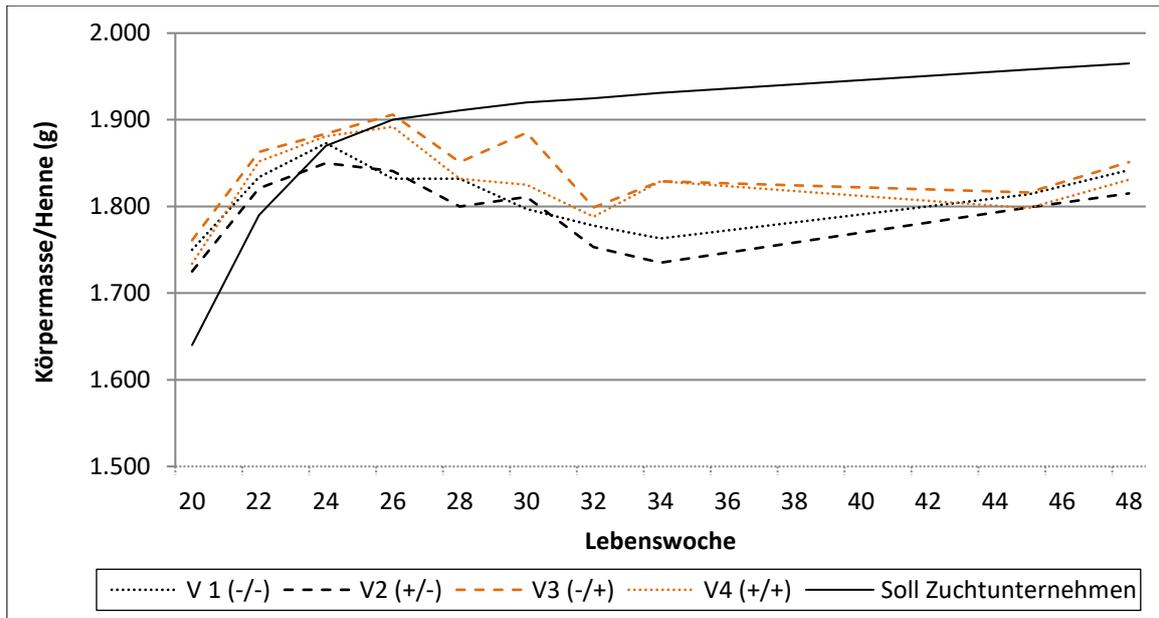


Abbildung 19: Verlauf der Körpermasse der Braunleger während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche) in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

Soll nach LOHMANN TIERZUCHT (2017); V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Stichprobenumfang: siehe Tabelle 22

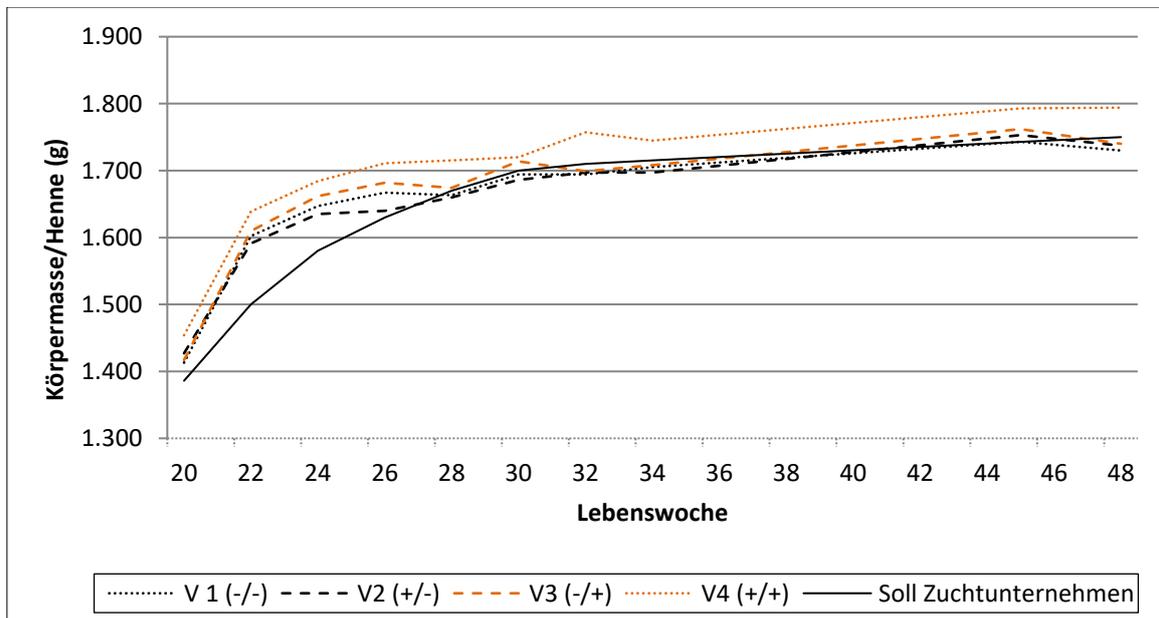


Abbildung 20: Verlauf der Körpermasse der Weißleger während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche) in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

Soll nach LOHMANN TIERZUCHT (2017); V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Stichprobenumfang: siehe Tabelle 22

Im Test des Verlaufs der Körpermasse (Abbildung 21) waren die LB-Hennen schwerer als die LSL-Hennen ($p < 0,001$).

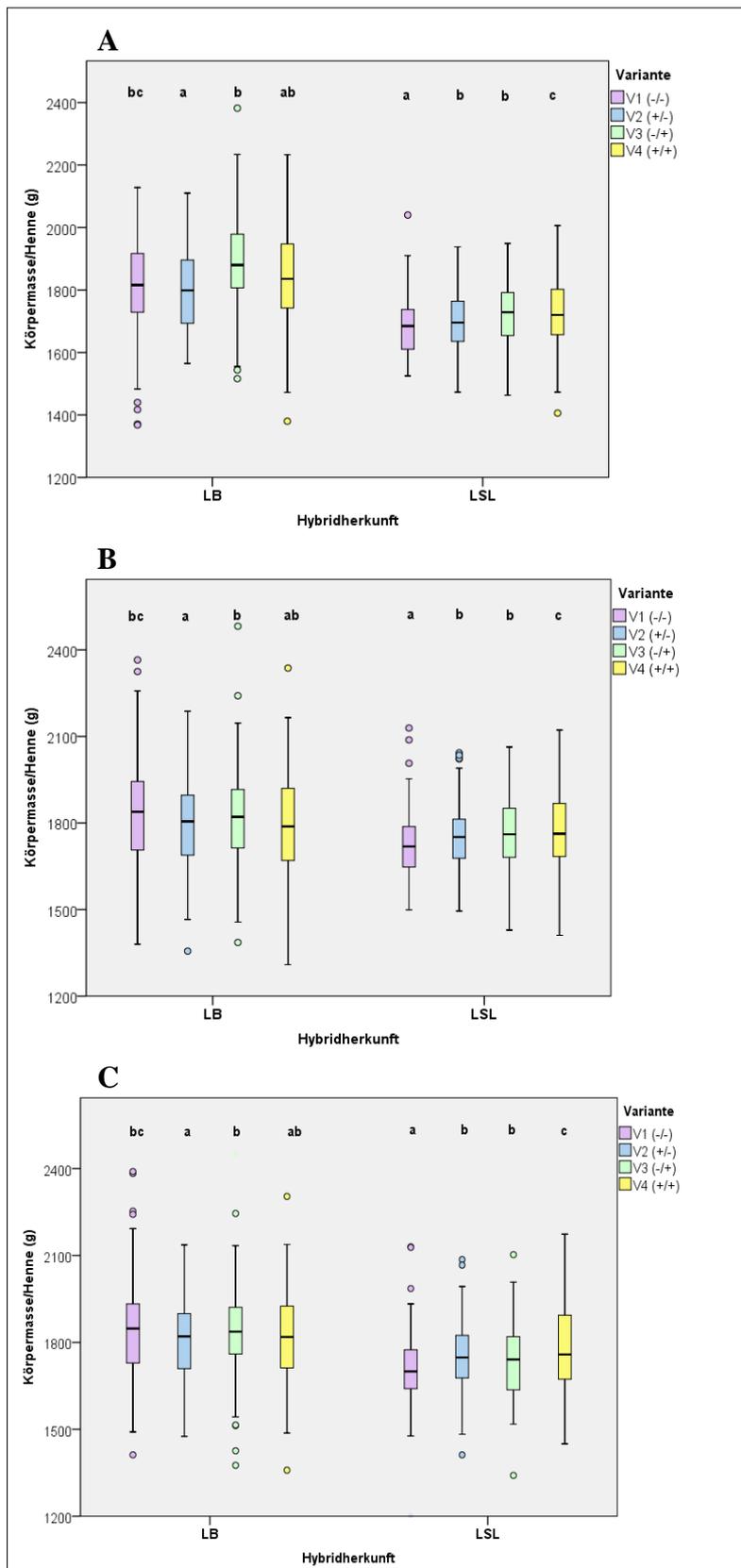


Abbildung 21: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Körpermasse zur 30. (A), 45. (B) und 48. Lebenswoche (C)

unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten einer Hybridherkunft; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic

Auch die Variante hatte einen signifikanten Einfluss auf die Körpermasse sowohl über beide Herkünfte ($p < 0,001$), als auch innerhalb der LB-Gruppen ($p = 0,001$) und LSL-Gruppen ($p < 0,001$). Der Test über beide Herkünfte zeigte in den Gruppen mit Zugang zu BM während der Legeperiode (V3 und V4) eine höhere mittlere Körpermasse als in den Gruppen ohne BM (V1 und V2). Mit signifikanter Interaktion zwischen Herkunft und Variante ($p < 0,001$) unterscheidet sich die Rangfolge der Varianten zwischen den Herkünften. So war die mittlere Körpermasse der LB-Hennen bei V2 signifikant niedriger als in den Gruppen mit einer Aufzucht ohne BM (V1 und V3). Bei den LSL-Hennen dagegen unterschied sich V4 mit der höchsten mittleren Körpermasse zu allen anderen Varianten, gefolgt von den Hennen der Varianten 2 und 3, die wiederum schwerer waren als die V1-Hennen.

Zur Beurteilung der Tierentwicklung ist in Tabelle 26 der Zuwachs an Körpermasse für drei Altersabschnitte dargestellt. Im Zuwachs von der 21.-26. LW und 27.-32. LW unterscheiden sich die Herkünfte signifikant. So lag der wöchentliche Zuwachs in der ersten genannten Phase bei den LB mit $20,9 \pm 5,8$ g unter dem der LSL mit $41,2 \pm 4,0$ g (MW \pm STW, $p < 0,001$). Im Zeitraum 27.-32. LW verloren die LB-Hennen durchschnittlich $14,7 \pm 6,7$ g Körpermasse/LW, wohingegen die LSL-Hennen wöchentlich $6,1 \pm 5,9$ g Körpermasse zunahm (MW \pm STW, $p < 0,001$). Im dritten Altersabschnitt (33.-48. LW) bestehen im Körpermassezuwachs keine Differenzen zwischen den Herkünften (MW \pm STW: LB $3,4 \pm 3,0$ g, LSL $2,4 \pm 2,1$ g, $p = 0,535$). Hinsichtlich der Variante ist nur ein Effekt für den Altersabschnitt 21.-26. LW zu beobachten, wobei der Körpermassezuwachs von V4 über dem von V2 lag. Tendenziell war zudem der Zuwachs von V4 höher als bei V1 sowie bei V3 höher als bei V2. Damit haben die Gruppen mit BM während der Legeperiode (V3 und V4) einen signifikant bzw. tendenziell höheren Körpermassezuwachs im Zeitraum nach der Einstallung als die Gruppen ohne BM während der Legeperiode (V1 und V2).

Tabelle 26: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Zuwachs an Körpermasse während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				SEM	p-Wert	
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)		Var.	Her.*Var.
Zuwachs 21.-26. LW (g KM / Woche) (MW ± STW)	LB / LSL	28,1 ± 16,8^{ab}	27,7 ± 9,5^a	34,1 ± 11,7^{ab}	34,6 ± 9,9^b	2,886	0,015	0,056
	LB	13,7 ± 3,5	19,4 ± 3,3	24,1 ± 3,3	26,3 ± 3,7		0,074	
	LSL	42,4 ± 4,0	35,5 ± 0,6	44,1 ± 0,3	42,9 ± 2,4		0,070	
Zuwachs 27.-32. LW (g KM / Woche) (MW ± STW)	LB / LSL	-2,3 ± 8,8	-2,6 ± 14,3	-7,4 ± 13,0	-4,8 ± 17,2	3,090	0,734	0,682
	LB	-9,1 ± 6,2	-14,7 ± 1,0	-17,8 ± 6,5	-7,3 ± 11,8		0,660	
	LSL	4,5 ± 2,8	9,5 ± 4,9	2,9 ± 5,8	5,8 ± 11,4		0,786	
Zuwachs 33.-48. LW (g KM / Woche) (MW ± STW)	LB / LSL	3,1 ± 4,8	3,2 ± 1,5	2,9 ± 2,1	2,5 ± 2,0	0,654	0,990	0,991
	LB	4,0 ± 7,0	3,9 ± 1,4	3,3 ± 1,1	2,6 ± 3,3		0,984	
	LSL	2,3 ± 4,0	2,5 ± 1,8	2,6 ± 3,5	2,3 ± 0,6		0,999	

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KM = Körpermasse, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, DH = Durchschnittshenne

4.1.2.3 Verbrauch an Futter und Beschäftigungsmaterial

Der in Tabelle 27 dargestellte Futtermittelverbrauch ($p = 0,487$) und die resultierende Futtermittelverwertung ($p = 0,731$) zeigten keine Effekte der Herkunft. Die Differenz zwischen den Herkünften im Luzerneverbrauch belief sich auf einen Mehrverbrauch der LB-Gruppen von 81,1 g/Henne ($p < 0,001$). Kein Herkunftseffekt bestand im Picksteinverbrauch ($p = 0,450$).

Futtermittelverwertung und Futtermittelverbrauch waren unbeeinflusst von der Variante, womit das Bereitstellen von BM nicht zu einer Veränderung des Mischfuttermittelverbrauchs führte. Die Variante beeinflusste den Verbrauch an Luzernematerial, nicht aber den an Picksteinsubstrat. Hatten die Legehennen bereits während der Aufzucht BM-Zugang (V4), so verbrauchte die durchschnittliche Henne der Studie 92,2 g mehr Luzerne als bei einer Aufzucht ohne BM ($p < 0,001$). Mit signifikanter Interaktion zwischen Herkunft und Variante ist dieser Effekt der Steigerung der Luzerneaufnahme bei den LB-Gruppen (+165,8 g/DH) deutlich ausgeprägter als bei den LSL-Hennen (+34,9 g/DH).

Tabelle 27: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Futtermitterverwertung und den Verbrauch an Futter, Pickstein und Luzernematerial während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

Merkmal / Einheit	Herkunft	Variante				SEM	p-Wert	
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)		Var.	Her.*Var.
täglicher FV (g/DH) (MW ± STW)	LB / LSL	119,5 ± 3,1	119,6 ± 2,8	120,3 ± 2,7	119,3 ± 2,6	0,852	0,835	0,881
	LB	119,1 ± 4,8	119,6 ± 1,7	119,4 ± 3,0	119,0 ± 1,2			
	LSL	119,8 ± 0,5	119,6 ± 4,0	121,3 ± 2,2	119,5 ± 3,5			
Futtermitterverwertung (kg Futter/kg EM) (MW ± STW)	LB / LSL	2,225 ± 0,064	2,256 ± 0,090	2,220 ± 0,085	2,224 ± 0,096	0,024	0,629	0,179
	LB	2,239 ± 0,075	2,223 ± 0,047	2,221 ± 0,062	2,264 ± 0,110			
	LSL	2,213 ± 0,073	2,297 ± 0,117	2,219 ± 0,060	2,190 ± 0,076			
Picksteinverbrauch (g/DH) (MW ± STW)	LB / LSL	/		190,2 ± 55,6	183,7 ± 65,8	26,44	0,863	0,353
	LB			211,0 ± 61,8	181,2 ± 100,0			
	LSL			165,4 ± 39,1	186,0 ± 25,6			
Luzernerverbrauch (g/DH) (MW ± STW)	LB / LSL	/		172,4 ± 21,9^a	264,6 ± 85,9^b	10,51	<0,001	<0,001
	LB			183,7 ± 23,7^a	349,5 ± 31,9^b			
	LSL			158,9 ± 8,8^a	193,8 ± 26,9^b			

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, FV = Futtermitterverbrauch, DH = Durchschnittshenne(n), MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, EM = Eimasse

4.1.2.4 Tierverluste

In Tabelle 28 werden die Mediane für die Mortalität, den Verlust an Produktionstagen, die Abgänge aufgrund von Hautkannibalismus sowie Abgänge aufgrund von Zehenkannibalismus zusammengefasst. Herkunftsunterschiede bestanden in der Abgangsrate aufgrund von Zehenkannibalismus. In den LB-Gruppen war Zehenkannibalismus bei keinem Tier die Abgangsursache, dagegen waren 0,6 % (Median, 1.-3. Quartil: 0,0-0,8 %) Tierverluste aufgrund von Zehenbeschädigungen bei den LSL-Gruppen zu verzeichnen ($p = 0,038$). Die Mortalität ($p = 0,132$), der Verlust an Produktionstagen ($p = 0,170$) und die Abgangsrate aufgrund von Hautkannibalismus ($p = 0,335$) wiesen keinen Herkunftseffekt auf.

Über die Studiendauer verendeten 3,3 % (1.-3. Quartil: 0,0-6,7 %) der Legehennen aller Gruppen, was einen Verlust an Produktionstagen von 1,4 % (Median, 1.-3. Quartil: 0,0-3,0 %) bedeutet. Infolge von Pickverletzungen der Haut (Kannibalismusverlust) verendeten im Verlauf der Legeperiode über alle Gruppen 0,7 % (Median, 1.-3. Quartil: 0,0-2,5 %). Das Angebot von BM konnte

keinen Einfluss auf die Mortalität, den Verlust an Produktionstagen und die Verluste aufgrund von Haut- und Zehenkannibalismus bewirken.

Tabelle 28: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Tierverluste während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				p-Wert Var.
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
Mortalität (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	4,1 (3,3-6,7)	3,3 (0,0-10,0)	4,4 (0,0-6,7)	1,9 (0,0-3,3)	0,429
	LB	4,2 (1,7-6,7)	3,3 (0,0-7,5)	2,5 (0,0-8,3)	0,7 (0,0-1,7)	0,294
	LSL	4,0 (2,5-6,7)	3,3 (0,0-9,0)	5,8 (3,3-8,3)	3,3 (0,0-7,5)	0,728
Verlust an Produktionstagen (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	1,6 (0,6-2,7)	1,0 (0,0-4,0)	2,5 (0,0-3,3)	0,1 (0,0-1,8)	0,360
	LB	1,4 (0,3-4,5)	0,7 (0,0-3,7)	1,1 (0,0-3,8)	0,4 (0,0-1,1)	0,360
	LSL	1,9 (0,7-2,5)	2,7 (0,0-8,5)	2,6 (1,9-3,7)	0,9 (0,0-2,5)	0,454
Abgänge Hautkannibalismus (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	0,9 (0,0-3,3)	0,7 (0,0-1,2)	1,7 (0,0-3,3)	0,3 (0,0-0,4)	0,258
	LB	2,0 (0,0-3,3)	0,6 (0,0-0,8)	2,0 (0,0-4,2)	0,0 (0,0-0,0)	0,144
	LSL	0,0 (0,0-0,0)	2,7 (0,0-6,7)	1,3 (0,0-3,3)	0,6 (0,0-0,8)	0,454
Abgänge Zehenkannibalismus (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	0,0 (0,0-0,9)	0,0 (0,0-0,4)	0,0 (0,0-0,5)	0,0 (0,0-0,4)	1,000
	LB	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	1,000
	LSL	1,1 (0,0-1,7)	0,7 (0,0-1,7)	0,7 (0,0-1,7)	0,6 (0,0-0,8)	0,990

V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), Var. = Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic

4.1.2.5 Schlachtmerkmale

Schlachtkörpermerkmale der am 337. Lebenstag erfolgten Schlachtung wurden von 132 Hennen (LB V1: n = 15, LB V2: n = 18, LB V3: n = 18, LB V4: n = 15, LSL V1: n = 18, LSL V2: n = 15, LSL V3: n = 15, LSL V4: n = 18) erfasst. Für die Schlachtmerkmale werden die Mediane der Ausschachtung in Tabelle 29 und die Mittelwerte der dekadisch logarithmierten Werte für die weiteren Schlachtmerkmale in Tabelle 30 dargestellt. Auf alle dargestellten Merkmale hatte die Herkunft einen signifikanten Einfluss ($p < 0,001$). Dabei war die Ausschachtung der LB (Median: 60,8 %, 1.-3. Quartil: 59,2-62,0 %) höher als die der LSL (Median: 58,5 %, 1.-3. Quartil: 57,3-59,8 %). Auch die Muskelmagenmasse und deren Anteil an der Schlacht-, Körper- und metabolischen Körpermasse lagen bei den LB über jenen der LSL.

Der Anteil an Abdominalfett am Schlachtkörper belief sich bei den LSL-Hennen auf 5,1 % (1.-3. Quartil: 4,2-6,1 %), bei den LB-Hennen auf 2,4 % (Median, 1.-3. Quartil: 2,6-4,3 %). Die logarithmierten Werte des Abdominalfettanteils lagen bei der Herkunft LSL höher als bei der Herkunft LB.

Tabelle 29: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Ausschachtung am 337. Lebenstag

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				p- Wert Var.
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
Ausschlachtung (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	60,3 (58,8-61,3) ^b	59,4 (58,0-60,9) ^b	60,5 (58,8-62,2) ^b	58,5 (57,6-59,8) ^a	0,004
	LB	61,3 (59,4-62,1) ^c	60,7 (59,3-61,2) ^b	61,9 (60,2-63,6) ^{bc}	59,4 (58,3-60,0) ^a	0,005
	LSL	59,5 (58,1-60,5)	58,0 (56,6-58,9)	59,2 (57,1-59,9)	57,9 (57,3-59,2)	0,060

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), Var. = Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic

Die Variante zeigte einen statistisch signifikanten Effekt auf die Ausschachtung, wobei V4 eine geringere Ausschachtung aufwies als die drei anderen Varianten. Innerhalb der LB-Gruppen war zudem bei V2 mit BM in der Aufzucht, aber ohne BM in der Legeperiode die Ausschachtung niedriger als die der Hennen, die während der gesamten Lebenszeit kein zusätzliches BM erhielten (V1). Innerhalb der geschlachteten LSL-Hennen war ein Einfluss der Variante nur tendenziell gegeben, jedoch in gleicher Rangfolge der Varianten wie bei den LB.

Tabelle 30: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die Muskelmagenmasse und deren Anteil an der Schlacht-, Körper- und metabolischen Körpermasse sowie auf den Abdominalfettanteil an der Schlachtmasse am 337. Lebenstag

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante				SEM	p-Wert	
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)		Var.	Her.*Var.
lg (Muskelmagenmasse [g]) <i>(MW ± STW)</i>	LB / LSL	1,42 ± 0,07	1,45 ± 0,09	1,44 ± 0,06	1,44 ± 0,08	0,016	0,412	0,680
	LB	1,46 ± 0,05	1,49 ± 0,07	1,47 ± 0,05	1,50 ± 0,07			
	LSL	1,38 ± 0,07	1,39 ± 0,08	1,40 ± 0,06	1,39 ± 0,05			
lg (Muskelmagenanteil an der Schlachtmasse [%]) <i>(MW ± STW)</i>	LB / LSL	0,38 ± 0,07^a	0,43 ± 0,08^b	0,41 ± 0,07^a	0,43 ± 0,08^b	0,017	0,013	0,107
	LB	0,40 ± 0,05^a	0,46 ± 0,07^{ab}	0,42 ± 0,07^a	0,49 ± 0,07^b			
	LSL	0,37 ± 0,07	0,39 ± 0,08	0,39 ± 0,07	0,39 ± 0,06			
lg (Muskelmagenanteil an der KM [%]) <i>(MW ± STW)</i>	LB / LSL	0,16 ± 0,07^a	0,20 ± 0,08^b	0,19 ± 0,07^{ab}	0,20 ± 0,08^b	0,016	0,036	0,135
	LB	0,18 ± 0,07^a	0,24 ± 0,07^b	0,21 ± 0,06^a	0,26 ± 0,07^b			
	LSL	0,14 ± 0,07	0,16 ± 0,07	0,16 ± 0,07	0,15 ± 0,05			
lg (Muskelmagenanteil an der metabolischen KM [%]) <i>(MW ± STW)</i>	LB / LSL	0,22 ± 0,07^a	0,26 ± 0,08^b	0,25 ± 0,07^{ab}	0,26 ± 0,08^b	0,016	0,048	0,220
	LB	0,25 ± 0,06^a	0,30 ± 0,07^b	0,28 ± 0,06^a	0,32 ± 0,07^b			
	LSL	0,20 ± 0,07	0,21 ± 0,07	0,22 ± 0,06	0,21 ± 0,05			
lg (Abdominalfettanteil an der Schlachtmasse [%]) <i>(MW ± STW)</i>	LB / LSL	0,67 ± 0,16	0,59 ± 0,21	0,59 ± 0,17	0,59 ± 0,18	0,063	0,144	0,144
	LB	0,63 ± 0,18	0,50 ± 0,21	0,51 ± 0,14	0,46 ± 0,18			
	LSL	0,70 ± 0,13	0,70 ± 0,17	0,68 ± 0,16	0,71 ± 0,08			

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, log = logarithmierte(r), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, KM = Körpermasse

Bezogen auf die nicht transformierten Daten nahm die Muskelmagenmasse mit 28,0 g (Median, 1.-3. Quartil: 24,1-30,2 g) einen Anteil von 2,56 % (Median, 1.-3. Quartil: 2,29-2,91 %) der Schlachtmasse, 1,54 % (Median, 1.-3. Quartil: 1,35-1,75 %) der Körpermasse bzw. 1,78 % (Median, 1.-3. Quartil: 1,57-2,01 %) der metabolischen Körpermasse ein. In den nach der Datentransformation logarithmierten Werten der Muskelmagenmasse war kein Effekt der Variante zu beobachten. Signifikante Differenzen zwischen den Varianten über beide Herkünfte konnten jedoch in den logarithmierten Anteilen der Muskelmagenmasse an der Schlacht-, Körper- und metabolischen Körpermasse beobachtet werden. Dabei war der logarithmierte Muskelmagenanteil an der Schlachtmasse von V1 und V3 niedriger als bei V2 und V4. Der logarithmierte Muskelmagenanteil an der Körper- und metabolischen Körpermasse lag bei V1 und V3 niedriger als bei V4. Innerhalb der Herkünfte bestanden diese signifikanten Unterschiede in den logarithmierten relativen Anteilen des Muskelmagens nur bei den LB. Hier war ein höherer logarithmierter Muskelmagenanteil an der Körper- bzw. metabolischen Körpermasse gegeben, wenn während der Aufzucht BM zur Verfügung stand (V2 und V4) im Vergleich zu den ohne BM aufgezogenen Gruppen (V1 und V3). Keine Unterschiede bewirkte die Variante auf den logarithmierten Anteil an Abdominalfett an der Schlachtmasse.

4.1.2.6 Wirtschaftlichkeit

Die berechneten Wirtschaftlichkeitsparameter IOFC und IOFEC sind in Tabelle 31 und Abbildung 22 in Abhängigkeit der Variante dargestellt. Keine Differenzen im IOFC ($p = 0,872$) und IOFEC ($p = 0,624$) bewirkte die Hybridherkunft. Die Varianten erbrachten keine Unterschiede im IOFC. Im IOFEC, der auch die Kosten für das BM berücksichtigt, war über und innerhalb beider Herkünfte ein Einfluss der Variante gegeben (Abbildung 22). So reduzierte sich das ökonomische Ergebnis in diesem Parameter je eingestallter Henne bei einem permanenten BM-Angebot (V4) um 0,55 € gegenüber der Haltung ohne BM in Aufzucht und Legeperiode (V1). Tendenziell war weiterhin der IOFEC von V2 niedriger als der von V1 sowie der IOFEC von V3 tendenziell unter dem von V4. Innerhalb der LB lag weiterhin der IOFEC bei V2 und V3 über dem von V4.

Innerhalb der LSL-Gruppen dagegen erwirtschafteten die V2-Hennen das geringste ökonomische Ergebnis, welches sich nicht von dem der Variante 4 unterschied.

Tabelle 31: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf die wirtschaftlichen Parameter während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

Merkmal / Einheit	Herkunft	Variante				SEM	p-Wert	
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)		Var.	Her.*Var.
IOFC/AH (€) (MW ± STW)	LB / LSL	6,12 ± 0,35	5,93 ± 0,61	6,16 ± 0,46	6,06 ± 0,56	0,105	0,637	0,118
	LB	5,98 ± 0,28	6,20 ± 0,31	6,14 ± 0,55	5,85 ± 0,67			
	LSL	6,25 ± 0,37	5,60 ± 0,75	6,19 ± 0,38	6,22 ± 0,45			
IOFEC/AH (€) (MW ± STW)	LB / LSL	6,12 ± 0,35^b	5,82 ± 0,60^{ab}	5,87 ± 0,48^{ab}	5,57 ± 0,58^a	0,104	0,022	0,066
	LB	5,97 ± 0,28^b	6,02 ± 0,32^b	5,77 ± 0,55^b	5,14 ± 0,68^a			
	LSL	6,25 ± 0,38^b	5,45 ± 0,75^a	5,89 ± 0,38^b	5,70 ± 0,45^a			

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, IOFC = income over feed costs, AH = Anfangshenne, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, IOFEC = income over feed and enrichment costs

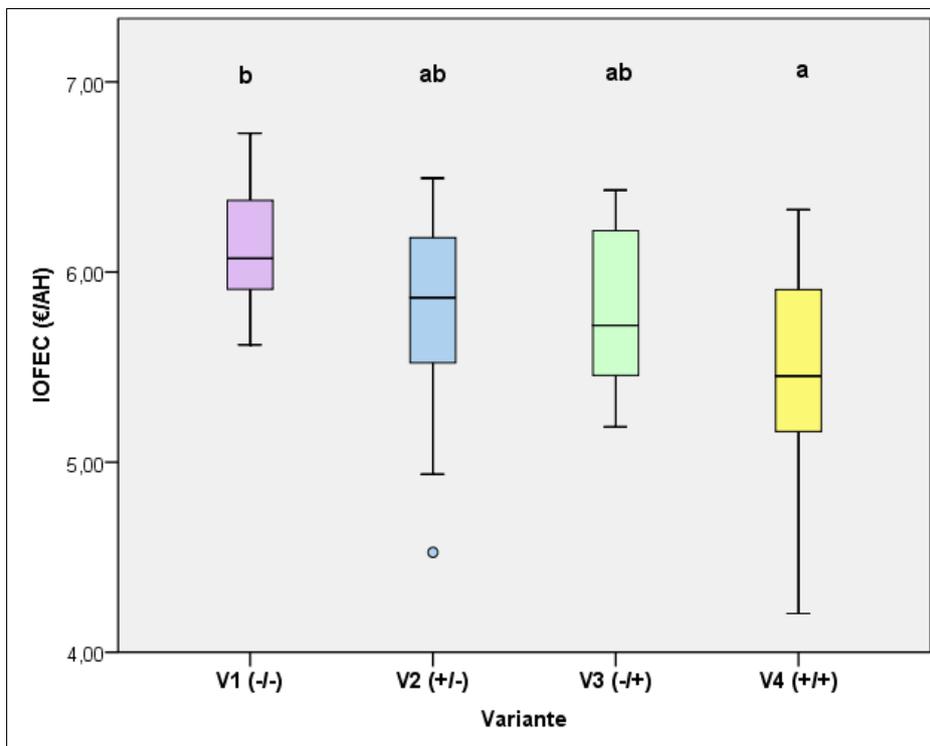


Abbildung 22: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den IOFEC der Braun- und Weißleger während der Legeperiode (21.-48. Lebenswoche)

unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; IOFEC = income over feed and enrichment costs, AH = Anfangshenne, V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer)

4.1.2.7 Integumentzustand

Der realisierte Stichprobenumfang für die Integumentbonitur je Variante und Boniturzeitpunkt wird in Tabelle 22 aufgeführt. In Tabelle 32 bis Tabelle 37 befinden sich die gruppierten Mediane der bonitierten Scores für das Integument. Weiterhin stellen Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seite 158 und 159) die relativen Anteile der einzelnen Boniturscores für die untersuchten Merkmale dar.

4.1.2.7.1 Schnabelzustand

Mit einem Nagelkerke R^2 von 0,040 beeinflussten im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression ($p < 0,001$) die Herkunft ($p < 0,001$), Variante ($p < 0,001$) und das Alter ($p = 0,048$) den Schnabelüberstand signifikant. Die dazugehörigen Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 59 auf Seite 160 des Anhangs.

Im Verlauf des Schnabelüberstands der Varianten (Abbildung 23 und Abbildung 24) zeigten die Gruppen mit BM-Zugang während der Legeperiode (V3 und V4) den geringsten Überstand an Schnabelhorn zur 48. LW. Unabhängig der Herkunft zeigt V3 als einzige Variante eine kontinuierliche Abnahme des Schnabelüberstands über die gesamte Betrachtung. Bei V4 sank der Anteil an Hennen mit mittlerem Schnabelüberstand (Score 1) von der 25. zur 30. LW vorerst, stieg aber fortan bis zum Ende der Legeperiode an. Kaum Schnabelüberstand (Score 2) war nur bei V3 und V4 zur 40. und 48. LW zu beobachten.

V1 zeigte bei den LB über die gesamte Legeperiode kaum Veränderungen (mittlerer Schnabelüberstand 42,5 – 44,8 %), bei den LSL von der 25. zur 30. LW eine leichte Zunahme des Schnabelüberstands und daraufhin eine Reduktion zur 40. LW. Mit einem leicht höheren Anteil an Hennen mit mittlerem Schnabelüberstand (Score 1) zur 25. LW (LB) bzw. 25. und 30. LW (LSL) zeigten sich bei V2 daraufhin nur geringfügige Veränderungen.

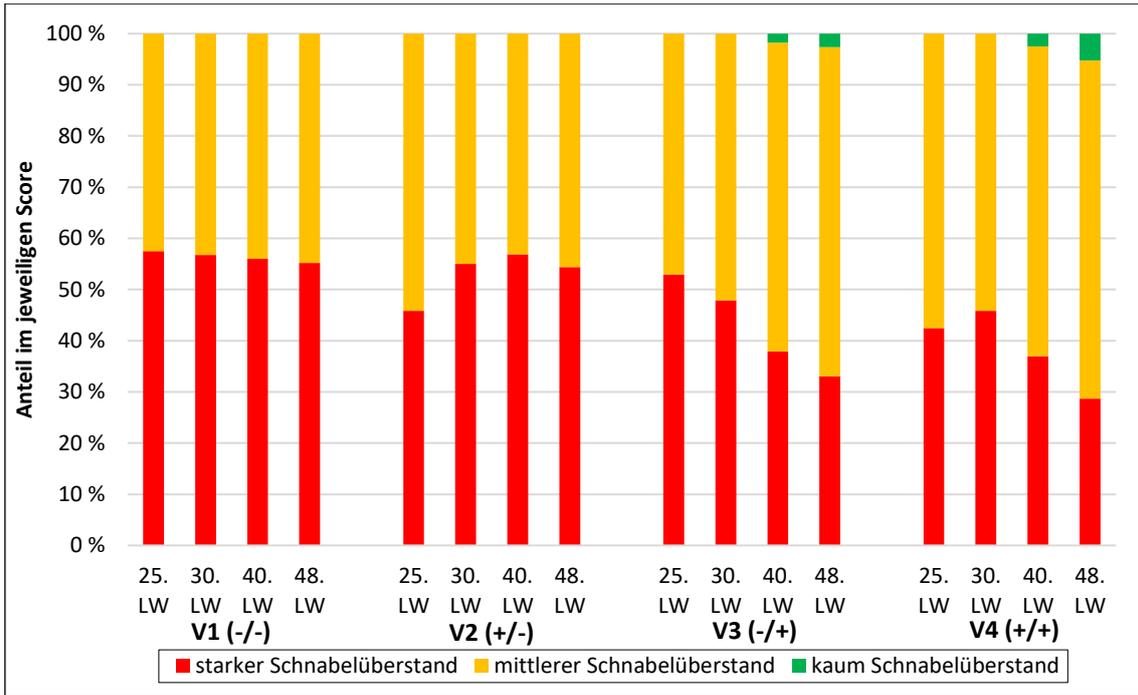


Abbildung 23: Relative Anteile der Boniturscores für den Schnabelüberstand der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

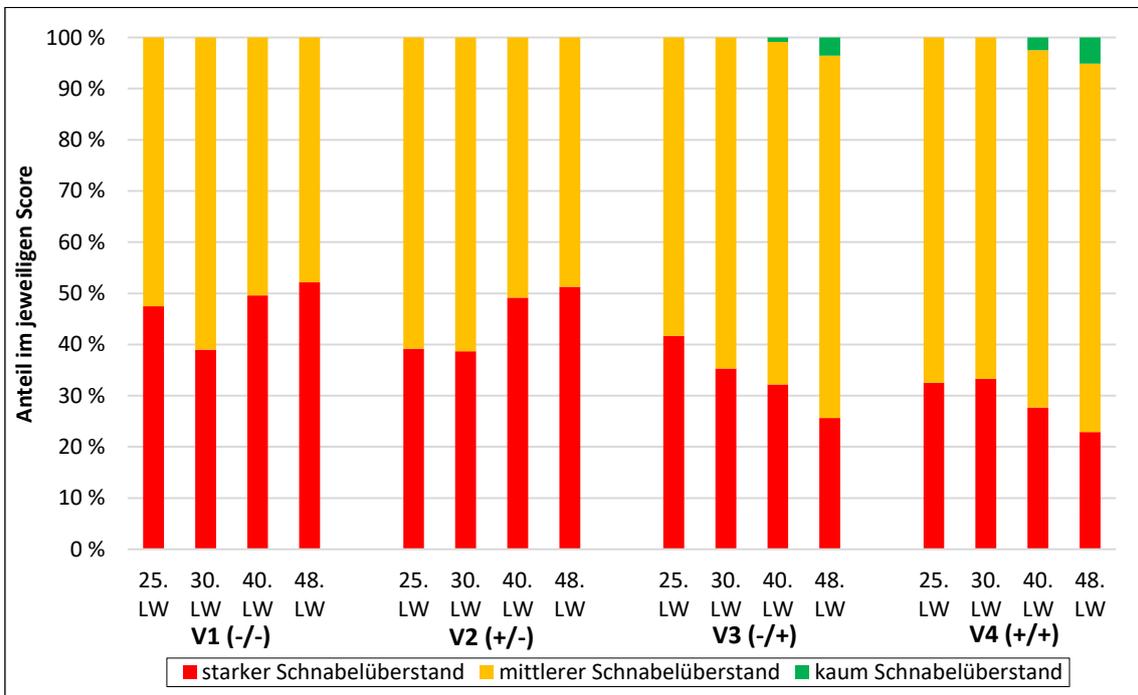


Abbildung 24: Relative Anteile der Boniturscores für den Schnabelüberstand der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Tabelle 32 stellt die Boniturscores des Schnabelüberstands in Abhängigkeit der Variante dar. Zur 25. (p = 0,003), 30. LW (p<0,001) und 40. LW (p = 0,03) zeigten die LSL-Hennen weniger Schnabelüberstand als die LB-Hennen. Zur 48. LW lag kein signifikanter Unterschied zwischen den Herkünften mehr vor (p = 0,136). Die Variante beeinflusste den Schnabelüberstand in der 25., 40. und 48. LW. Zur 25. LW war ein geringerer Überstand des Schnabelhorns bei V4 gegenüber V1 zu beobachten. Richtungsgleich wurde bei den Bonituren zur 40. und 48. LW ein geringerer Überstand festgestellt, wenn den Hennen BM während der Legeperiode zur Verfügung gestellt wurde (V3 und V4) gegenüber den Gruppen ohne BM in der Legeperiode (V1 und V2).

Tabelle 32: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Schnabelüberstands während der Legeperiode

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
25. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,48^a	0,58^{ab}	0,53^{ab}	0,63^b	0,007
	LB	0,43	0,54	0,47	0,58	0,085
	LSL	0,53	0,61	0,58	0,68	0,123
30. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,52	0,53	0,58	0,60	0,196
	LB	0,43	0,45	0,52	0,54	0,256
	LSL	0,61	0,61	0,65	0,67	0,767
40. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,47^a	0,47^a	0,66^b	0,69^b	<0,001
	LB	0,44^a	0,43^a	0,63^b	0,65^b	<0,001
	LSL	0,50^a	0,51^a	0,68^b	0,74^b	<0,001
48. LW <i>(gruppiertes Median*)</i>	LB / LSL	0,46^a	0,47^a	0,73^b	0,78^b	<0,001
	LB	0,45^a	0,46^a	0,69^b	0,75^b	<0,001
	LSL	0,48^a	0,49^a	0,77^b	0,81^b	<0,001

*fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seiten 158 und 159) dargestellt*

Aufgrund der ausgeprägten Unterschiede zwischen den Varianten wird der Schnabelzustand in der 48. LW nochmals eigenständig in Abbildung 25 dargestellt. So war in den Gruppen ohne BM während der Legeperiode bei keiner Henne Score 2 mit kaum Schnabelüberstand zu beobachten. Stand während der Legeperiode BM zur Verfügung, war bei einer Aufzucht ohne BM (V3) bei 2,6 % (LB) bzw. 3,5 % (LSL) der Hennen kaum Schnabelüberstand (Score 2) vorhanden, bei einer Aufzucht mit BM (V4) bei 5,2 % (LB) bzw. 5,1 % (LSL) der Hennen. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen mit bzw. ohne BM in der Aufzucht bestanden zum Ende der Legeperiode nicht.

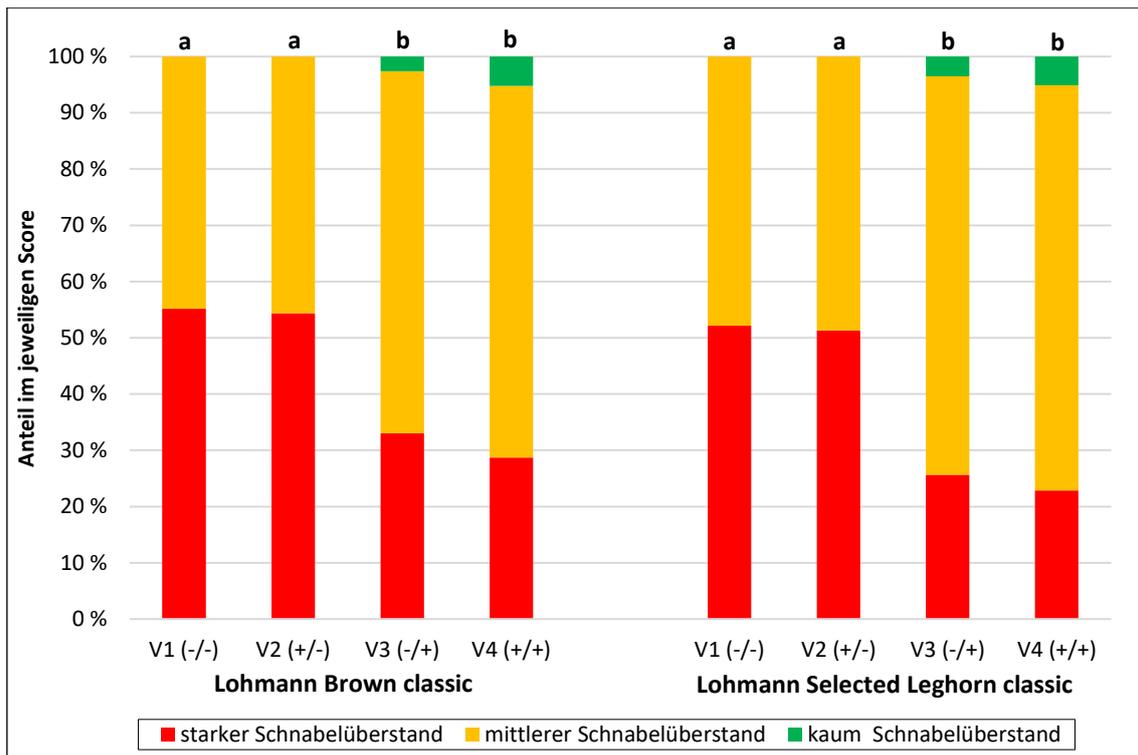


Abbildung 25: Relative Anteile der Boniturscores für den Schnabelüberstand in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft

unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten einer Hybridherkunft; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Die Variante ($p < 0,001$) beeinflusste das Auftreten von Schnabelrissen im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression ($p < 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,185 signifikant, nicht aber die Faktoren Herkunft ($p = 0,984$) und Alter ($p = 0,982$). Die betreffenden Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 60 auf Seite 160 des Anhangs.

Für Schnabelrisse sind die Boniturergebnisse in Tabelle 33 dargestellt. Bei den LSL-Hennen wurden brüchige Veränderungen am Schnabelhorn zu keinem der Betrachtungszeitpunkte beobachtet, womit sie sich zu allen Zeitpunkten signifikant von den LB-Hennen unterscheiden ($p < 0,001$). Brüchige Veränderungen am Schnabelhorn bestanden zum Ende der Studie in der 48. LW bei 1,7 % (V1), 3,5 % (V2), 8,7 % (V3) bzw. 7,8 % (V4) der Braunlegerhennen. Bei der Betrachtung über alle Varianten der Herkunft LB stieg der Anteil an Tieren mit Schnabelhornrissen von 1,9 % zur 25. LW auf 4,6 % zur 30. LW auf 6,2 % zur 40. LW und befand sich in der 48. LW mit 7,8 % auf dem höchsten Niveau.

Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten waren dabei nicht festzustellen.

Tabelle 33: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Schnabelrisse während der Legeperiode

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
25. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,03	0,01	0,03	0,072
	LB	0,01	0,06	0,03	0,07	0,068
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
30. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,01	0,04	0,03	0,04	0,331
	LB	0,03	0,08	0,07	0,08	0,319
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
40. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,01	0,01	0,04	0,03	0,116
	LB	0,03	0,02	0,07	0,07	0,111
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
48. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,01	0,02	0,04	0,04	0,061
	LB	0,02	0,04	0,09	0,08	0,056
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000

V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seiten 158 und 159) dargestellt

4.1.2.7.2 Gefiederverlust

Im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression für den Gesamtgefiederscore ($p < 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,774 beeinflussten Herkunft ($p < 0,001$), Variante ($p < 0,001$) und Alter ($p < 0,001$) den Gefiederverlust signifikant. Die dazugehörigen Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 61 auf Seite 160 des Anhangs.

Im Verlauf des Gefiederzustandes über die Legeperiode (Abbildung 26 und Abbildung 27) ist eine deutliche Zunahme der Gefiederschäden mit steigendem Alter der Hennen gegeben. Folglich reduzierte sich der Anteil an Hennen mit intaktem Gefieder von 94,4 % (25. LW) auf 78,8 % (30. LW), 33,7 % (40. LW) auf 13,4 % (48. LW). In der 48. LW wiesen dabei 31,7 % der Hennen starke Gefiederschäden auf, wobei zwischen den Hybridherkünften erhebliche Unterschiede bestanden.

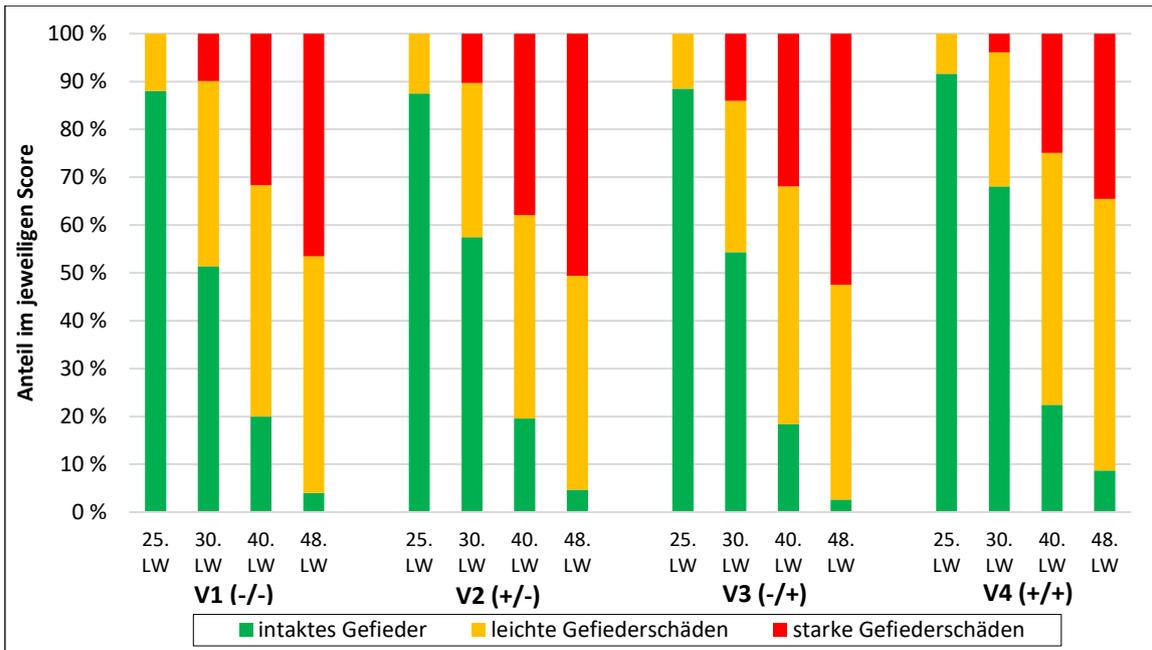


Abbildung 26: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

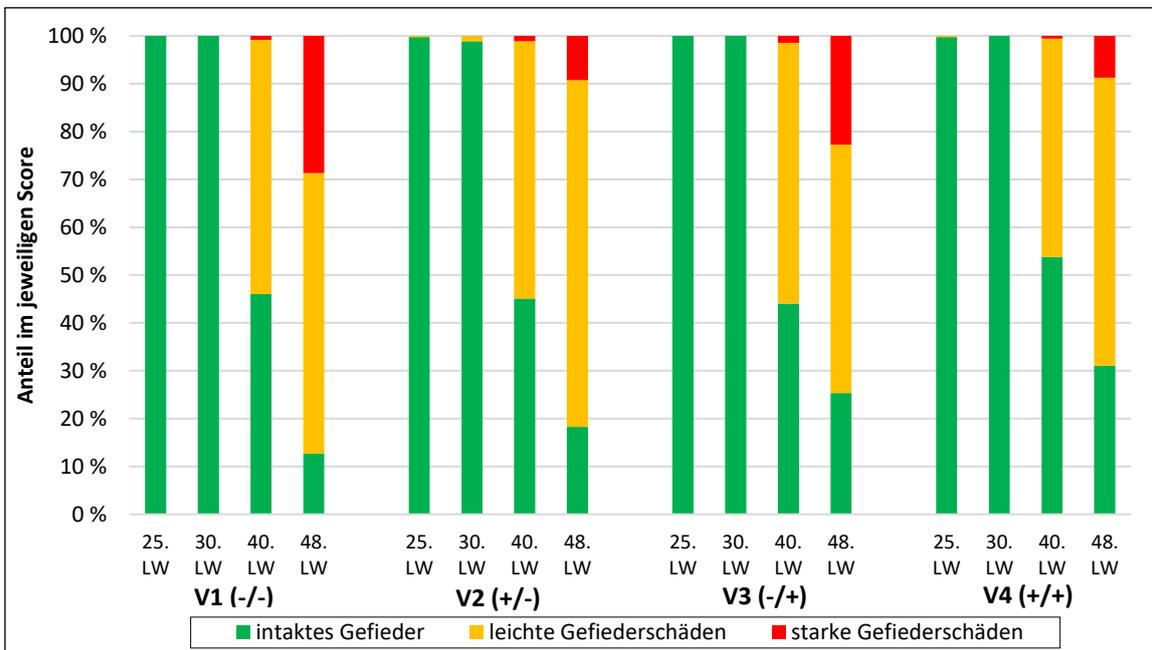


Abbildung 27: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Bei Betrachtung der Gefiederschäden der drei untersuchten Körperregionen (Tabelle 57 und Tabelle 58, Anhang Seiten 158 und 159) zeigt durchweg das Rückengefieder den stärksten Gefiederverlust. Das Halsgefieder nahm bei den LB-Hennen zur 25. und 30. LW sowie bei den LSL-Hennen zur 40. LW die mittlere Stellung ein und das Legebauchgefieder hatte die geringsten Gefiederschäden. Zur 40. LW bei den LB und zur 48. LW bei beiden Herkünften war dagegen das Halsgefieder am geringsten geschädigt.

Den Gefiedergesamtscore als zusammenfassenden Parameter für den Gefiederzustand der Hennen stellt Tabelle 34 in Abhängigkeit der Variante dar. Zu allen vier untersuchten Zeitpunkten hatten die LB-Hennen mehr Gefiederschäden als die LSL-Hennen ($p < 0,001$). Dies betrifft auch die einzelnen Gefiederregionen.

Tabelle 34: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Gesamtgefiederscore während der Legeperiode

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
25. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,16	0,14	0,12	0,11	0,600
	LB	0,32	0,28	0,26	0,22	0,507
	LSL	0,00	0,01	0,00	0,01	0,572
30. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,67^b	0,59^b	0,67^b	0,35^a	<0,001
	LB	1,18^b	1,55^b	1,81^b	0,99^a	<0,001
	LSL	0,00	0,03	0,00	0,00	0,070
40. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	2,48^{ab}	2,70^b	2,73^{ab}	2,15^a	0,039
	LB	2,45^{ab}	3,79^b	3,57^{ab}	3,14^a	0,041
	LSL	1,65	1,69	1,76	1,34	0,182
48. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	3,90^b	3,59^a	4,01^b	3,03^a	<0,001
	LB	4,39^b	4,48^b	4,60^b	3,90^a	<0,001
	LSL	3,49^c	2,74^b	2,89^b	2,43^a	<0,001

*fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seiten 158 und 159) dargestellt*

Ein Einfluss der Variante auf den Gesamtgefiederscore zeigte sich ab der Bonitur zur 30. LW. Signifikante Unterschiede bestehen schwerpunktmäßig gegenüber V4, welche bei Betrachtung über beide Herkünfte geringere Gefiederschäden zur 30. LW im Vergleich zu allen drei weiteren Varianten, zur 40. und 48. LW im Vergleich zu V2 aufwies. Zum Untersuchungsende (48. LW) waren über beide Herkünfte geringere Gefiederschäden in den beiden Varianten mit BM in der

Aufzucht (V2 und V4) im Vergleich zu den Varianten ohne BM in der Aufzucht (V1 und V3) zu beobachten. Ein Unterschied zwischen den Varianten im Gefiederzustand innerhalb LSL-Gruppen war erstmals in der 48. LW gegeben. Dabei war neben den bereits genannten Differenzen zusätzlich ein gegenüber den drei anderen Varianten stärkerer Gefiederschaden in den Gruppen ohne BM während der kompletten Haltungsdauer (V1) zu beobachten. Mit Ausnahme der LSL-Gruppen im Alter von 48 LW bestanden bei beiden Herkünften zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Differenz zwischen den Varianten 1 und 3.

Aufgrund der ausgeprägten Unterschiede zwischen den Herkünften und Varianten wird der Zustand des Gefieders zum Studienende (48. LW) nochmals eigenständig in Abbildung 28 dargestellt.

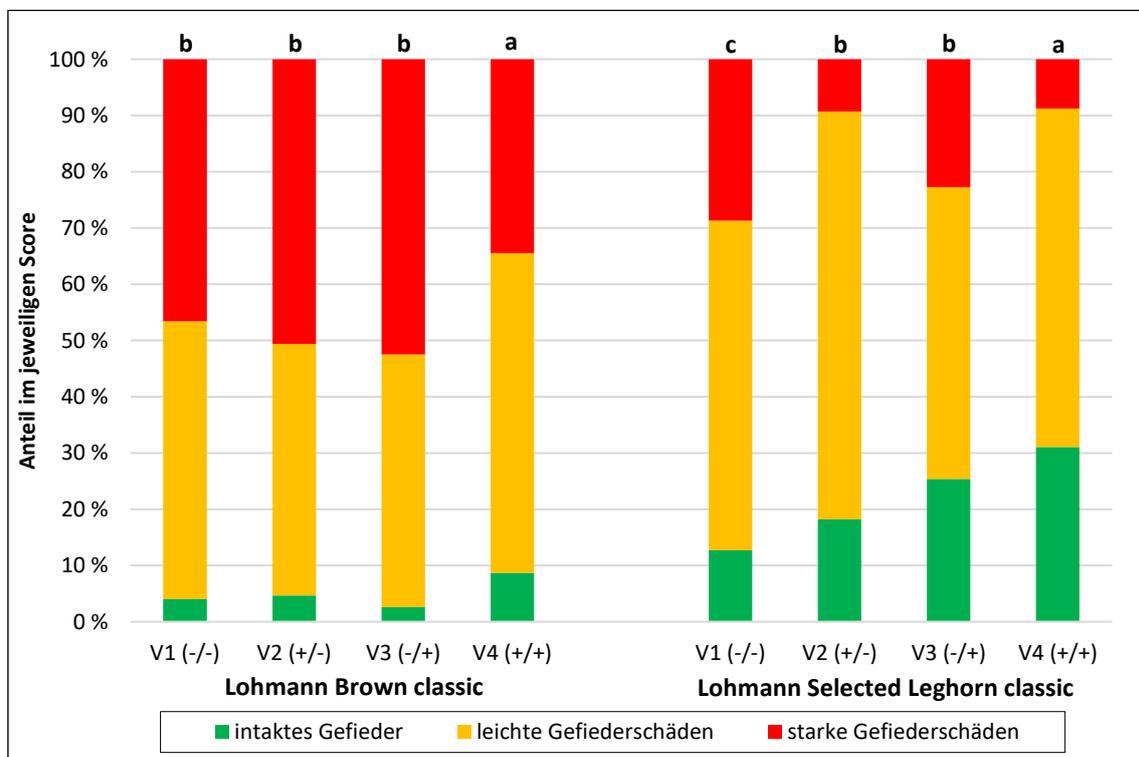


Abbildung 28: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten einer Hybridherkunft; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

LB-Hennen wiesen bei V4 mit 8,7 % mehr Hennen mit intaktem Gefieder auf als bei V1, V2 und V3 (2,6 – 4,7 %). Mit 31,1 % war dieser Anteil innerhalb der LSL-Hennen gleichsam bei V4 am höchsten und unterschied sich signifikant von den

drei weiteren Varianten, wobei der Anteil an Hennen mit intaktem Gefieder bei V1 (12,8%) zudem signifikant niedriger war als bei den restlichen Varianten.

4.1.2.7.3 Haut- und Zehenverletzungen

Mit einem Nagelkerke R^2 von 0,223 hatten Herkunft ($p < 0,001$) und Alter ($p < 0,001$) im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression ($p < 0,001$) einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Hautverletzungen, nicht aber die Variante ($p = 0,190$). Die betreffenden Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 62 auf Seite 160 des Anhangs.

Der Verlauf der relativen Anteile der Scores für Hautverletzungen wird in Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellt. Alle Varianten zeigten einen Anstieg von leichten bzw. starken Pickverletzungen im Verlauf der Legeperiode. Die geringste Zunahme an leichten bzw. starken Verletzungen ist bei beiden Herkünften in V2 gegeben. Gruppen, die während der Aufzucht kein BM erhielten (V1 und V3), zeigten eine stärkere Zunahme an Hennen mit Pickverletzungen ($p \leq 0,05$) als diejenigen Gruppen, denen während der Aufzucht BM zur Verfügung stand (V2 und V4).

Zu allen Zeitpunkten wurden bei den LSL-Hennen weniger Pickverletzungen beobachtet als bei den LB-Hennen ($p < 0,001$). So waren bei den LB-Gruppen in allen Varianten ab der 40. LW starke Verletzungen (1,7 – 20,7 %) festzustellen, wohingegen diese mit Ausnahme von V2 zur 40. LW (0,9 %) bei den LSL-Hennen überhaupt nicht auftraten.

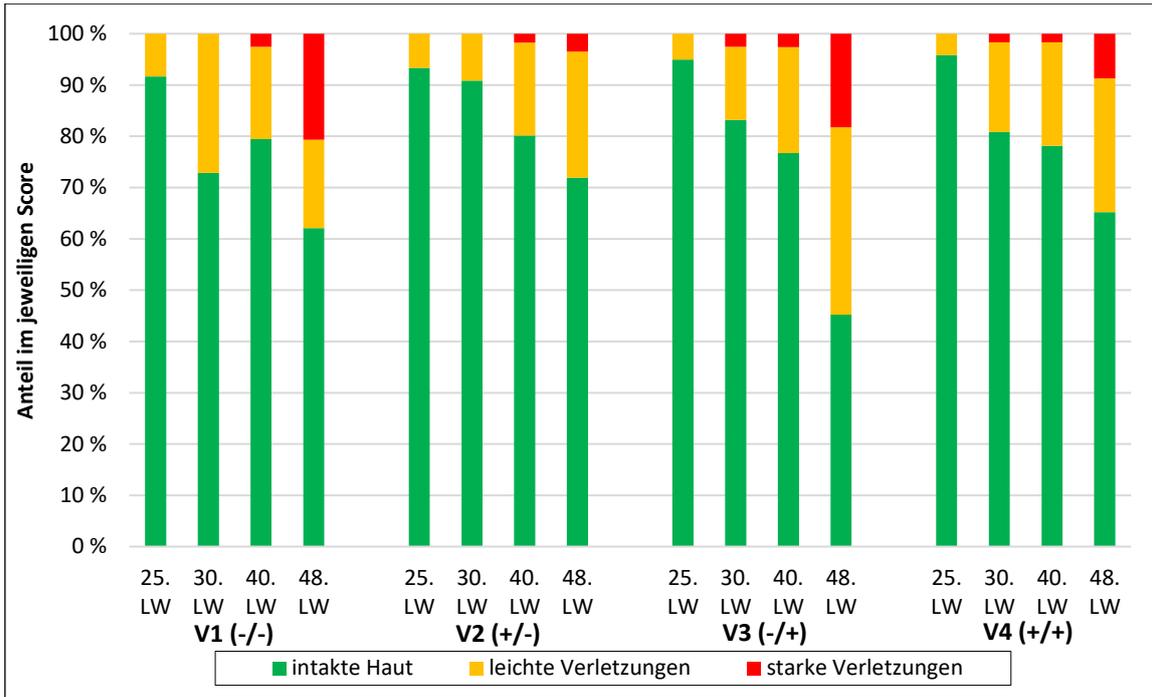


Abbildung 29: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

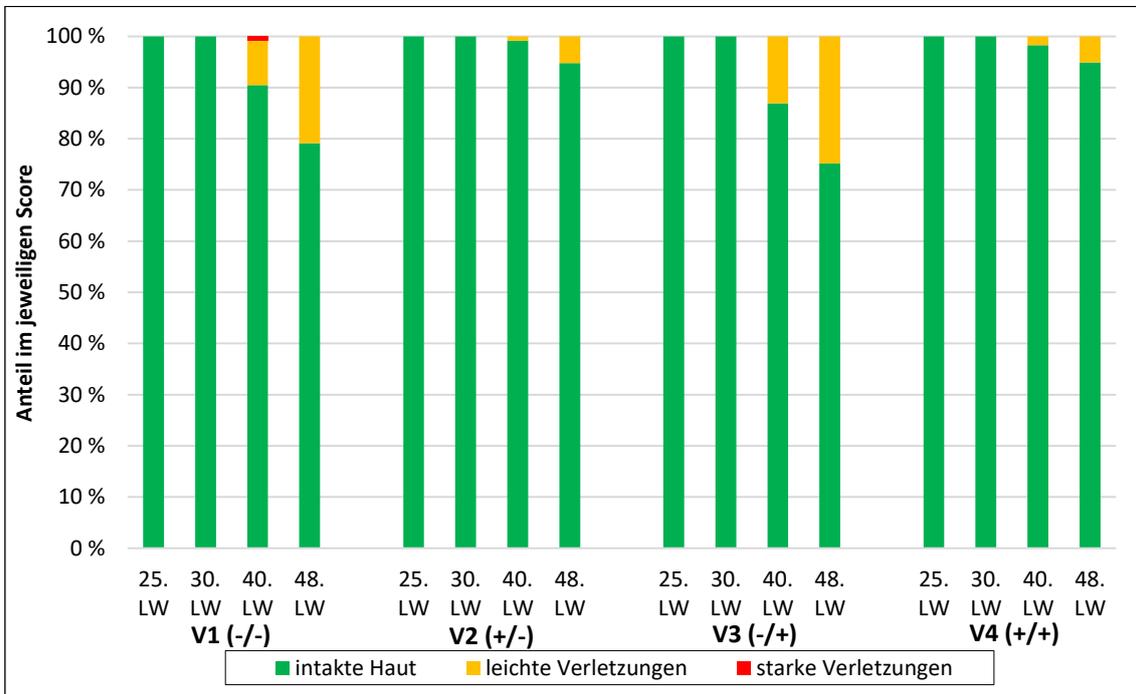


Abbildung 30: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Die gruppierten Mediane für den Score der Hautverletzungen (Tabelle 35) zeigten einen Effekt der Beschäftigungsvariante zur 30., 40. und 48. LW.

Tabelle 35: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Hautverletzungen während der Legeperiode

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
25. LW	LB / LSL	0,04	0,03	0,03	0,02	0,555
	LB	0,08	0,07	0,05	0,04	0,545
	(gruppiertes Median*) LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
30. LW	LB / LSL	0,14^c	0,05^a	0,09^b	0,10^{bc}	0,009
	LB	0,27^c	0,09^a	0,17^b	0,20^{bc}	0,005
	(gruppiertes Median*) LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
40. LW	LB / LSL	0,16	0,10	0,18	0,12	0,062
	LB	0,21	0,20	0,24	0,22	0,922
	(gruppiertes Median*) LSL	0,10^b	0,01^a	0,13^b	0,02^a	<0,001
48. LW	LB / LSL	0,33^b	0,17^a	0,44^b	0,21^a	<0,001
	LB	0,48^c	0,29^a	0,67^c	0,38^b	<0,001
	(gruppiertes Median*) LSL	0,21^b	0,05^a	0,25^b	0,05^a	<0,001

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seiten 158 und 159) dargestellt

Zur 30. LW weisen die LSL-Hennen noch keine Verletzungen auf, aber innerhalb der LB-Gruppen ist zu diesem Alter der Verletzungsscore bei V1 am höchsten und unterscheidet sich signifikant von V2 und V3. Weiterhin wurden bei V3 mehr Verletzungen festgestellt als bei V2. Im Alter von 40 LW war innerhalb der LSL-Gruppen und zur 48. LW bei allen Gruppen eine reduzierte Prävalenz an Hautverletzungen bei Hennen festzustellen, die während der Aufzucht Zugang zu BM hatten (V2 und V4) im Vergleich zu den Varianten mit einer Aufzucht ohne BM (V1 und V3). Bei einer Aufzucht ohne BM war es für den Verletzungsscore in der 48. LW unerheblich, ob während der Legeperiode BM angeboten wurde (V3) oder nicht (V1). Innerhalb der Herkunft LB unterscheiden sich weiterhin V3 und V4 mit geringeren Pickschäden bei der letztgenannten Variante.

Der relative Anteil an Tieren in den einzelnen Scores der Hautverletzung im Alter von 48 LW ist in Abbildung 31 aufgrund der ausgeprägten Differenzen zwischen den Herkünften und Varianten nochmals eigenständig dargestellt.

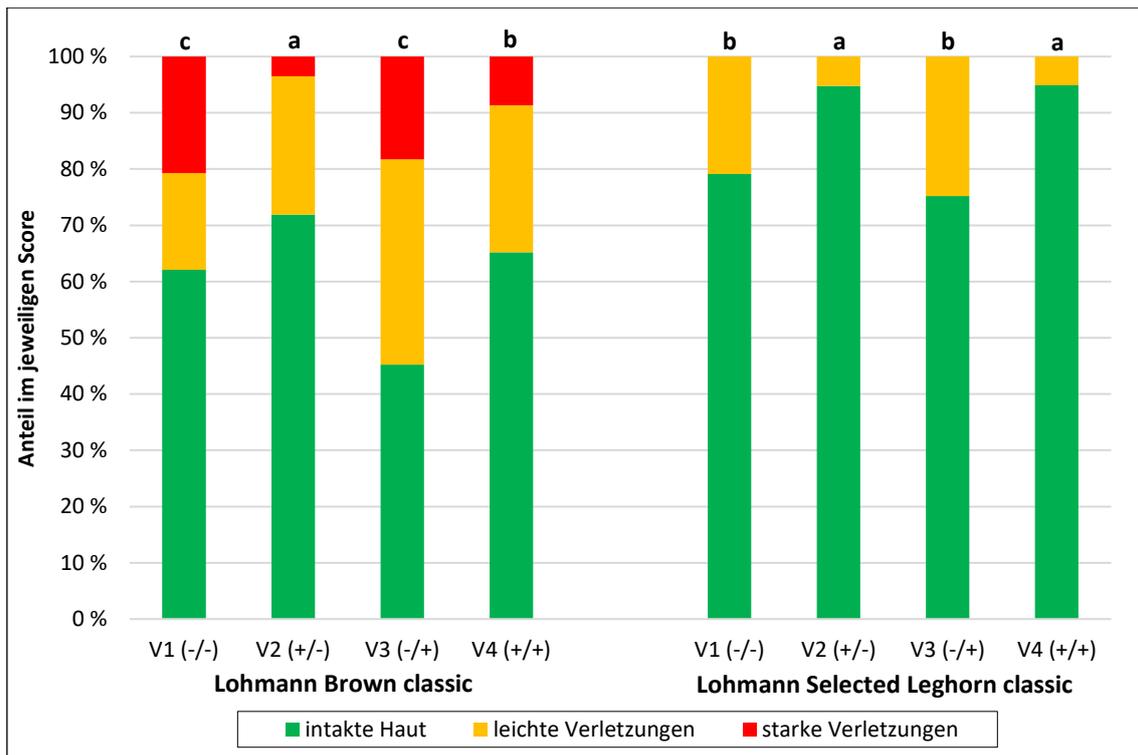


Abbildung 31: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft

unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten einer Hybridherkunft; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Im Zustand der Haut in der 48. LW war der Effekt der Umwultanreicherung während der Aufzucht sehr deutlich sichtbar: War während dieser Phase BM vorhanden (V2 und V4), reduzierte sich der Anteil an leichten (LB: 24,6 – 26,1 %, LSL: 5,1 – 5,2 %) bzw. starken Verletzungen (LB: 3,5 – 8,7 %) gegenüber den Gruppen ohne BM in dieser Lebensphase, wo leichte Verletzungen bei 17,2 – 36,5 % der LB-Hennen bzw. bei 20,9 – 24,8 % der LSL-Hennen und starke Verletzungen bei 18,3 – 20,7 % der LB-Hennen festgestellt wurden.

Das Alter beeinflusste das Auftreten von Zehenverletzungen ($p < 0,001$) im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression ($p < 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,235 signifikant, nicht aber die Faktoren Herkunft ($p = 0,984$) und Variante ($p = 0,569$). Die Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 63 auf Seite 161 des Anhangs.

Verletzungen der Zehen (Abbildung 32) wurden im Rahmen der Integumentbonitur bei LSL-Hennen festgestellt, aber zu keinem Zeitpunkt bei

Hennen der Herkunft LB, womit im Auftreten von Zehenverletzungen ein signifikanter Unterschied zwischen den Herkünften zur 40. und 48. LW vorhanden war ($p < 0,001$). In der 25. und 30. LW waren die Zehen der bonitierten LSL-Hennen noch durchweg intakt. Erste leichte Verletzungen traten bei der Bonitur mit 40 LW auf (V1: 3,4 %, V2: 8,6 %, V3: 5,2 %, V4: 3,4 %). Bei der acht Wochen später durchgeführten Bonitur sank in allen Varianten der Anteil an Hennen mit leichten Zehenverletzungen, jedoch traten zugleich in allen Varianten auch Hennen mit starken Zehenverletzungen auf.

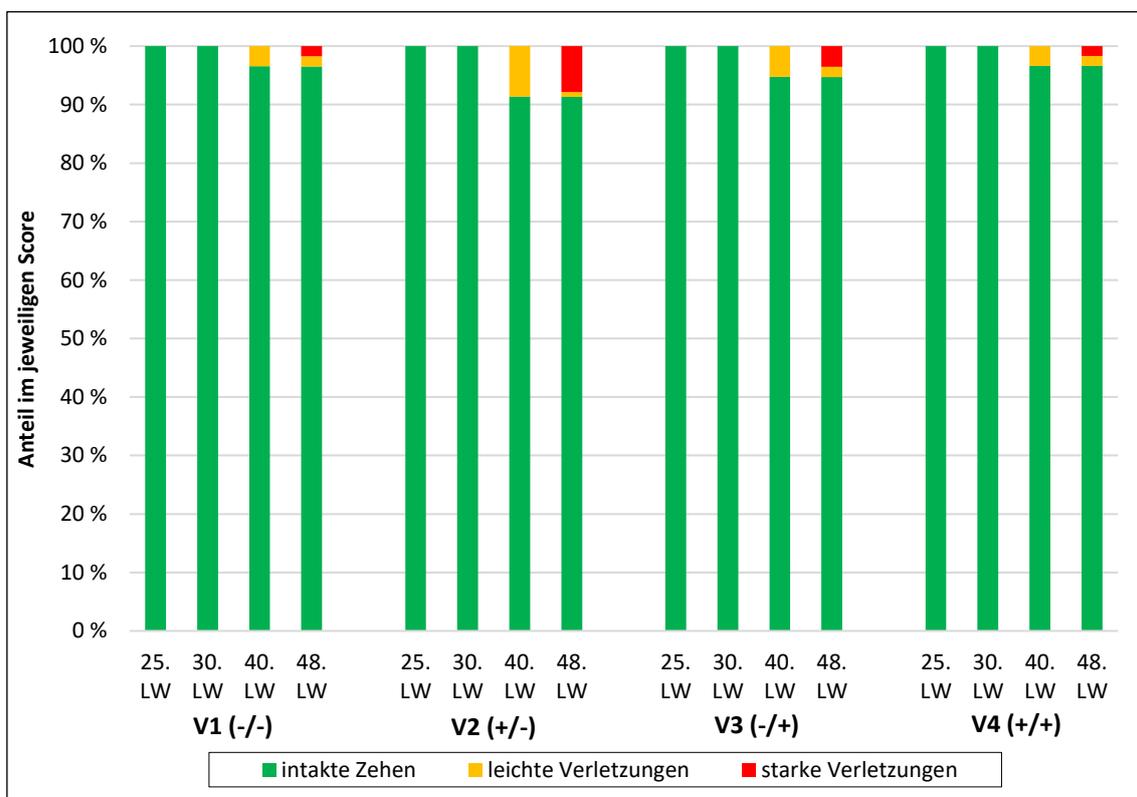


Abbildung 32: Relative Anteile der Boniturscores für Zehenverletzungen der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Im gruppierten Median des Boniturscores für Pickverletzungen der Zehen (Tabelle 36) war zu keinem Zeitpunkt ein Effekt der Variante zu beobachten.

Tabelle 36: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für Zehenverletzungen während der Legeperiode

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
25. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
30. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
40. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,02	0,04	0,03	0,02	0,236
	LB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,03	0,09	0,05	0,03	0,225
48. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,02	0,05	0,03	0,02	0,229
	LB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,04	0,09	0,06	0,03	0,211

V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seiten 158 und 159) dargestellt

Die relativen Anteile an den einzelnen Stufen im Score für Zehenverletzungen zur 48. LW werden zur besseren Vergleichbarkeit zwischen den Varianten nochmals eigenständig in der Abbildung 33 dargestellt. Dabei ergibt sich für die LSL-Gruppen folgende Rangfolge mit sinkendem Anteil an Hennen mit intakten Zehen: V4 (96,6 %), V1 (96,5 %), V3 (94,7 %), V2 (91,3 %).

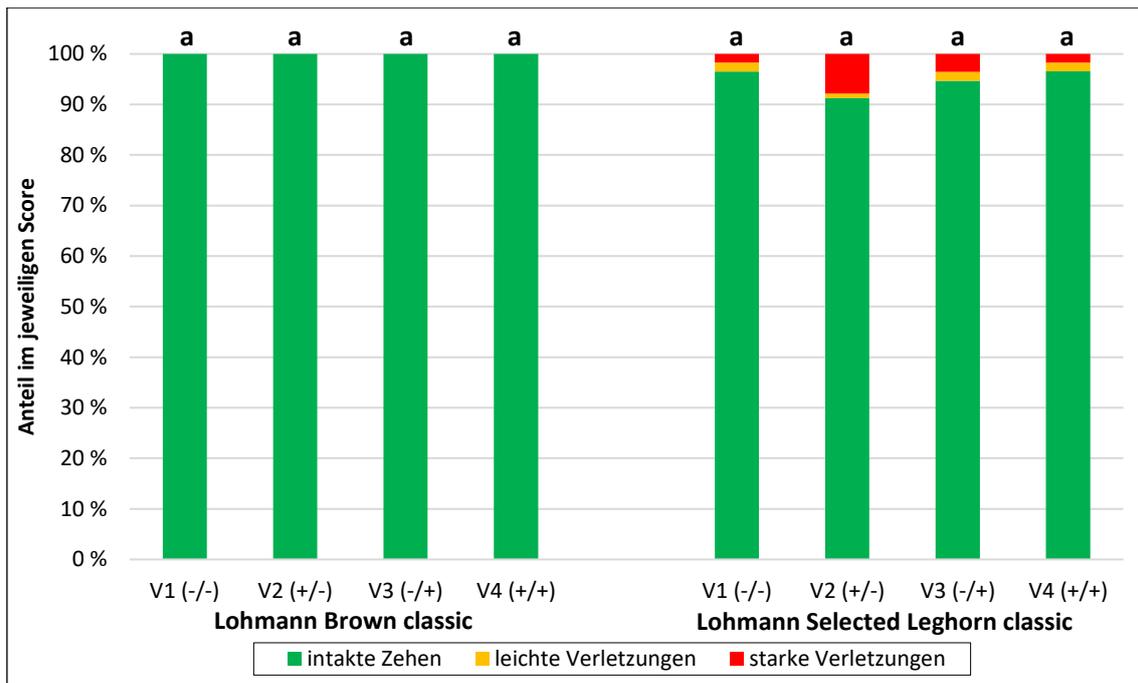


Abbildung 33: Relative Anteile der Boniturscores für Zehenverletzungen in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft

unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten einer Hybridherkunft; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

4.1.2.7.4 Fußballenveränderungen

Im signifikanten Gesamtmodell der logistischen Regression für den Fußballenzustand ($p < 0,001$) mit Nagelkerkes R^2 von 0,390 beeinflussten Herkunft ($p < 0,001$) und Alter ($p < 0,001$) das Auftreten von Fußballenveränderungen signifikant, die Variante dagegen nur tendenziell ($p = 0,064$). Die dazugehörigen Parameterschätzer befinden sich in Tabelle 64 auf Seite 161 des Anhangs.

Im Verlauf der Legeperiode nahmen die Veränderungen an den Fußballen der Hennen zu (Abbildung 34 und Abbildung 35). Über alle bonitierten Zeitpunkte war ein Herkunftseffekt gegeben, wobei die LSL-Hennen eine höhere Prävalenz an Fußballenveränderungen aufwiesen ($p < 0,001$). Starke Veränderungen an den Fußballen waren nur innerhalb der LSL-Gruppen zur 40. LW (V1) und 48. LW (V1 – V4) festzustellen.

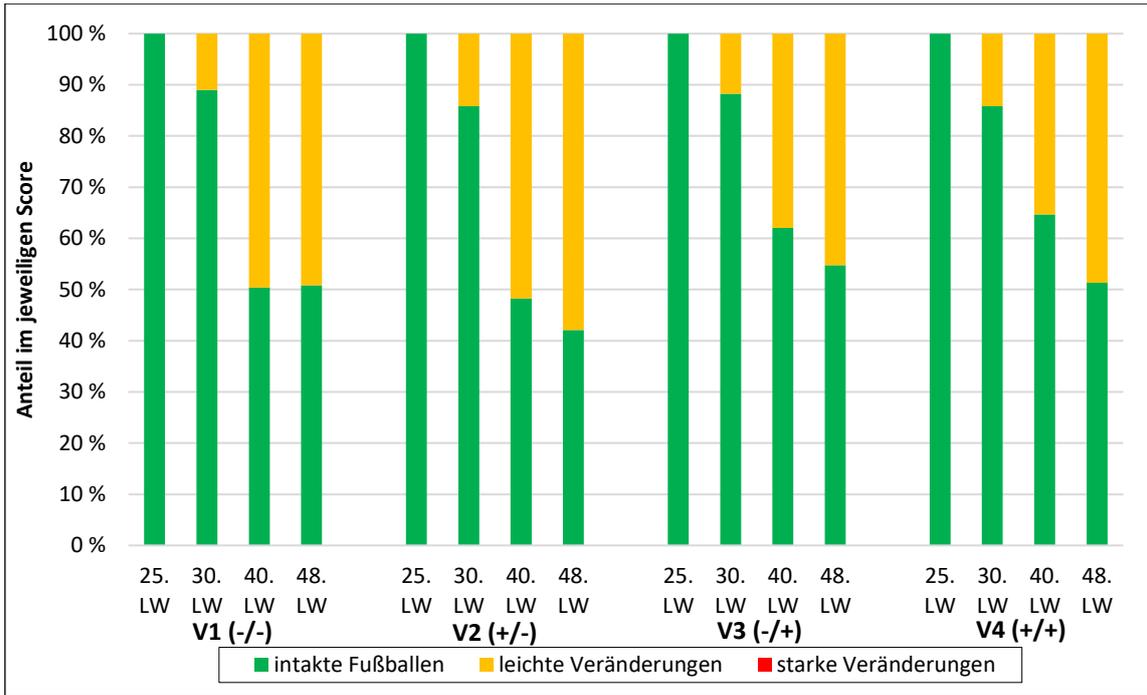


Abbildung 34: Relative Anteile der Boniturscores für den Fußballenzustand der Braunleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

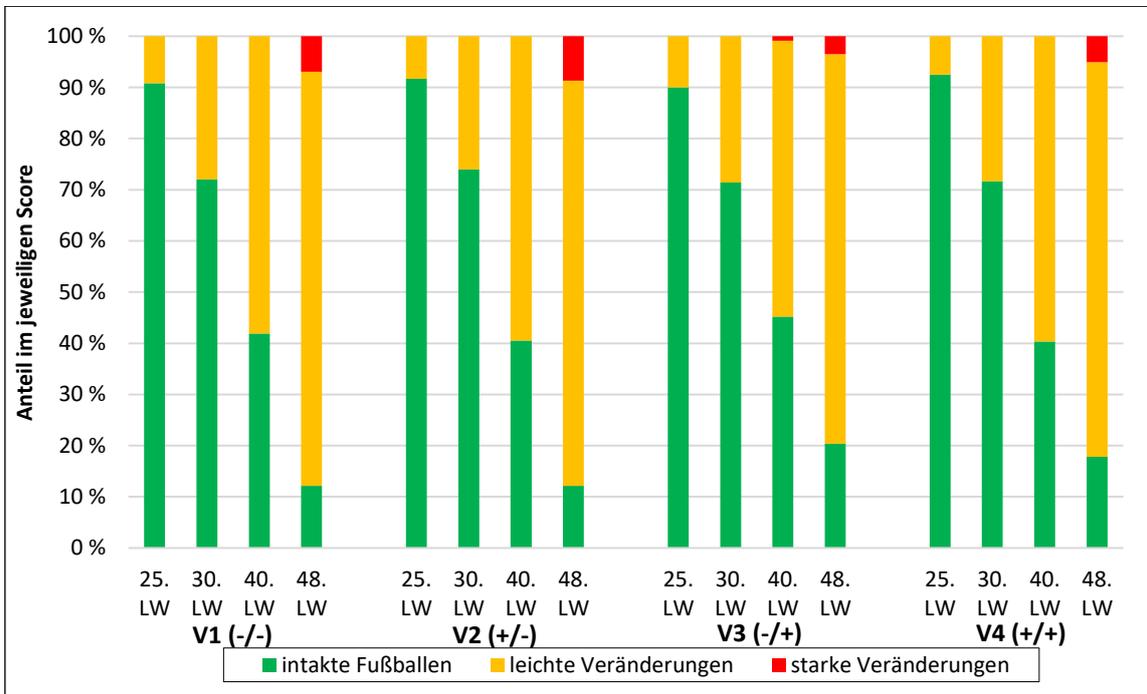


Abbildung 35: Relative Anteile der Boniturscores für den Fußballenzustand der Weißleger im Verlauf der Legeperiode in Abhängigkeit des Angebots von Beschäftigungsmaterial

LW = Lebenswoche(n), V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

In den gruppierten Medianen des Fußballenscores (Tabelle 36) war ein signifikanter Einfluss der Variante nur innerhalb der LB-Gruppen zur Bonitur im Alter von 40 LW gegeben. Dabei waren geringere Veränderungen am Fußballen in den Gruppen mit BM in der Legeperiode (V3 und V4) im Vergleich zu denen ohne BM in dieser Phase (V1 und V2) festzustellen. Ein gleichgerichteter Effekt der Variante ist tendenziell zudem zur 48. LW über beide Herkünfte und innerhalb der LSL-Gruppen vorhanden.

Tabelle 37: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore für den Fußballenzustand während der Legeperiode

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		V1 (-/-)	V2 (+/-)	V3 (-/+)	V4 (+/+)	
25. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,05	0,04	0,05	0,04	0,916
	LB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,09	0,08	0,10	0,08	0,914
30. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,20	0,20	0,20	0,21	0,971
	LB	0,11	0,14	0,12	0,14	0,837
	LSL	0,28	0,26	0,29	0,28	0,972
40. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,54	0,56	0,47	0,48	0,127
	LB	0,50^b	0,52^b	0,38^a	0,35^a	0,022
	LSL	0,58	0,60	0,55	0,60	0,901
48. LW (gruppiertes Median*)	LB / LSL	0,71	0,76	0,63	0,67	0,053
	LB	0,49	0,58	0,45	0,49	0,263
	LSL	0,94	0,96	0,83	0,87	0,092

fett gedruckte Werte und unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 57 und Tabelle 58 (Anhang, Seiten 158 und 159) dargestellt

Die relativen Anteile an den einzelnen Stufen im Score für den Fußballenzustand zur 48. LW werden zur besseren Vergleichbarkeit zwischen den Varianten nochmals eigenständig in der Abbildung 36 dargestellt. Die Fußballen der LB-Hennen waren zu 49,8 % intakt und bei 50,2 % mit leichten Veränderungen anzutreffen. LSL-Hennen dagegen wiesen mit 78,3 % leichten und 6,1 % starken Veränderungen der Fußballen mehr Schäden auf ($p < 0,001$). Bezogen auf die einzelnen Varianten lag der Anteil an LSL-Hennen mit starken Fußballenveränderungen in V3 bei 3,5 %, V4 bei 5,1 %, V1 bei 7,0 % und in V2 bei 8,7 %.

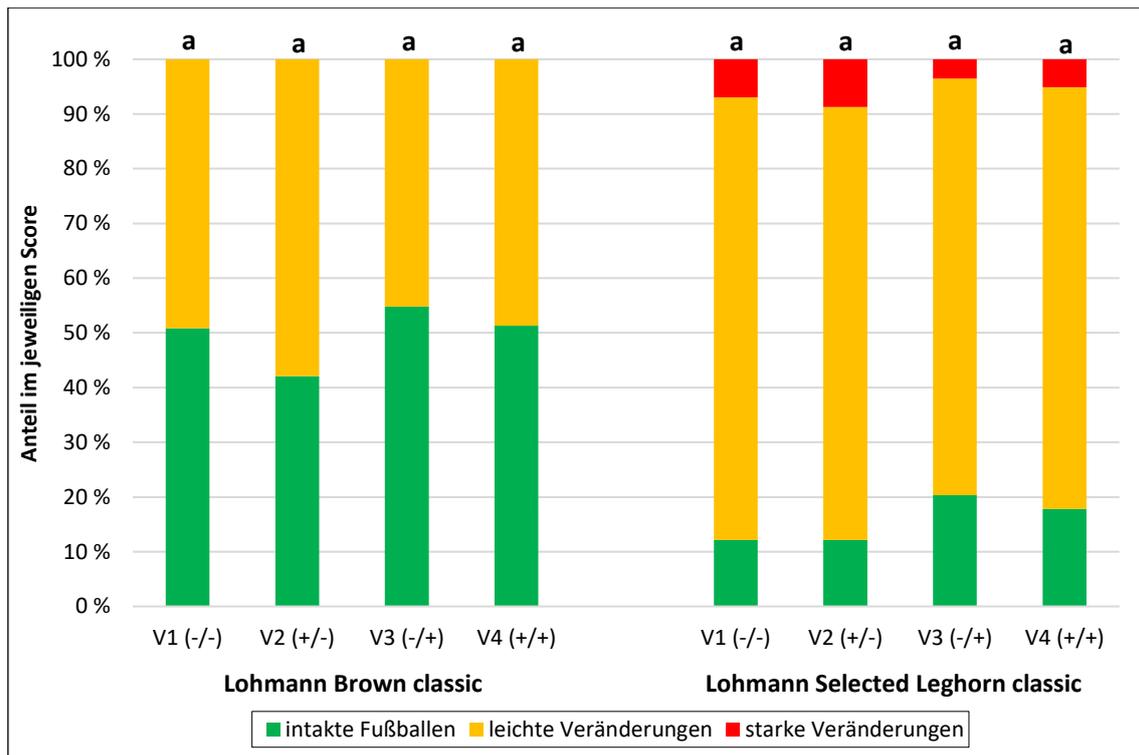


Abbildung 36: Relative Anteile der Boniturscores für den Fußballenzustand in der 48. Lebenswoche in Abhängigkeit des Angebots an Beschäftigungsmaterial und der Hybridherkunft

unterschiedliche Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten einer Hybridherkunft; V1 (-/-) = Variante 1 (kein Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer), V2 (+/-) = Variante 2 (Aufzucht mit und Legeperiode ohne Beschäftigungsmaterial), V3 (-/+) = Variante 3 (Aufzucht ohne und Legeperiode mit Beschäftigungsmaterial), V4 (+/+) = Variante 4 (Beschäftigungsmaterial über gesamte Studiendauer); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

4.2 Studie zum Einfluss der Futterzusammensetzung auf Leistung und Verhaltensstörungen

Beim Test der im Hinblick auf eine Reduktion an Verhaltensstörungen optimierten Versuchsrations gegenüber einer Kontrollration mit herkömmlichen Nährstoffgehalten wurden Leistungs-, Eiquantitätsmerkmale, die Körpermasse, der Futterverbrauch, die Wirtschaftlichkeit und der Integumentzustand untersucht. Der zudem geprüfte Effekt der Hybridherkunft (LB und LSL) zeigte in der Auswertung einen signifikanten Einfluss auf die Eizahl/AH, Eizahl/DH, das Eigewicht, die Eimasseproduktion/DH, den Anteil an Knickeiern, täglichen Futterverbrauch, die Futterverwertung, alle untersuchten Eiquantitätsmerkmale, die Körpermasse (Tabelle 65 auf Seite 162 des Anhangs), Tierverluste aufgrund von Zehenkannibalismus sowie auf alle bonitierten Integumentmerkmale zu beiden Erhebungszeitpunkten. Signifikante Interaktionen zwischen den Effekten von Herkunft und Futtervariante waren nicht zu beobachten.

Stalltemperaturen und die relative Luftfeuchtigkeit des Stallraums im Verlauf der Studie werden in Abbildung 43 (Anhang Seite 147) dargestellt. Der realisierte Stichprobenumfang für die Wiegung und Bonitur je Variante und Boniturzeitpunkt (Tabelle 38) schwankte aufgrund der unterschiedlichen Mortalität je Abteil recht deutlich und liegt bei 103 – 120 Tieren.

Tabelle 38: Anzahl der gewogenen bzw. bonitierten Tiere nach Herkunft und Variante

Alter/ Kriterium	LB (n Tiere)		LSL (n Tiere)	
	KG	VG	KG	VG
Körpermasse (Einzeltierwiegung, zur 57. LW vier Abteile je Herkunft und Variante, zur 72. LW alle Abteile)				
57. LW	115	114	113	120
72. LW	227	288	293	304
Bonitur (alle anwesenden Hennen von vier Abteilen je Herkunft und Variante)				
57. LW	115	114	113	120
72. LW	107	111	103	114

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter), LW = Lebenswoche(n)

4.2.1 Biologische Leistung und Eiqualität

Die Mittelwerte für die geprüften Leistungs- und Eiqualitätsmerkmale werden in Abhängigkeit von Herkunft und Futtervariante in Tabelle 39 gezeigt. Die LSL-Hennen wiesen mit $204,9 \pm 5,5$ Eier je DH eine im Vergleich zu den LB-Hennen (MW \pm STW: $194,7 \pm 8,6$) höhere Legeleistung ($p < 0,001$) bei niedrigerem Eigewicht ($p = 0,029$), höherer Eimasseerzeugung/DH ($p = 0,001$), effizienterer Futterverwertung ($p < 0,001$) und niedrigerem Knickeieranteil ($p < 0,001$) auf. Auch in den Eiqualitätsparametern waren Unterschiede zwischen den zwei Hybrid-Herkünften festzustellen. So legten die LSL-Hennen Eier mit höheren HU in der Eiklarkonsistenz ($p < 0,001$) und geringerer Schalenbruchfestigkeit ($p < 0,001$) als die LB-Hennen. Zur 70. LW betrug die Bruchfestigkeit der LSL-Eier $35,3 \pm 7,9$ N, die der LB-Eier $40,7 \pm 10,5$ N (MW \pm STW). Ohne signifikanten Unterschied lag die Legeleistung und Eimasseproduktion je DH und AH bei den VG numerisch höher als bei den KG. Über beide Herkünfte lag die Eizahl in den 224 Prüftagen bei der VG um 5,0 Eier je AH niedriger als in der KG. Ohne signifikante Differenz produzierte eine AH der VG dabei 0,44 kg Eimasse mehr als eine AH der KG. Mit $2,59 \pm 0,97$ % war der Knickeieranteil der LB höher als der der LSL mit $1,56 \pm 0,70$ % (MW \pm STW, $p < 0,001$). Für den Anteil an Schmutz- und Knickeiern lag kein Effekt der Futtervariante vor.

Ein Futtereffekt war in der Eiklarkonsistenz nicht zu beobachten, jedoch in der Bruchfestigkeit der Eischalen. Über die Herkünfte hinweg war diese zur 57. LW in der VG niedriger als in der KG, was sich in der 70. LW wiederholte. Innerhalb der LSL-Hennen war dieser Futtereffekt zur 70. LW nicht signifikant.

Tabelle 39: Einfluss der Futtervarianten auf die Eizahl, das Eigewicht, die Eimasseproduktion, Eiklarkonsistenz und Bruchfestigkeit im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Futtervariante			p-Wert	
		KG	VG	SEM	Var.	Her.*Var.
Eizahl/AH (Stück) (MW ± STW)	LB / LSL	189,8 ± 18,3	194,9 ± 11,7	4,47	0,265	0,879
	LB	184,6 ± 22,1	190,3 ± 10,5		0,369	
	LSL	195,2 ± 12,2	199,5 ± 11,5		0,493	
Eizahl/DH (Stück) (MW ± STW)	LB / LSL	199,3 ± 8,5	200,3 ± 9,3	2,22	0,666	0,825
	LB	194,0 ± 7,7	195,5 ± 9,7		0,644	
	LSL	204,7 ± 5,4	205,2 ± 5,9		0,881	
Eigewicht (g) (MW ± STW)	LB / LSL	66,0 ± 0,9	66,0 ± 0,9	0,27	0,949	0,116
	LB	66,5 ± 1,0	66,1 ± 1,1		0,282	
	LSL	65,4 ± 0,5	65,9 ± 0,7		0,245	
Eimasse/AH (kg) (MW ± STW)	LB / LSL	12,52 ± 1,17	12,86 ± 0,82	0,30	0,915	0,915
	LB	12,27 ± 1,46	12,58 ± 0,82		0,471	
	LSL	12,77 ± 0,81	13,15 ± 0,75		0,385	
Eimasse/DH (kg) (MW ± STW)	LB / LSL	13,15 ± 0,50	13,22 ± 0,67	0,16	0,751	0,751
	LB	12,90 ± 0,50	12,92 ± 0,75		0,925	
	LSL	13,40 ± 0,37	13,52 ± 0,43		0,589	
Knickeier (%) (MW ± STW)	LB / LSL	2,09 ± 1,18	2,06 ± 0,91	0,26	0,362	0,557
	LB	2,68 ± 1,10	2,51 ± 0,87		0,649	
	LSL	1,52 ± 0,72	1,61 ± 0,72		0,811	
Schmutzeier (%) (MW ± STW)	LB / LSL	1,96 ± 0,87	1,72 ± 0,85	0,26	0,878	0,624
	LB	2,00 ± 0,93	1,60 ± 0,73		0,291	
	LSL	1,92 ± 0,84	1,84 ± 0,99		0,817	
Eiklarkonsistenz 57. LW (HU) (MW ± STW)	LB / LSL	88,5 ± 6,1	88,8 ± 5,1	0,39	0,428	0,630
	LB	87,2 ± 5,6	87,3 ± 5,2		0,827	
	LSL	90,1 ± 6,3	90,3 ± 4,5		0,368	
Eiklarkonsistenz 70. LW (HU) (MW ± STW)	LB / LSL	84,8 ± 8,4	85,3 ± 6,8	0,58	0,397	0,283
	LB	83,2 ± 9,5	83,1 ± 7,9		0,873	
	LSL	86,3 ± 6,6	87,5 ± 4,5		0,175	
Bruchfestigkeit 57. LW (N) (MW ± STW)	LB / LSL	42,8 ± 9,0	38,8 ± 8,6	0,65	<0,001	0,395
	LB	45,8 ± 9,1	41,1 ± 9,5		<0,001	
	LSL	40,0 ± 7,9	36,4 ± 6,9		<0,001	
Bruchfestigkeit 70. LW (N) (MW ± STW)	LB / LSL	39,0 ± 9,8	37,0 ± 9,5	0,72	0,006	0,087
	LB	42,3 ± 10,5	39,1 ± 10,3		0,002	
	LSL	35,6 ± 7,8	34,9 ± 8,2		0,466	

fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, AH = Anfangshenne, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, DH = Durchschnittshenne, LW = Lebenswoche(n), HU = Haugh Unit nach EISEN et al. (1962), N = Newton

4.2.2 Körpermasse

Abbildung 37 zeigt die Körpermasse der Hennen im Alter von 57 und 72 LW. Im Zeitraum von der 57. zur 72. LW reduzierten die LB-Hennen ihre Körpermasse von 2.006,3 ± 164,9 g um 13,1 g auf 1.993,62 ± 180,7 g (MW ± STW). LSL-Hennen steigerten in diesem Zeitraum ihre Körpermasse von 1.723,2 ± 135,1 g

auf $1.762,6 \pm 143,8$ g. Zu beiden Zeitpunkten waren LB-Hennen schwerer als LSL-Hennen ($p < 0,001$).

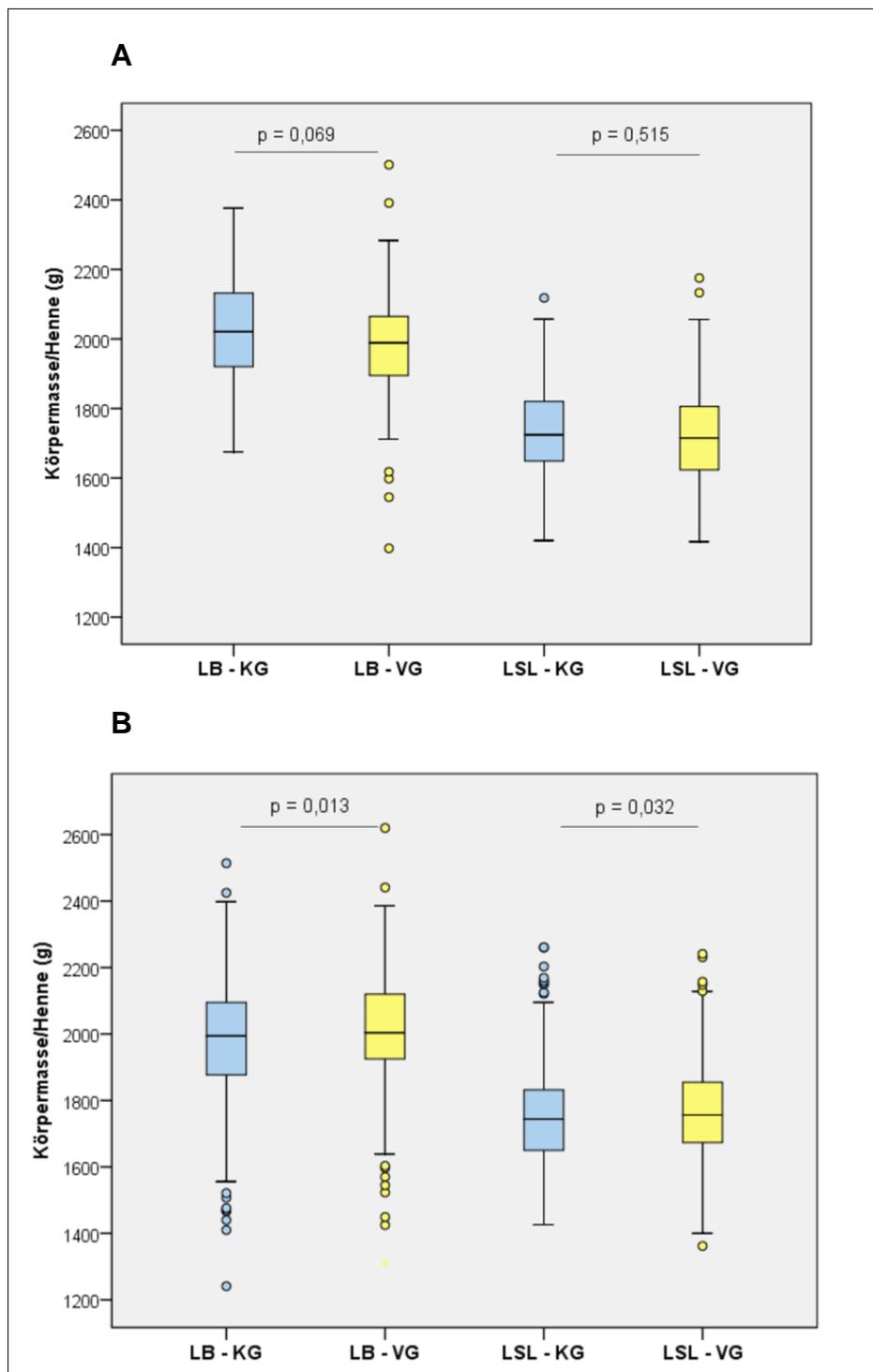


Abbildung 37: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte der Futtermittelvariante auf die Körpermasse in der 57. (A) und 72. Lebenswoche (B)

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter)

Die Wägung in der 57. LW zeigte für die LSL-Gruppen keinen Futtereffekt, bei den LB-Gruppen eine tendenziell ($p = 0,069$) niedrigere Körpermasse bei VG. Zum Studienende im Alter von 72 LW war dagegen bei beiden Herkünften eine signifikant höhere Körpermasse in den VG festzustellen. Über die Herkünfte wogen Hennen der KG $1.861,7 \pm 199,3$ g, die der VG $1.887 \pm 198,9$ g ($MW \pm STW$, $p = 0,007$).

4.2.3 Futterverbrauch und Wirtschaftlichkeit

Die Mittelwerte der Merkmale des Verbrauchs an Futter, sowie der Wirtschaftlichkeit, werden in Tabelle 40 dargestellt. Ein Herkunftseffekt bestand im täglichen Futterverbrauch ($p = 0,001$) und der Futterverwertung ($p < 0,001$). Weiterhin erwirtschafteten die LSL-Hennen mit $7,74 \pm 0,76$ € einen höheren IOFC je AH als die LB-Hennen mit $6,90 \pm 0,99$ € ($MW \pm STW$, $p = 0,006$).

Tabelle 40: Einfluss der Futtervarianten auf den Futterverbrauch, die Futterverwertung und die Wirtschaftlichkeit im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Futtervariante			p-Wert	
		KG	VG	SEM	Var.	Her.*Var.
kumulierter Futterverbrauch (kg/AH) ($MW \pm STW$)	LB / LSL	27,4 ± 2,3	28,9 ± 1,5	0,59	0,017	0,789
	LB	27,9 ± 2,9	29,2 ± 1,4		0,043	
	LSL	27,0 ± 1,5	28,6 ± 1,7		0,047	
täglicher Futterverbrauch (g) ($MW \pm STW$)	LB / LSL	128,8 ± 4,8	132,7 ± 2,9	1,06	0,001	0,284
	LB	131,3 ± 5,5	134,0 ± 2,3		0,042	
	LSL	126,3 ± 2,1	131,3 ± 3,0		0,002	
Futterverwertung (kg Futter/kg Eimasse) ($MW \pm STW$)	LB / LSL	2,199 ± 0,130	2,253 ± 0,122	0,03	0,071	0,773
	LB	2,283 ± 0,126	2,330 ± 0,122		0,277	
	LSL	2,114 ± 0,063	2,177 ± 0,059		0,138	
Futterverwertung (MJ AME _N /kg Eimasse) ($MW \pm STW$)	LB / LSL	25,5 ± 1,5	25,7 ± 1,4	0,34	0,857	0,810
	LB	26,5 ± 1,4	26,6 ± 1,4		0,990	
	LSL	24,5 ± 0,7	24,8 ± 0,7		0,990	
IOFC (€/AH) ($MW \pm STW$)	LB / LSL	7,43 ± 1,42	7,21 ± 1,57	0,27	0,698	0,926
	LB	6,97 ± 1,02	6,83 ± 1,02		0,762	
	LSL	7,89 ± 0,84	7,59 ± 0,70		0,863	

*fett gedruckte Werte kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter), SEM = Standardfehler des Mittelwertes, Var. = Variante, Her.*Var. = Interaktion Herkunft*Variante, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, AH = Anfangshenne, MW = arithmetisches Mittel, STW = Standardabweichung, MJ AME_N = Megajoule scheinbare umsetzbare Energie, IOFC = income over feed costs*

Im Futterverbrauch war mit dem Versuchsfutter ein Anstieg gegenüber der KG zu beobachten (Abbildung 38). Unabhängig von der Herkunft stieg der tägliche Futterverbrauch von der KG zur VG um 3,9 g. Bei einem im Vergleich zu den LSL-Hennen ($128,8 \pm 3,6$ g) höherem täglichen Futterverbrauch der LB-Hennen ((MW \pm STW): $132,6 \pm 4,4$ g) war der Anstieg im Futterverbrauch von der KG zur VG bei den LB mit 2,7 g noch niedriger als bei den LSL mit 5,0 g. Der Futterverbrauch je kg Eimasse ist bei der Betrachtung über beide Herkünfte in der VG tendenziell höher als in der KG. Aufgrund der variierenden Energiegehalte der Futtervarianten war jedoch in der aufgenommenen umsetzbaren Energie je kg produzierter Eimasse kein Futtereffekt zwischen KG und zu beobachten. Die nicht signifikante Differenz im Futterkostenüberschuss zwischen den Futtervarianten belief sich auf 0,14 €/AH (LB) bzw. 0,30 €/AH (LSL) zugunsten der KG.

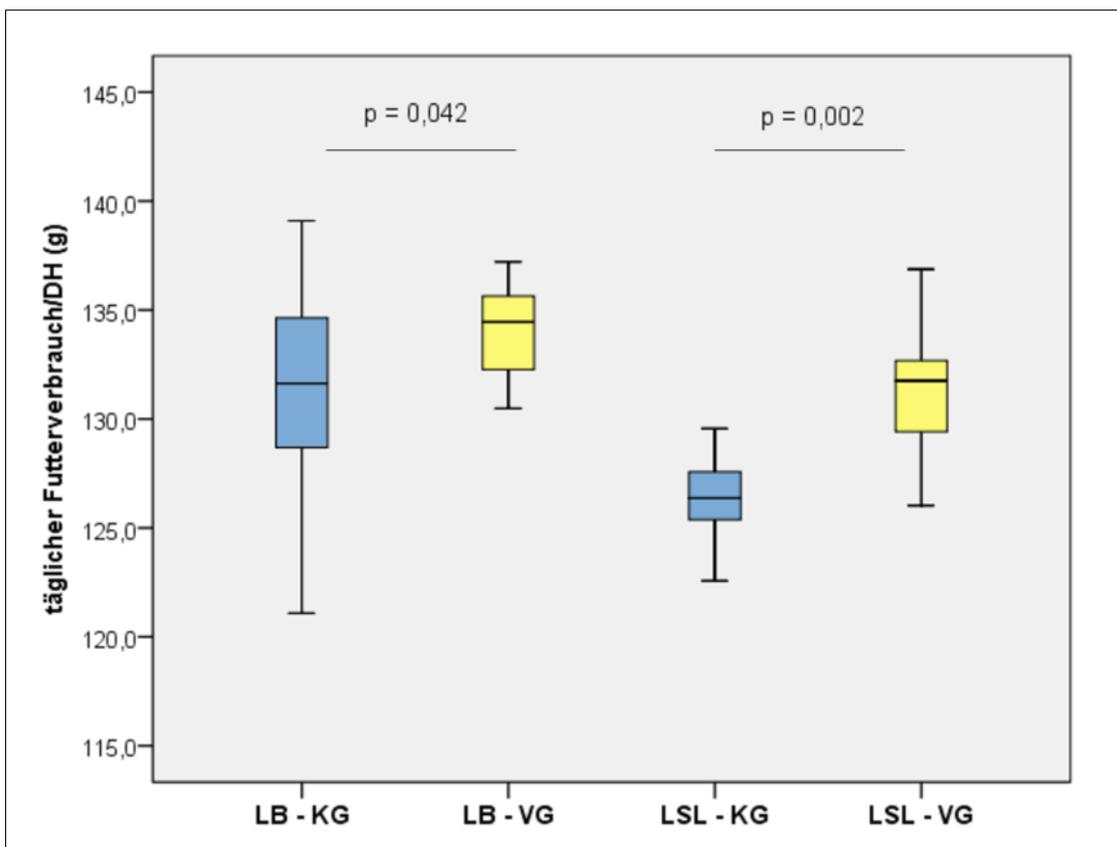


Abbildung 38: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Effekte der Futtervariante auf den täglichen Futterverbrauch im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter)

4.2.4 Tierverluste

In Tabelle 16 werden die Mediane zu den Merkmalen der Tierverluste dargestellt. Es verendeten weniger Braunleger aufgrund von Zehenpicken als Weißleger ($p = 0,004$). Abgänge aufgrund von Hautkannibalismus waren dagegen bei den LSL-Gruppen (Median 0,9 %, 1.-3. Quartil: 0,0-3,4 %) tendenziell niedriger ($p = 0,085$) als in den LB-Gruppen (Median 2,2 %, 1.-3. Quartil: 0,0-5,9 %). Kein Herkunftseffekt war in der Mortalität ($p = 0,499$) und dem Verlust an Produktionstagen ($p = 0,435$) gegeben.

Tabelle 41: Einfluss der Futtervarianten auf die Tierverluste im Zeitraum von der 41. bis zur 72. Lebenswoche

Merkmal/ Einheit	Herkunft	Variante		p-Wert Variante
		KG	VG	
Mortalität (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	5,4 (3,4-13,4)	3,6 (0,0-6,8)	0,200
	LB	3,8 (3,5-6,9)	3,8 (0,0-6,7)	0,618
	LSL	10,3 (3,3-13,8)	4,7 (0,0-7,1)	0,219
Verlust an Produktionstagen (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	2,3 (0,9-5,8)	1,7 (0,0-3,4)	0,237
	LB	1,9 (1,1-3,4)	1,8 (0,0-4,1)	0,666
	LSL	5,4 (0,1-8,2)	1,7 (0,0-3,2)	0,276
Abgänge Hautkannibalismus (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	2,1 (0,0-3,4)	1,1 (0,0-3,3)	0,297
	LB	2,4 (0,0-4,2)	2,1 (0,0-5,9)	0,914
	LSL	1,4 (0,0-3,4)	0,3 (0,0-0,6)	0,097
Abgänge Zehenkannibalismus (%) <i>(Median [1.-3. Quartil])</i>	LB / LSL	0,0 (0,0-3,6)	0,0 (0,0-3,6)	0,119
	LB	0,3 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	0,317
	LSL	4,3 (0,0-6,9)	2,0 (0,0-3,6)	0,113

KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic

Während des Studienzeitraums verendeten 3,8 % (1.-3. Quartil: 0,0-6,7 %) der LB-Hennen und 5,9 % (1.-3. Quartil: 2,5-13,4 %) der LSL-Hennen, was einen Verlust an Produktionstagen von 1,8 % (1.-3. Quartil: 0,0-3,5 %) bzw. 2,4 % (Median, 1.-3. Quartil: 0,1-7,1 %) entspricht. Ein Futtereffekt auf die Mortalität und den Verlust an Produktionstagen war nicht zu beobachten. Das Futter der VG bewirkte bei den LSL-Hennen eine tendenziell niedrigere Verlustrate aufgrund von Hautkannibalismus ($p = 0,097$).

4.2.5 Integumentzustand

Die gruppierten Mediane der Boniturnoten in den jeweiligen Merkmalen werden in Tabelle 42 zusammengestellt. Die prozentualen Anteile der einzelnen Boniturnoten für den Gefieder- und Hautzustand sind in Tabelle 42 und Abbildung 40 sowie im Anhang in Tabelle 66 (Seite 163) und Tabelle 67 (Seite 164) dargestellt. Dabei waren zu beiden Erhebungszeitpunkten bei den Weißlegerhybriden im Vergleich zu den Braunlegern weniger Gefiederverluste und Hautverletzungen ($p < 0,001$), aber eine höhere Prävalenz an Zehenverletzungen ($p = 0,001$) und Fußballenveränderungen ($p < 0,001$) zu beobachten. Besonders auffällig erscheint dabei der Zustand der Zehen: Bei keiner der Braunlegerhennen waren hier Veränderungen festzustellen, dagegen lagen bei bis zu 14,2 % der Weißlegerhennen (KG) leichte oder starke Zehenverletzungen vor.

Tabelle 42: Einfluss der Futtermaterie auf den Integumentzustand in der 57. und 72. Lebenswoche

Merkmal	Alter	Herkunft	Futtermaterie		p-Wert Variante
			KG	VG	
Gesamtgefiederscore (gruppiertes Median*)	57. LW	LB / LSL	3,54	3,42	0,153
		LB	4,25	4,16	0,218
		LSL	2,78	2,75	0,657
	72. LW	LB / LSL	4,13	3,54	<0,001
		LB	5,40	4,33	<0,001
		LSL	3,30	2,90	<0,001
Hautverletzungen (gruppiertes Median*)	57. LW	LB / LSL	0,24	0,10	<0,001
		LB	0,46	0,22	0,001
		LSL	0,04	0,00	0,020
	72. LW	LB / LSL	0,56	0,31	0,001
		LB	1,04	0,52	<0,001
		LSL	0,16	0,11	0,273
Zehenverletzungen (gruppiertes Median*)	57. LW	LB / LSL	0,07	0,03	0,028
		LB	0,00	0,00	1,000
		LSL	0,16	0,05	0,021
	72. LW	LB / LSL	0,05	0,00	0,001
		LB	0,00	0,00	1,000
		LSL	0,11	0,00	0,001
Fußballenzustand (gruppiertes Median*)	57. LW	LB / LSL	0,57	0,58	0,811
		LB	0,37	0,30	0,316
		LSL	0,79	0,86	0,257
	72. LW	LB / LSL	0,54	0,55	0,780
		LB	0,44	0,27	0,009
		LSL	0,64	0,83	0,003

KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter), LW = Lebenswoche(n), LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic; * die Verteilung auf die einzelnen Boniturscores ist in Tabelle 66 und Tabelle 67 (Anhang Seite 163 und 164) dargestellt

Gefiederschäden und Hautverletzungen nahmen in allen Varianten von der 57. zur 72. LW zu. Zum Studienende (72. LW, Abbildung 39) hatten die Hennen der VG signifikant weniger Gefiederschäden als die der KG ($p < 0,001$). Schwere Gefiederschäden mit über 5 cm federfreier Fläche (Score 2) traten im Mittel der drei bonitierten Areale bei den LB-Hennen zu 73,2 % in der KG, jedoch nur zu 45,3 % bei der VG auf (LSL: 12,9 % bei VG vs. 5,8 % bei KG). Die ausgeprägtesten Differenzen im Gefiederzustand von KG zu VG waren bei den LB im Hals-, bei den LSL im Legebauchgefieder zu beobachten. Die stärksten Gefiederschäden zeigten sich am Rückengefieder der LB.

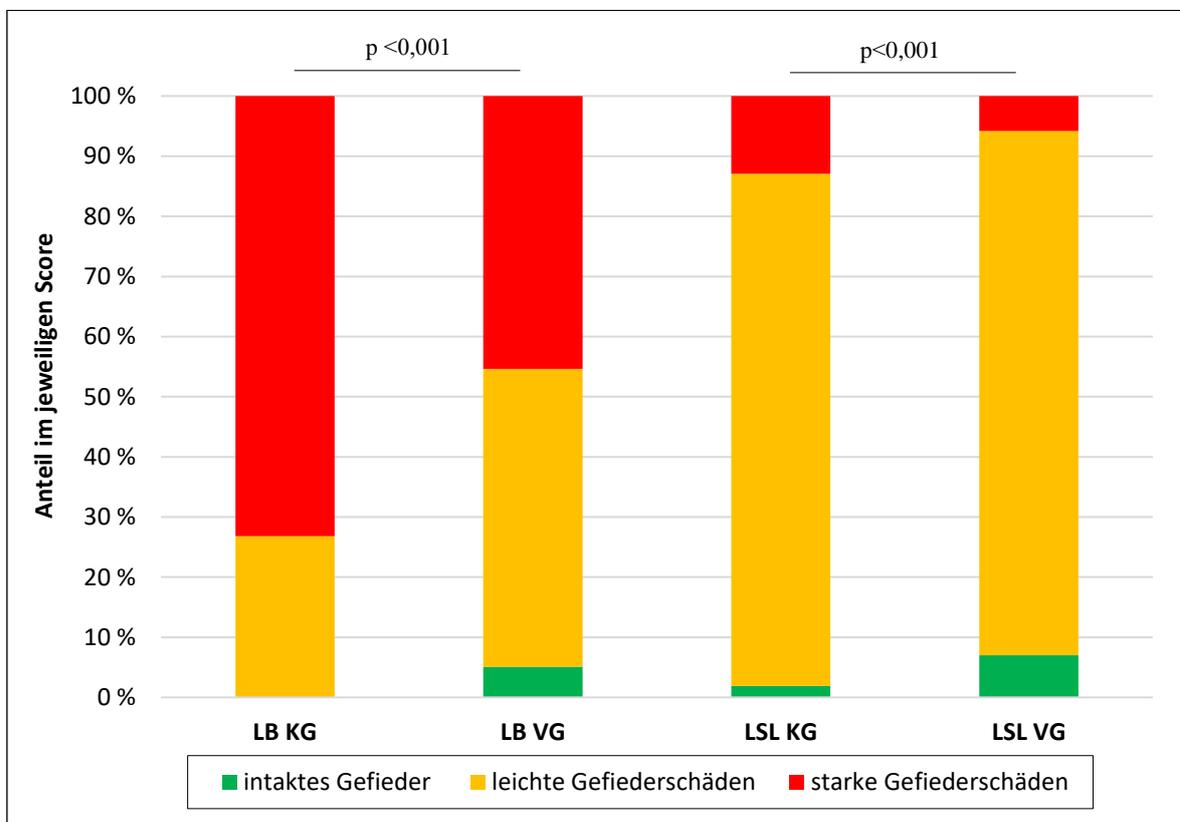


Abbildung 39: Relative Anteile der Boniturscores für den Gefiederzustand* in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Futtervariante und Hybridherkunft

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Ein signifikanter Effekt der Futtervariante auf die Scores für Hautverletzungen über beide Herkünfte bestand zu beiden Boniturzeitpunkten. Innerhalb der LSL war dieser Effekt zur 72. LW jedoch nicht signifikant ($p = 0,273$). Die Rangfolge der Varianten für die Gefiederschäden gleicht der Rangfolge für

Hautverletzungen. Dabei sind v.a. bei den LB die Unterschiede zwischen KG und VG für Hautverletzungen deutlich größer als für das Gefieder. Durch den Einsatz des Versuchsfutters reduzierte sich der Anteil an Hennen mit Verletzungen der Haut (Score 1 und 2) zur 72. LW bei den LB von 85,1 % auf 50,4 %, bei den LSL von 15,5 % auf 10,5 % (Abbildung 40). Verletzungen größer als 1 cm waren v.a. an der Kloake, dem Legebauch und der Bürzelregion zu beobachten.

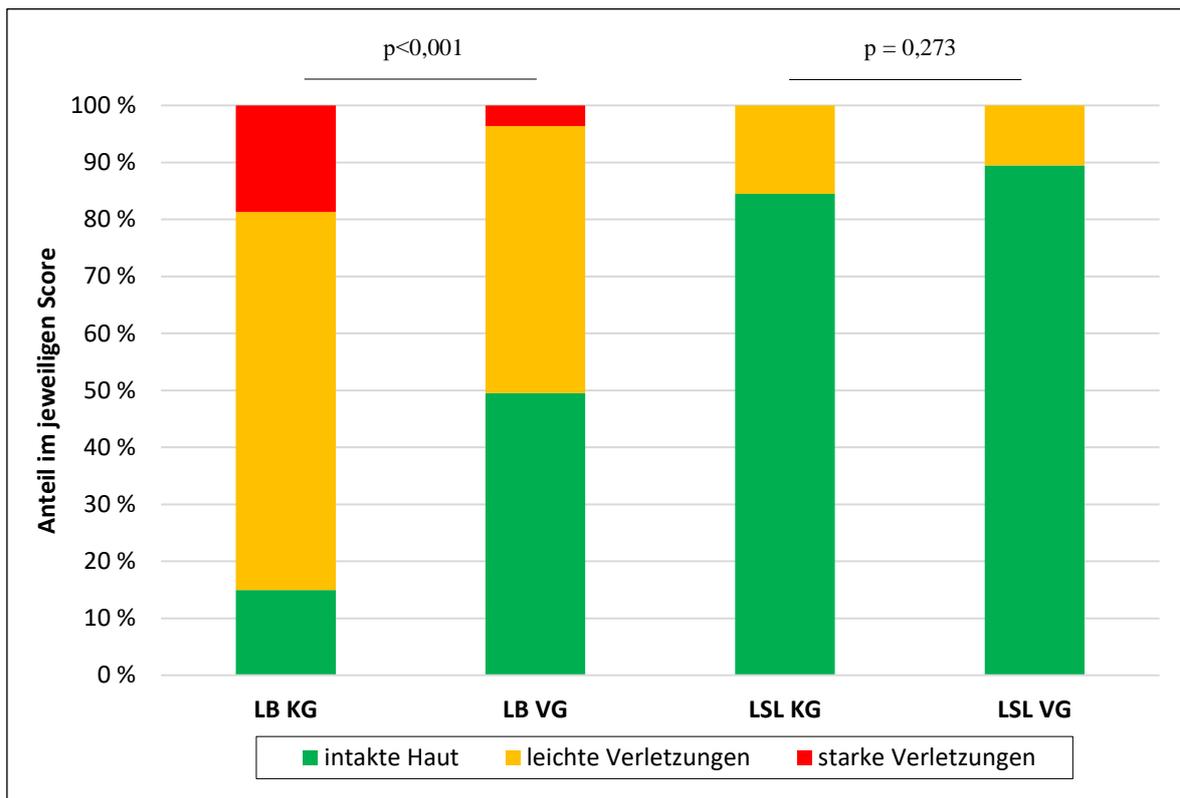


Abbildung 40: Relative Anteile der Boniturscores für Hautverletzungen in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Futtervariante und Hybridherkunft

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

Die Prävalenz an Zehenverletzungen konnte durch den Einsatz des Versuchsfutters reduziert werden. Zur 57. LW standen bei den Weißlegern 2,7 % mit leichten und 11,5 % der Tiere mit starken Verletzungen in der KG, 1,7 % mit leichten und 0,0 % mit schweren Zehenverletzungen in der VG gegenüber. Zur 72. LW waren in der VG keine Zehenverletzungen vorhanden, wohingegen die KG zu 1,9 % leichte und 7,8 % starke Zehenverletzungen aufwies. Im Hinblick auf den Fußballenzustand sind die Effekte des Futters bei den Herkünften nicht gleichgerichtet. Mit Versuchsfutter versorgte LB-Hennen hatten im Vergleich zur

KG zur 72. LW signifikant weniger Veränderungen der Fußballen. Dagegen war bei den Weißlegerhennen die Prävalenz an Fußballenveränderungen in der KG niedriger als in der VG.

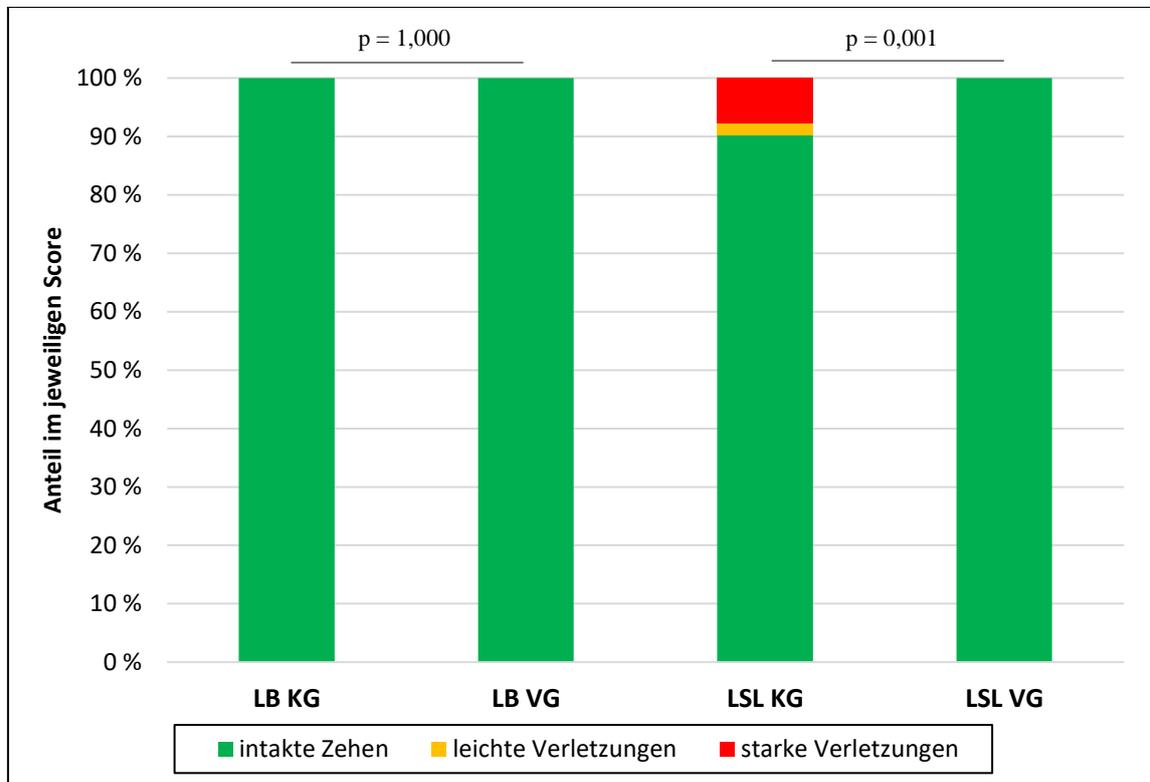


Abbildung 41: Relative Anteile der Boniturscores für Zehenverletzungen in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Futtermaterie und Hybridherkunft

LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, KG = Kontrollgruppe (Futter mit herkömmlichen Nährstoffgehalten), VG = Versuchsgruppe (speziell zur Reduktion von Federpicken konzipiertes Futter); Boniturschema mit Definition der Scores in Tabelle 10

5 Diskussion

5.1 Einfluss von Beschäftigungsmaterial auf Leistung und Verhaltensstörungen

Die erste Studie der Arbeit widmete sich dem Einfluss von BM zur Anreicherung der Haltungsumwelt auf die Leistung und Verhaltensstörungen bei Jung- und Legehennen in Bodenhaltung. So wurden Küken der Herkunft LB und LSL mit (VG) oder ohne Picksteine und hartgepresste Luzerneblöcke als BM (KG) aufgezogen. In der Legeperiode wurden dann die zwei Beschäftigungsvarianten der Aufzucht wiederum in jeweils zwei Beschäftigungsvarianten während der Legeperiode (BM ja/nein) aufgesplittet. Somit wurden in der Legeperiode vier Varianten untersucht. Dabei galt es, die Auswirkungen des Angebots von BM auf Merkmale der biologischen Leistung und dem Auftreten von Federpicken und Kannibalismus zu prüfen. Speziell im Fokus stand dabei die Fragestellung, welche Effekte die unterschiedlichen Konstellationen in der Bereitstellung von Aufzucht und Legeperiode bewirken. Zur indirekten Quantifizierung von stattgefundenen Verhaltensstörungen fanden umfangreiche Bonituren des Integuments statt.

5.1.1 Legeleistung und Eigewicht

Die Eizahl bzw. prozentuale Legeleistung war weder durch die Herkunft noch durch das Angebot von BM beeinflusst. HARTCHER et al. (2015) nutzten zur Umweltanreicherung Schnüre, Hafergaben in die Einstreu sowie eine tiefere Einstreu und fanden dabei ebenso wie CRONIN et al. (2018) mit der Bereitstellung von Stroh keinen Einfluss auf die Legeleistung und Eimasseproduktion. STEENFELD et al. (2007) erzielten dagegen mit der Gabe von Möhren und Silage eine höhere Leistung.

Mit 166,1 Eiern je AH bei den LB-Hennen und 167,7 bei den LSL-Hennen liegt die kumulierte Eizahl 8,2 (LB) bzw. 8,3 (LSL) Eier unter den Sollvorgaben der LOHMANN TIERZUCHT (2017) zu ihren Zuchtprodukten. Diese recht deutlichen Unterschiede zu den Sollvorgaben in der Eizahl konnten die Hennen im Hinblick

auf die Eimasseproduktion durch ein, im Vergleich zum Soll, um 0,9 g (LB) bzw. 1,4 g (LSL) höheres Eigewicht teilweise, aber nicht vollständig kompensieren. Ein direkter Vergleich mit Leistungsprüfergebnissen ist aufgrund der verkürzten Legeperiode bis zur 48. LW nicht möglich, jedoch wird in aktuellen Ergebnissen bei SCHREITER et al. (2018) und DAMME et al. (2018) für die beiden hier getesteten Hybridherkünfte ebenso eine Überschreitung des Eigewichts im Vergleich zum Soll des Züchters festgestellt. Möglich erscheint dabei ein Stationseffekt, weil die Leistungsprüfungen in der gleichen Station wie die vorliegende Studie stattfanden. Da das Eigewicht aber zudem wesentlich durch Management- und Fütterungsmaßnahmen beeinflusst wird (POTTGÜTER et al., 2018), können auch die in der Studie anzutreffenden Bedingungen mit vergleichsweise spät beginnenden Licht-Step-Up in der 20. LW sowie hohen Energie- und Methioningehalten im Futter (11,6 MJ AME_N/kg, 0,44 % Methionin) hohe Eigewichte induziert haben.

Eine starke Abhängigkeit von der Beschäftigungsvariante wies das Eigewicht auf. So lag das Eigewicht um 0,7 g höher, wenn in der Legeperiode BM vorhanden war (V3 und V4) im Vergleich zu den Gruppen ohne BM während der Legeperiode. Ob dabei auch bereits in der Aufzucht BM zur Verfügung stand oder nicht, war für das Eigewicht irrelevant. Auf welche Weise das bereitgestellte und aufgenommene BM zur Steigerung des Eigewichts beitrug, ist nicht eindeutig zu beantworten. Eine höhere Nährstoffaufnahme durch das angebotene Alleinfutter ist kein Erklärungsansatz, da im Futterverbrauch keine Differenzen zwischen den Varianten vorlagen. Methionin, Lysin, Energie und Linolsäure als nutritive Faktoren zur Beeinflussung des Eigewichts (JEROCH et al., 2005; THIELE, 2012; SCHREITER und DAMME, 2017) sind durch den Verzehr von Pickstein und Luzerneblock nicht im relevanten Umfang aufgenommen, um diese Effekte im Eigewicht zu erklären. Wenn kaum – für das Eigewicht relevante – zusätzliche Nährstoffe durch das BM aufgenommen wurden, so ist als Hauptursache für das höhere Eigewicht eine effektivere Nutzung der aufgenommenen Nährstoffe anzunehmen. Verschiedene Autoren stellten bei Aufnahme von faserigem Material eine Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit durch Vergrößerung sowie Verbesserung der Funktionalität des Muskelmagens fest (AMERAH et al., 2009; SVIHUS, 2011; SVIHUS, 2014). Die in der eigenen Studie festgestellte Zunahme des Muskelmagenanteils durch Aufnahme der BM unterstützt die

These, dass durch diese Maßnahme möglicherweise auch die Nährstoffverfügbarkeit verbessert werden kann.

Ein weiterer möglicher Effekt liegt außerhalb des ernährungsphysiologischen Bereichs. So haben die Hennen mit BM in der Legeperiode evtl. ihr Futtersuchverhalten besser durchführen können, als Hennen ohne BM, sodass phasenweise auftretende Stresssituationen (z.B. Hitzeperiode, Fangstress) besser kompensiert werden konnten und letztlich auch in diesen Stressphasen das genetische Potential im Eigewicht voll abgerufen werden konnte.

5.1.2 Eiklassifizierung und -qualität

Konform zu den Veränderungen im Eigewicht zeigt sich eine Verschiebung in der Eigewichtsklassenverteilung. Die beiden Varianten mit BM in der Legeperiode (V3 und V4) weisen gegenüber den Gruppen ohne BM in der Legeperiode (V1 und V2) höhere Anteile an den schwereren L-Eiern bei zugleich reduziertem M-Eier-Anteil auf.

Deutlichen Einfluss nahm die Bereitstellung von BM auf das Auftreten von verlegten Eiern in der Einstreu, sog. Bodeneiern. Wenn Weißlegerhennen in der Aufzucht und Legeperiode BM bereitgestellt bekamen, verlegten sie mehr Eier in die Einstreu als in den anderen getesteten Beschäftigungsvarianten. Damit erhöhte ein Beschäftigungsangebot über die komplette Lebensdauer das Auftreten verlegter Eier im Vergleich zur Haltung ohne BM oder dem Angebot von BM nur in der Aufzucht- und nur in der Legeperiode. Umstellungsalter, Nestangebot, -gestaltung und -positionierung, Beleuchtung der Abteile und Einstreusubstrat als wesentliche Einflussgrößen auf das Verlegeverhalten von Legehennen (APPLEBY, 1984; WEHLITZ et al., 2013) waren für alle Tiere der Untersuchung identisch. Unterschiede haben möglicherweise in der Nutzung des Einstreubereichs durch die Hennen gelegen, denn verschiedene Studien konnten eine stärkere Nutzung des Scharrraums feststellen, wenn dort auch BM platziert ist (FREYTAG et al., 2016; CRONIN et al., 2018). Durch die längere Verweildauer im Scharrraum hat evtl. auch dort öfter die Eiablage stattgefunden. Da Ecken, zusätzliche Objekte und wenig beleuchtete Bereiche zu den bevorzugten Eiablageorten außerhalb des Nestes gehören (MARTIN et al., 2005), haben

Pickstein und Luzerneblock evtl. als zusätzliche Objekte im Scharrraum bereits ausgereicht, um die Hennen stärker zur dortigen Eiablage zu animieren. Da in den Gruppen mit BM während der Legeperiode, aber ohne BM in der Aufzucht (V3) hinsichtlich der Verlegerate keine Unterschiede zu den Gruppen ohne BM in der Legeperiode (V1 und V2) vorhanden sind, kann davon ausgegangen werden, dass die genannten möglichen Ursachen für das Verlegen v.a. dann starke Auswirkungen zeigen, wenn die Hennen das BM aus der Aufzucht bereits kennen.

Bei FREYTAG et al. (2016) kam es gleichsam beim BM-Einsatz zum Anstieg der verlegten Eier. Die Autoren gehen davon aus, dass es durch die höhere Frequenz der Scharrraumnutzung zum vermehrten Kotabsatz in die Einstreu gekommen ist und folglich die Einstreuhöhe zunahm und die Hennen letztlich durch die höhere Einstreu zur Eiablage außerhalb des Nests animiert wurden. Bei HARTCHER et al. (2015) hatten die Enrichmentmaßnahmen dagegen keinen Einfluss auf die Verlegerate. Auch bei CRONIN et al. (2018) kam es zu keiner Steigerung der Verlegerate durch das zusätzliche Angebot von Stroh. Im Unterschied zur vorliegenden Untersuchung wurde das Stroh jedoch in frei hängenden Spendern angeboten, die damit nicht direkt in der Einstreu standen. Weiterhin gilt zu beachten, dass in den Studien von CRONIN et al. (2018) und HARTCHER et al. (2015) ausschließlich Braunleger Einsatz fanden. Braunleger zeigten in der eigenen Untersuchung ebenso keinen signifikanten Effekt der Variante im Verlegeverhalten. Grundsätzlich wird bei den mittelschweren Braunlegerhybriden von einer höheren Verlegerate als bei den leichten Weißlegerhybriden ausgegangen (BAUER, 1995; GAYER et al., 2004) und auch zwischen den einzelnen Zuchtprodukten existieren Unterschiede in der Nestakzeptanz (DAMME, 1999; ICKEN et al., 2006), wobei die Herkunft in der vorliegenden Untersuchung keinen Effekt auf die Verlegerate besaß.

Bei der Interpretation der Ergebnisse für die Hennenhaltung unter Produktionsbedingungen gilt einschränkend zu beachten, dass die Gruppen- und Abteilgröße der Studie erheblich von den in der Praxis zumeist anzutreffenden Großgruppen mit bis zu 6.000 Hennen abweichen. Möglicherweise haben die sehr kleinen Scharräume die Problematik des Verlegens verschärft. Das mit 68 Hennen/m² vergleichsweise großzügige Nestangebot im Vergleich zu der nach §13a der TIERSCHNUTZTV (2017) maximal zulässigen Anzahl von 120 Hennen je

m² Nestfläche war jedoch gleichzeitig ein Faktor, der eine hohe Nestakzeptanz begünstigte (BESSEI und DAMME, 1998).

Dass der Knickeieranteil analog zum Bodeneieranteil bei der Kombination von Beschäftigungsangebot in Aufzucht und Legeperiode (V4) zunahm, ist damit erklärbar, dass außerhalb der Nester platzierte Eier meist verschmutzt sind und eine defekte Schale aufweisen (APPLEBY, 1984). Ein Einfluss auf den Schmutzeieranteil war aber nicht zu identifizieren.

Die Bruchfestigkeit der Eischale wurde durch das BM-Angebot nicht beeinflusst, obwohl durch den Verbrauch des Picksteinsubstrats die Calciumaufnahme gegenüber den Gruppen mit BM in der Legeperiode rechnerisch um 4,3 % anstieg. Möglicherweise wäre ein positiver Effekt der zusätzlichen Calciumversorgung auf die Schalenstabilität erst bei längerer Untersuchungsdauer sichtbar geworden, da die Defizite in der Schalenqualität bei älteren Hennen mit weniger effizienten Calciumstoffwechsel und steigendem Eigewicht zunehmen (GRASHORN, 2008).

5.1.3 Verbrauch an Futter und Beschäftigungsmaterial, Wirtschaftlichkeit

Sowohl während der Aufzucht, als auch während der Legeperiode war der Futtermittelverbrauch nicht durch die Herkunft und Beschäftigungsvariante signifikant beeinflusst. Auch CRONIN et al. (2018) stellten keine Verdrängung der Mischfutteraufnahme durch Angebot von Stroh als BM fest. Bei STEENFELD et al. (2007) machten Silage und Möhren als bereitgestellte BM bis zu 49 % der Gesamtfutteraufnahme aus und reduzierten folglich auch die Aufnahme der angebotenen Mischfutterration. Es kann also davon ausgegangen werden, dass bei den in der eigenen Studie gewählten Substraten (Pickstein, hartgepresste Luzerne) keine, bei anderen Substraten zuweilen befürchtete Verdrängung der Mischfutteraufnahme (SCHREITER und DAMME, 2017) stattfindet.

Keinen Effekt von Herkunft oder BM-Variante zeigte der Verbrauch an Picksteinsubstrat. Der Luzerneverbrauch war dagegen in der Legeperiode höher, wenn den Hennen bereits in der Aufzucht ein Luzerneblock zur Aufnahme bereitstand. Damit wird eine bessere Aufnahme dieses Materials bei vorheriger

Bereitstellung in der Aufzucht, wie es in praktischen Empfehlungen bisher angenommen wurde (GARRELFs et al. 2016; KEPPLER, 2017), bestätigt.

Durch die Studienanstellung bleibt unbeantwortet, wieviel des verbrauchten BM von den Hennen tatsächlich auch gefressen wurde. Wird davon ausgegangen, dass das verbrauchte BM auch verzehrt wurde, nahmen die Hennen täglich durchschnittlich 0,9 g Pickstein und 1,0 g Luzerne auf. Speziell durch den Pickstein erfolgt in Relation zur Gesamtaufnahme an Mengen- und Spurenelementen eine nicht unwesentliche Steigerung des Inputs. Auf Grundlage der deklarierten Inhaltsstoffe wurde, gegenüber der alleinigen Versorgung mit dem Legehennenalleinfutter, rechnerisch die Aufnahme an Natrium und Jod jeweils um 22 % und an Selen um 12 % durch den Picksteinverzehr gesteigert. Mit der Luzerneaufnahme sind die Steigerungen im Nährstoffinput weitaus geringer und liegen für Rohfaser bei 6 %. Möglicherweise beruhen die beobachteten Effekte des BM auf den Integumentzustand, die Körper- und Eigewichte im gewissen Umfang auch auf diesem ernährungsphysiologischen Aspekt.

Im Parameter IOFC, der die zusätzlichen Kosten von BM nicht berücksichtigt, waren keine Differenzen zwischen den Varianten gegeben. Bei Betrachtung der ökonomischen Auswirkungen wurden im Parameter IOFEC neben den Futterkosten auch die zusätzlich durch das BM entstandenen Kosten vom Eierlös abgezogen. Keine Berücksichtigung hingegen fanden die Kosten für den Arbeitszeitbedarf der Bereitstellung der BM, da diese bei der Haltung in den vergleichsweise kleinen Einheiten weitaus mehr Zeit je Henne beansprucht als in den kommerziell üblichen Großeinheiten. Bei Betrachtung über beide Herkünfte reduzierte sich das wirtschaftliche Ergebnis (IOFEC) bei permanenter Bereitstellung von BM um 0,55 € je eingestallter Legehenne im Vergleich zur Haltung gänzlich ohne BM. Diese Differenz zwischen Variante 1 und 4 resultiert aus den in der Aufzucht entstandenen Mehrkosten je Junghenne von 0,177 € (LB) bzw. 0,157 € (LSL) und Kosten für BM in der Legeperiode bei zugleich numerisch sogar um 0,6 Eier/AH niedrigerer Legleistung. Eine Kompensation der Mehrkosten für BM durch eine bessere Leistung hat damit nicht stattgefunden. Dass sich innerhalb der LSL-Gruppen V2, entgegen der LB-Gruppen von V1 und V3 signifikant unterscheidet, ist vorrangig in der numerisch niedrigeren Leistung von V2 bei der Herkunft LSL zu begründen.

5.1.4 Körpermasse und Uniformität

Die Entwicklung der Körpermasse lag während der Aufzucht bis zur neunten LW z.T. hinter den Vorgaben der LOHMANN TIERZUCHT (2017), daraufhin wurden bis zum Aufzuchtende diese Vorgaben übertroffen. Bei einer Aufzucht mit BM war in der sechsten und achten LW eine niedrigere Körpermasse festzustellen als bei den Hennen ohne BM. Nach Öffnung der Volierensegmente (fünfte LW) standen den Hennen mehr Bewegungsfläche zur Verfügung und Hobelspäne im Einstreubereich standen zur Aufnahme bereit. So kann der höhere Energiebedarf für die intensivere Bewegung bei zugleich unkontrollierter Aufnahme an Einstreusubstrat (POTTGÜTER et al., 2018) die Differenzen in der Körpermasse in der sechsten und achten LW forciert haben.

Die Körpermasseentwicklung im Sollvergleich unterscheidet sich zwischen den Herkünften sehr stark. So lag die Körpermasse der LSL-Hennen bis zur 28. LW deutlich über dem Soll und bewegte sich fortan bis Studienende permanent am bzw. leicht über der Vorgabe. Konträr dazu verloren die LB-Hennen nach der 24. bis 32. LW an Körpermasse, bevor sie diese wieder leicht steigerten. Im Vergleich zu den Sollvorgaben für LB von der LOHMANN TIERZUCHT (2017) entstand eine erhebliche Differenz mit dem Maximum zur 45. LW mit 151,6 g. Die Ursachen für diese suboptimale Körpermasseentwicklung bzw. den Körpermasseverlust konnten nicht ermittelt werden.

Beim Test des Einflusses der Variante auf die Körpermasse war diese bei Betrachtung über beide Herkünfte höher, wenn BM in der Legeperiode bereitgestellt wurde im Vergleich zu den Gruppen ohne BM. Auch der Körpermassenzuwachs war im Zeitraum nach der Einstallung (21.-26. LW) signifikant bzw. tendenziell höher in den Gruppen mit BM in der Legeperiode. Im weiteren Verlauf der Untersuchung waren keine durch das Beschäftigungsangebot bedingten Differenzen mehr zu verzeichnen. Auch CRONIN et al. (2018) stellten höhere Körpermassезunahmen bei Bereitstellung von Stroh als BM fest und sahen dies in der möglicherweise verbesserten Nährstoffabsorption bei Fütterung faserhaltiger Komponenten begründet.

Mit einer signifikanten Interaktion der Effekte von Herkunft und Variante unterscheiden sich die Herkünfte in der Rangfolge der Körpermasse nach

Varianten. LSL-Hennen waren bei der Haltung gänzlich ohne BM (V1) am leichtesten, bei einem BM-Angebot in Aufzucht oder Legeperiode (V2 und V3) bewegte sich die Körpermasse im Mittelfeld und bei einem Angebot von BM über die ganze Studiendauer (V4) war die Körpermasse am höchsten. Mit der Dauer des Angebots von BM stieg damit auch die Körpermasse der LSL-Hennen. Dagegen war die Körpermasse der LB-Hennen bei einer Aufzucht mit und Legeperiode ohne BM (V2) signifikant niedriger als bei einer Aufzucht ohne BM. Da LB-Hennen, die mit BM aufgezogen wurden, zugleich auch mehr Luzernematerial während der Legeperiode verbrauchten als LSL-Hennen, kann der hohe Luzerneverbrauch möglicherweise einen begrenzenden Faktor für das Körperwachstum bei Braunlegern darstellen.

Eine Bestimmung der Uniformität für das Abteil als Beobachtungseinheit war nur während der Aufzucht möglich, da die Hennenanzahl je Abteil (30 AH) während der Legeperiode keine Ermittlung eines belastbaren Wertes für die Uniformität ermöglichte. Als Mindestanzahl für eine Stichprobe zur Ermittlung einer belastbaren Uniformität sehen POTTGÜTER et al. (2018) 50 Hennen. Signifikant niedriger lag die Uniformität in den BM-Gruppen bei den LSL zur zwölften LW und bei beiden Herkünften zur 16. LW als in den Kontrollgruppen ohne BM. Evtl. war der Verbrauch an den BM zwischen den Einzeltieren stark verschieden und damit auch die Wirkung der BM auf die Tierentwicklung, was die größeren Unterschiede in der Körpermasse bei der VG erklären könnte.

5.1.5 Schlachtmerkmale

In der Ausschlachtung als Verhältnis von Schlacht- zu Körpermasse bestanden Unterschiede in der Gruppierung nach Varianten. Hennen, denen während der Aufzucht und Legeperiode BM zur Verfügung stand (V4), hatten bei der Schlachtung nach Abschluss der 48. LW im Vergleich zu den anderen Varianten eine niedrigere Ausschlachtung, das heißt, im Verhältnis zur Lebendmasse war die Masse des bei der Ausschlachtung entnommenen Magen-Darm-Trakts und weiterer Organe höher, wenn BM über die gesamte Lebensdauer zur Verfügung stand.

Damit konform geht auch der innerhalb der LB-Gruppen beobachtete höhere Anteil des Muskelmagens an der Körper- bzw. metabolischen Körpermasse bei den mit BM aufgezogenen Gruppen (V2 und V4) im Vergleich zu den Gruppen ohne BM in der Aufzucht (V1 und V3). Zu V1 als Variante gänzlich ohne BM besteht dabei kein Unterschied im Muskelmagenanteil zu den Gruppen mit BM nur in der Legeperiode (V3). Für die Effekte von BM auf die Muskelmagenentwicklung sind möglicherweise Gaben während der Aufzucht von besonderer Bedeutung.

Untersuchungen von AMERAH et al. (2009) zeigten eine höhere relative Muskelmagenmasse am Verdauungstrakt bei der Verfütterung von Hobelspänen als grob strukturiertes Fasermaterial im Vergleich zu Standarddiäten und solchen mit fein vermahlener Cellulose. Auch STEENFELD et al. (2007) konnten den Muskelmagenanteil am Verdauungstrakt durch die Gabe von Silage als BM steigern. HETLAND et al. (2005) steigerten die Muskelmagenmasse mit der Aufnahme von Hobelspänen. Eine Zulage von Stroh und Zuckerrübenschnitzel als Faserquellen im Aufzuchtfutter erhöhte bei GUZMAN et al. (2015) den Muskelmagenanteil bei Küken und Junghennen. Damit kann die in der Studie von den Hennen aufgenommene Luzerne als grob strukturiertes Fasermaterial die Muskelmagenentwicklung – speziell während der Aufzucht – gefördert und dadurch die relative Muskelmagenmasse gesteigert haben. Dies ist auch ein möglicher Grund, dass Unterschiede im Muskelmagenanteil zwischen den Varianten bei den LB-Hennen, nicht aber bei den LSL-Hennen zu beobachten waren. Erstgenannte verbrauchten mehr Luzernematerial in der Aufzucht als die LSL-Hennen.

Ausgehend von einer besseren Verdaulichkeit durch die Aufnahme grob strukturierter Faser (AMERAH et al., 2009; SVIHUS, 2011) können die in der Studie beobachteten Veränderungen im Eigewicht und der Körpermasse sowie im Integumentzustand möglicherweise auch mit diesem ernährungsphysiologischen Aspekt im Zusammenhang stehen.

Bei künftigen Untersuchungen sollte neben der Muskelmagenmasse auch die Masse des gesamten Verdauungstrakts bestimmt werden, da die Relation der Muskelmagenmasse zum Verdauungstrakt noch aussagekräftiger erscheint als die Relation zur Körper- bzw. Schlachtmasse (STEENFELD et al., 2007; AMERAH et

al., 2009). Außerdem sollten Verdaulichkeitsversuche angestellt werden, um mögliche Einflüsse der Aufnahme von BM auf die Nährstoffverdaulichkeit abzuklären.

5.1.6 Tierverluste und Integumentzustand

Die Mortalität während der Aufzucht war bei den LSL-Junghennen höher als bei den LB-Junghennen, was vorrangig auf erhöhte Anfangsverluste nach der Einnistung bis zur zweiten LW zurückzuführen ist. In den ersten zwei LW verendeten 0,1 % der LB-Küken, dagegen aber bereits 0,8 % der LSL-Hennen. Diese erhöhten Anfangsverluste sind im Zusammenhang mit der Kükenqualität zu betrachten. Erhöhte Verlustraten in der ersten LW sind häufig eine Folge von Defiziten in der Kükenqualität als Resultat des Elterntiermanagements, der Bruteilagerung, der Brutbedingungen und/oder mikrobiellen Infektionen (McMULLIN, 2009; YASSIN et al., 2009). Verletzungen als mögliche Folge von gezieltem Picken auf Gewebe oder blutgefüllten Federfollikeln waren bei diesen verendeten Tieren nicht zu beobachten. Während der Aufzucht war kein Einfluss der BM-Variante festzustellen.

Im Verlauf der Legeperiode bis zur 48. LW verendeten 3,3 % der Hennen der Studie. Unabhängig von Herkunft und Variante waren die höchsten Tierverluste im Zeitraum von der 37. – 40. LW festzustellen. Zu diesem Altersabschnitt im Juli 2018 waren die höchsten Stalltemperaturen ($\bar{\varnothing}$ 24,7 °C) in der Legeperiode zu verzeichnen. Insofern ist davon auszugehen, dass dieser Anstieg der Tierverluste v.a. in Verbindung mit Hitzestress stand (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2016). Als Defizit der eigenen Studie gilt es zu betrachten, dass keine Abklärung aller Tierverluste durch Sektionen und weiterführende Labordiagnostik stattfand. Für zukünftige Untersuchungen wird eine Abklärung aller Tierverluste empfohlen. Weiterhin ist bei Folgeuntersuchungen eine - bei der vorliegenden Studie nicht erfolgte - Randomisierung auf Einzeltier- und Abteilebene zu empfehlen. Damit wird das Potential für Verzerrungen der Ergebnisse reduziert (HAMMER et al., 2009).

Ein Einfluss der Variante auf die kumulierte Mortalität und die Abgänge aufgrund von Haut- bzw. Zehenkannibalismus in der Legeperiode war nicht festzustellen. Abgänge aufgrund von Zehenkannibalismus traten dabei nur bei den Weiß- und nicht bei Braunlegern auf, was deren höhere genetische Prädisposition für Zehenpicken unterstreicht (NIEBUHR et al., 2006; DAMME et al., 2018). Bisherige Studien zum Einfluss von Enrichmentmaßnahmen konnten hinsichtlich der Mortalität keine konsistenten Ergebnisse liefern. Durch das Angebot von Silage und Möhren reduzierten STEENFELD et al. (2007) die Mortalität, wohingegen bei CRONIN et al. (2018) die Gruppen mit dem angebotenen Stroh eine höhere Mortalität aufwiesen. FREYTAG et al. (2016) fanden keinen gleichgerichteten Effekt von BM in der Mortalität. Festzustellen ist dabei, dass im Versuch von STEENFELD et al. (2007) das aufgenommene BM 33-49% der Gesamtfutteraufnahme ausmachte und damit neben dem Beschäftigungseffekt auch die Ernährung der Hennen wesentlich veränderte.

Der Gefiederzustand war ein wichtiges Kriterium bei der Auswertung der Studie, da er zur indirekten Quantifizierung von stattgefundenem Federpicken dient. Den Zusammenhang zwischen Gefiederschäden an relevanten Körperregionen und stattfindendem Federpicken konnten BILCIK und KEELING (1999) und ZEPP et al. (2018) bestätigen. Mit einem Nagelkerke- R^2 von 0,774 in der logistischen Regression für den Gefiederzustand in der Legeperiode, konnten die gewählten Faktoren Herkunft, Variante und Alter einen hohen Anteil der Kriteriumsvarianz erklären (BALTES-GÖTZ, 2012). Bei der logistischen Regression wurden die ordinal erfassten Boniturscores auf ein nominales Skalenniveau (Gefieder intakt versus Gefiederschäden vorhanden) transformiert. Damit zielt die Aussage der Regression weniger auf Unterschiede im Anteil der unterschiedlich stark ausgeprägten Gefiederschäden ab, sondern gibt vielmehr wieder, ob die geprüften Faktoren einen Einfluss auf das Vorhandensein von Gefiederschäden haben – unabhängig vom Ausmaß der Gefiederschäden. Angesichts des niedrigeren Nagelkerke- R^2 in den Merkmalen Hautverletzungen während der Aufzucht und Schnabelüberstand in der Legeperiode müssen noch andere, nicht im Modell befindliche Faktoren einen Einfluss auf die Ausprägung der Merkmale genommen haben, die jedoch nicht bekannt sind.

In der Aufzucht, aber auch in der späteren Legephase war der Gefiederzustand zwischen den Herkünften stark verschieden. Infolge deutlicher Gefiederschäden in den Gruppen ohne BM bei den LSL-Hennen zur zweiten und vierten LW war der Gefiederzustand dieser Herkunft schlechter als der der LB-Hennen. Fortan verhielt sich dies bis zum Studienende gegenteilig mit erheblich stärkeren Gefiederschäden bei den LB-Tieren. Nach der vierten LW verbesserte sich der Gefiederzustand der LSL-Hennen bis zum Aufzuchtende und in der Legeperiode zeigten sich erst zur Bonitur in der 40. LW Schäden am Gefieder. Konträr dazu stiegen Gefiederschäden bei LB-Hennen ab der zehnten LW stark an, reduzierten sich von der 14. zur 18. LW leicht und stiegen wiederum ab Beginn der Legeperiode deutlich an. Damit bestätigt sich analog zu LAMBTON et al. (2010) ein höheres Risiko für Federpicken bei Legehennen, wenn diese Verhaltensweisen bereits in der Aufzucht umfangreich ausgeübt wurden.

Im Zusammenhang mit dem häufigeren Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei den Braunlegern ist auch deren unzureichende Körpermassезunahme ab der 26. LW zu betrachten. Ein mangelhafte Körpermasseentwicklung und ein starkes Abweichen von der Soll-Körpermasse des Zuchtunternehmens wird dabei in praktischen Empfehlungen als Risikofaktor für Verhaltensstörungen gesehen (GARRELFs et al., 2016; KEPPLER et al., 2017; POTTGÜTER et al., 2018).

Ein Effekt des Angebots von BM auf den Gefiederzustand bestand zu verschiedenen Alterszeitpunkten. Dabei stand den Hennen der Versuchsgruppen in der Aufzucht ab dem ersten Lebenstag BM permanent bereit, da McADIE et al. (2005) eine stärkere Reduktion von Federpicken durch Bereitstellen ab dem ersten Lebenstag feststellten. Bei Betrachtung der Aufzuchtperiode reduzierte das BM die Gefiederschäden innerhalb der beiden Herkünfte jeweils nur zu den Zeitpunkten, wo der Gefiederscore anstieg, das heißt, in den Phasen mit stattfindendem Federpicken. Nicht zu beantworten ist dabei, ob ein permanentes Angebot an BM zum Erzielen dieses Effektes notwendig ist oder ob auch ein Bereitstellen von BM bei sich abzeichnendem Federpicken dafür ausreichend ist. Diese im Hinblick auf die ökonomischen Auswirkungen wichtige Fragestellung wird auch von den aktuellen Empfehlungen nicht übereinstimmend beantwortet, denn es gibt sowohl Empfehlungen zum permanenten präventiven BM-Angebot

(GARRELFIS et al., 2016; KEPPLER et al., 2017; NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2017), als auch Empfehlungen zu problemorientiertem Einsatz von BM bei sich abzeichnenden Verhaltensstörungen (SCHREITER und DAMME, 2017; POTTGÜTER et al., 2018). Deshalb sollte in Folgeuntersuchungen geprüft werden, welche Effekte auf Federpicken beim Einsatz von BM bei sich abzeichnenden Federpicken im Vergleich zum permanenten, präventiven Angebot von BM generiert werden. Für die erstgenannte Studiengruppe sind dabei exakte Schwellenwerte zu definieren, ab und bis wann das BM eingesetzt wird. Mögliche Merkmale für die Schwellenwerte definiert werden könnten, sind z.B. der Gefiederzustand, das Auftreten von Pickverletzungen, das Vorhandensein kleiner Konturfedern in der Einstreu und der Anteil blutverschmierter Eier.

Der Effekt des Beschäftigungsangebots auf das Gefieder der Legehennen lag vorrangig in einem signifikant besseren Gefieder bei permanentem BM-Angebot im Vergleich zu den Varianten ohne oder phasenweisen BM-Bereitstellung. Zum Studienende in der 48. LW waren die Gefiederschäden im Vergleich zu den Gruppen ohne BM während der Aufzuchtphase über beide Herkünfte geringer, wenn sie während der Aufzucht BM erhielten. Mehr Gefiederschäden in den Gruppen ohne BM über die gesamte Lebensdauer im Vergleich zu den Gruppen, die entweder nur während der Legeperiode BM erhielten, war mit der Ausnahme der LSL-Hennen zur 48. LW nicht gegeben.

Die Verbesserung des Gefieders durch BM in der eigenen Studie geht konform zu den Ergebnissen verschiedener Autoren. In ähnlichen Untersuchungen von Hennen in eingestreuten Haltungssystemen konnte eine Reduktion von Gefiederschäden bzw. Federpicken bei BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992) durch Getreidegaben in die Einstreu, bei NORGAARD-NIELSEN et al. (1993) durch Sand, Torf sowie Stroh, bei MCADIE et al. (2005) durch Schnüre, bei STEENFELD et al. (2007) durch Möhren und Silage sowie bei ZEPP et al. (2018) durch Picksteine und Luzerne erzielt werden. Andererseits verzeichneten mehrere Studien auch keinen verbessernden Effekt auf das Gefieder durch Stroh (BLOKHUIS und VAN DER HAAR, 1992; CRONIN et al. 2018), Schnüre (HARTCHER et al., 2015), Getreidegaben in die Einstreu (LUGMAIR, 2009; LAMBTON et al., 2010; HARTCHER et al., 2015; FREYTAG et al., 2016) oder Picksteinen und Luzerneballen (FREYTAG

et al., 2016). Die stark voneinander abweichenden Ergebnisse sind möglicherweise eine Folge der unterschiedlichen Eigenschaften der eingesetzten Materialien zur Beschäftigung. Anhand der in Tabelle 1 aufgeführten Untersuchungen lassen sich die eingesetzten BM in drei Gruppen klassifizieren: 1) Gegenstände ohne Futteraufnahme- und Staubbadmöglichkeit (z.B. Schnüre), 2) Substrate zur Futteraufnahme (z.B. Stroh, Luzerneballen, Silagen, Picksteine, Getreide in Einstreu) und 3) Einrichtungen mit Substraten zum Staubbaden. Grundsätzlich zielen BM darauf ab, das Futtersuch- und Nahrungsaufnahmeverhalten der Hennen in geeigneter Weise befriedigen zu können (RODENBURG et al., 2013). Dabei bestehen aber möglicherweise deutliche Unterschiede in der Eignung der einzelnen Substrate und Bereitstellungsformen. Für besonders geeignet als BM werden grundsätzlich Futtermaterialien angesehen (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; DIXON et al., 2010), was auf die meisten Substrate in den Versuchen auch zutrifft. Deutliche Unterschiede zwischen den Materialien existieren im quantitativen Verbrauch bzw. der Aufnahme durch die Hennen. Mit Picksteinen und Luzerneblöcken arbeiteten auch ZEPP et al. (2018) bei Küken und Junghennen mit reduzierendem Effekt auf Verhaltensstörungen. FREYTAG et al. (2016) verwendeten gleichsam die beiden Materialien und fanden keine gleichgerichtete Wirkung hinsichtlich des Gefiederzustandes.

Im Hinblick auf den Einfluss der Bereitstellung von BM während der Aufzucht auf Federpicken in der späteren Legeperiode zeigte sich im Gefiederzustand zur 48. LW über beide Herkünfte ein reduzierender Effekt, wenn die Hennen mit BM aufgezogen wurden. Bei BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992), NORGAARD-NIELSEN et al. (1993) und MCADIE et al. (2005) war das Federpicken in der späteren Legeperiode durch ein BM-Angebot in der Aufzucht ebenfalls reduziert, was mit dem frühzeitigen Ausleben von Erkundungs- und Futtersuchverhalten begründet wird. Dagegen verzeichneten CRONIN et al. (2018) und HARTCHER et al. (2015) kein besseres Gefieder durch eine Umwelanreicherung mit BM in der Aufzucht. Möglicherweise war die Bereitstellung des BM ab der sechsten LW bei CRONIN et al. (2018) zu spät, um Verbesserungen des Gefieders in der Legeperiode zu induzieren. So beobachteten HUBER-EICHER und WECHSLER (1998) mehr Federpicken bei Küken, die ab dem zehnten Lebenstag ein Sandbad zur

Verfügung hatten im Vergleich zu Küken mit einer Sandbademöglichkeit ab dem ersten Lebenstag.

Eine Fragestellung der Studie war auch, wie drastisch sich ein Fehlen von BM in der Legeperiode nach einer Aufzucht mit BM auswirkt. Es wird davon ausgegangen, dass an BM gewöhnte Jung- und Legehennen bei Entzug des BM mit Stress und Frustration reagieren, was Federpicken provozieren könnte (SPINDLER, 2019). Dieser Ansatz kann bei der eigenen Untersuchung nicht bestätigt werden, da Hennen mit BM in der Aufzucht, aber ohne BM in der Legeperiode (V2) bei Betrachtung über beide Herkünfte sogar geringere Gefiederschäden aufwiesen als Hennen gänzlich ohne BM (V1) und Hennen ohne BM in der Aufzucht, aber mit BM in der Legeperiode (V3). Damit ist auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse nicht davon auszugehen, dass bei mit BM aufgezogenen Junghennen eine Haltung während der Legeperiode ohne BM grundsätzlich ein höheres Risiko für Federpicken bedeutet.

Für die reduzierten Gefiederschäden bzw. die Reduktion an Federpicken durch Picksteine und Luzerneblöcke in der eigenen Studie sind drei Ansätze als wesentliche Gründe zu sehen: Erstens förderten beide Materialien die Ausübung eines adäquaten Futtersuch- und Aufnahmeverhaltens, welches als entscheidender Ursachenkomplex von Federpicken betrachtet wird (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997; RODENBURG et al., 2013). Zweitens bewirkte die Nutzung der BM – wahrscheinlich v.a. die des Picksteins – einen erwünschten Abrieb des Oberschnabelhorns, wobei das kürzere, weniger überstehende und abgerundete Oberschnabelhorn zum präzisen Picken nach Federn weniger geeignet erscheint (ICKEN et al., 2017). Zugleich ist dabei aber auch zu vermerken, dass ein stärkerer Abrieb in anderen Studien nicht zwangsweise zu weniger Gefiederschäden führte (MORRISSEY et al., 2016). Als dritter Komplex sind ernährungsphysiologische Faktoren zu nennen. So wurden mit der Aufnahme von Pickstein- und Luzerneblocksubstrat auch Nähr- und Wirkstoffe aufgenommen. Wird davon ausgegangen, dass die Hennen das verbrauchte BM auch verzehrten, konnte z.B. gegenüber der alleinigen Versorgung mit Legehennenalleinfutter die Aufnahme von Natrium um 22 % und die Rohfaseraufnahme um 6 % gesteigert werden. Für beide Nährstoffe ist ein reduzierender Effekt auf Federpicken bekannt (COOKE, 1992; VAN KRIMPEN et al.,

2008). Bei einem Natriummangel erscheint die Impulsübertragung im Nervengewebe als wichtige Funktion von Natrium nicht mehr voll funktionsfähig (JEROCH et al., 2013). Weiterhin kann der durch das BM-Angebot vergrößerte Muskelmagen zu einer verbesserten Nährstoffverfügbarkeit geführt haben (AMERAH et al., 2009; SVIHUS, 2014). Insofern könnten Nährstoffinbalancen, die das Auftreten von Federpicken grundsätzlich fördern (KJAER und BESSEI, 2013), zumindest partiell kompensiert worden sein.

Für die Fragestellung nach der Generalisierbarkeit der erzielten Positiveffekte von BM im Gefiederzustand der Hennen in der Studie auf die Haltung in Praxisbetrieben ist als abweichende Rahmenbedingung v.a. die Gruppengröße zu betrachten. Im Gegensatz zur Haltung der Hennen in der Studie in 30er Gruppen in einer einetägigen Bodenhaltung des Legestalls werden kommerzielle Bestände großteils in mehretägigen Volieren in Großgruppen mit max. 6.000 Hennen je Stallabteil gehalten. Neben Unterschieden in der Sozialstruktur ergibt die höhere Gruppengröße v.a. eine reduzierte Verfügbarkeit der Beschäftigungselemente für die einzelne Henne. Praxisüblich ist nach einer Erhebung von SPINDLER (2019) eine Einsatzmenge von einem Beschäftigungselement für 500 bis 1.500 Hennen und damit weit über dem Verhältnis der vorliegenden Studie von 30 Hennen je BM. Angesichts der partiell abweichenden Rahmenbedingungen erscheint eine Überprüfung der Auswirkungen der in der Studie untersuchten vier Konstellationen an BM unter Praxisbedingungen sinnvoll.

Der Verlauf der Hautverletzungen ist sehr ähnlich zum Gesamtgefiederscore. So war während der Aufzucht ein Peak in den Hautverletzungen der LSL in der vierten LW, bei den LB in der 14. LW. Ab der 14. LW bis zur 48. LW hatte die Herkunft LB mehr Hautverletzungen als die Herkunft LSL. Gruppen, die mit BM aufgezogen wurden, hatten in der 14. LW und auch in der sich anschließenden Legeperiode weniger Verletzungen als Gruppen ohne BM in der Aufzucht. Damit zeigte sich sehr deutlich, dass mit dem Einsatz von Beschäftigungssubstraten in der Aufzucht kannibalistisches Picken in der späteren Legeperiode reduziert werden kann. Warum Hennen, die während der Legeperiode BM zur Verfügung hatten, mehr Hautverletzungen aufwiesen als Hennen ohne BM in der Legeperiode, ist nicht klar zu beantworten. Da für Federpicken und

Kannibalismus ähnliche Ursachenkomplexe vorliegen und größere federfreie Hautareale das Picken am Hautgewebe begünstigen (SAVORY, 1995; RODENBURG et al., 2013), war zumindest bei V4 mit permanentem Beschäftigungsangebot von einer Reduktion der Hautverletzungen auszugehen. Dieses Ergebnis macht offensichtlich, dass mit einem geringerem Überstand des Oberschnabelhorns nicht zwangsweise eine Reduktion der Hautverletzungen einhergeht. Möglicherweise war die Nutzung der BM trotz Bereitstellung ad libitum eine gewisse knappe Ressource, bei der es auch verstärkt zum gegenseitigen Bepicken kam.

Verletzungen an den Zehen als mögliche Folge von Zehenkannibalismus traten ausschließlich bei den geprüften Weißlegern auf, was die bekannte genetische Prädisposition von Weißlegern für diese Verhaltensstörung (NIEBUHR et al., 2006; DAMME et al., 2018) bestätigte. Dabei trat Zehenpicken in der Aufzucht zeitgleich mit dem Peak des Federpickens in der vierten LW auf. Zehenverletzungen traten in der Legeperiode ab der 40. LW auf, wobei sie nicht durch die BM-Variante beeinflusst waren.

Bei Schnabel unkupierten Legehennen kommt es, ohne gezielte Maßnahmen zum Abrieb des Schnabelhorns, zu einem mehr oder minder starken Überstand des Oberschnabelhorns und einer scharfkantigen Schnabelspitze, die aufgrund der erhöhten Verletzungsgefahr unerwünscht sind (VAN DE WEERD et al., 2006; ICKEN et al., 2017). Als Methode zur Einflussnahme auf die Länge der Schnabelspitze wurde das sog. Blunting erprobt. Dabei konnte durch die Nutzung von rauem Material auf dem Boden der Futterschalen oder in der Haltungsumwelt eine abrasive Wirkung erzielt und der Oberschnabelüberstand reduziert werden (VAN DE WEERD et al., 2006; MORRISSEY et al., 2016). ICKEN et al. (2017) sehen auch in der Nutzung von Picksteinen eine Möglichkeit zur Abnutzung des Oberschnabelhorns. Während der Aufzucht war bereits ab der sechsten LW ein geringerer Schnabelüberstand in den Gruppen mit BM festzustellen. Zum Aufzuchtende in der 18. LW war in den Gruppen ohne BM bei 44,6 % der Hennen ein starker Schnabelüberstand zu beobachten, bei Vorhandensein von BM lag der Anteil bei 22,1%. In der Legeperiode bestand der Aufzuchteffekt nur noch in der 25. LW. Zugleich war wiederum ab der 40. LW der Überstand in den Gruppen mit BM in der Legeperiode geringer. In den Gruppen ohne BM veränderte sich

der Score für den Schnabelzustand von der 40. zur 48. LW entgegen dem vorangegangenen Zeitraum nur noch in minimalem Umfang. Möglicherweise stagniert in diesem Altersabschnitt das Schnabelhornwachstum. IQBAL et al. (2018) stellten in Gruppen mit Picksteinen keine reduzierte Schnabellänge im Vergleich zu Gruppen ohne Pickstein fest. Jedoch korrelierte die Picksteinaufnahme mit der Schnabellänge der Gruppen.

Die Ergebnisse zum Schnabelzustand zeigen, dass die Nutzung von Picksteinen und Luzerneblöcken eine geeignete Möglichkeit zum Schnabelabrieb und zur Reduktion des Oberschnabelüberstandes darstellen. Damit erfüllen diese BM eine ähnliche Funktion wie Bluntingverfahren, wobei letztgenannte Methode mit Einlage von rauem Material in die Futtergefäße gewährleistet, dass alle Hennen das Material mit der abrasiven Wirkung nutzen. Dagegen erscheint es bei BM im Scharrraum auch möglich, dass ein Teil der Hennen diese Materialien überhaupt nicht nutzt. Deshalb wird vorgeschlagen, in weiterführenden Untersuchungen abzuklären, welche Frequenz hinsichtlich des Einzeltieres bei der Nutzung der BM vorhanden ist und wie hoch der Anteil an Tieren liegt, die die Beschäftigungselemente überhaupt nicht nutzen. Dies sollte unter Praxisbedingungen mit Verwendung von Videoaufzeichnungen zur Tierbeobachtung erfolgen.

Zur 25., 30. und 40. LW wurden zwischen den Herkünften Unterschiede im Schnabelüberstand festgestellt, wobei LSL-Hennen gegenüber den LB-Hennen einen geringeren Schnabelüberstand aufwiesen. ICKEN et al. (2017) untersuchten unter der Zielsetzung der züchterischen Bearbeitung die Schnabelform bei den Ausgangslinien verschiedener Hybridherkünfte. Dabei wiesen die Linien des Zuchtprodukts LB einen um 0,4 bis 0,8 mm größeren Überstand des Oberschnabelhorns über den Unterschnabel auf als die Linien der LSL. Damit stimmen die eigenen Ergebnisse mit denen von ICKEN et al. (2017) überein. Bei folgenden Untersuchungen sollte jedoch für eine exakte Quantifizierung anstatt des angewandten ordinalskalierten Scorings zur Beurteilung des Schnabelabriebs eine Messung des Oberschnabelüberstandes nach MORRISSEY et al. (2016) erfolgen.

Unter der gewählten Studienanstellung erscheint der Fußballenzustand von sekundärer Bedeutung. Dieser war bei LSL-Hennen von mehr Veränderungen

gekennzeichnet als bei den LB-Hennen. Da eine feuchte Einstreu Fußballenläsionen fördert (WANG et al., 1998; HASLAM et al., 2006), kann ein Zusammenhang zwischen der Einstreunutzung und dem BM-Angebot bestehen. Grundsätzlich fördert das Angebot von BM im Scharrbereich die Nutzung dieses Bereiches (FREYTAG et al., 2016; CRONIN et al., 2018). CRONIN et al. (2018) stellten in diesem Zusammenhang keine Beeinflussung der Einstreufeuchte fest, bei FREYTAG et al. (2016) war die Einstreuqualität in den BM-Gruppen unter Produktionsbedingungen nachteilig beeinflusst. Unter den Bedingungen der eigenen Studie mit kleinen Gruppen je Abteil (30 AH) könnte das vermehrte Scharren in der Einstreu zur Lockerung und besseren Trocknung dergleichen beigetragen haben. Da eine Erhöhung der Zink-Aufnahme Fußballenveränderungen entgegenwirkt (HESS et al., 2001; KAMPHUES et al., 2014), kann das Picksteinsubstrat als zusätzliche Zinkquelle positiv gewirkt haben, wobei zugleich die höhere Natriumaufnahme auch einen nachteiligen Effekt auf die Einstreufeuchte bewirkt haben könnte.

5.2 Einfluss der Futterzusammensetzung auf Leistung und Verhaltensstörungen

Zur Prüfung des Einflusses der Futterzusammensetzung auf die Leistung und dem Auftreten von Verhaltensstörungen bei Legehennen wurden in der zweiten Studie dieser Arbeit zwei Rationen bei Braun- (LB) und Weißlegern (LSL) untersucht. Neben einer Kontrollration mit herkömmlichen Nährstoffgehalten (KG) kam eine speziell zur Reduktion von Federpicken konzipierte Ration (VG) zum Einsatz, die höhere Gehalte an Lysin, Methionin, Natrium, Magnesium und Rohfaser bei zugleich reduzierter Energiekonzentration aufwies. Untersucht wurde, welche Auswirkungen das in mehreren Inhaltsstoffen modifizierte Versuchsfutter auf den Integumentzustand, den Futtermittelverbrauch, die biologische Leistung und die Eiquantität besitzt.

5.2.1 Biologische Leistung, Eiquantität und Körpermasse

Mit einem Effekt der Hybridherkunft waren die Braun- den Weißlegern in der Legeleistung und Eimasseproduktion bei zugleich leicht höherem Eigewicht unterlegen. Das höhere Eigewicht der LB konnte damit im Hinblick auf die Eimasseproduktion die niedrigere Legeleistung nicht kompensieren. Auch seitens der Zuchtunternehmen wird von Weißlegern eine höhere Leistung erwartet als von Braunlegern (SCHMUTZ, 2016). In aktuellen Leistungsprüfungen in Alternativsystemen war die Eizahl der Weißleger höher als die der Braunleger (SCHREITER et al., 2018), wobei sich das Verhältnis im Vorkommen von Braun- zu Weißlegern deutschlandweit auf 70 % zu 30 % beläuft, international auf 60 % zu 40 % (PREISINGER, 2018b). Die erheblichen Unterschiede zwischen Weiß- und Braunlegern in der Performance und Futteraufnahme waren beim letzten Random-Sample-Test für Legehennen in Bodenhaltung gleichsam zu beobachten, nicht aber bei einer Haltung in Kleingruppensystemen (SCHREITER et al., 2018). Angesichts der Unterschiede zwischen Weiß- und Braunlegern erscheint es sinnvoll, spezielle Rationen für Weiß- bzw. Braunleger zu füttern, um den Bedürfnissen noch besser gerecht zu werden.

Zwischen den Futtervarianten konnten in der Legeleistung, Eimasseproduktion und dem Eigewicht trotz der teils sehr deutlichen numerischen Differenzen –

zugunsten der VG – keine signifikanten Unterschiede in der Legeleistung beobachtet werden. Bei den Braunlegern der KG waren die Eier durchschnittlich um 0,4 g schwerer als die der VG, dagegen waren sie bei den Weißlegern um 0,5 g leichter. Da eine niedrigere Lysin- und Methioninversorgung durch Reduktion der Eiklarmasse das Eigewicht reduzieren kann (THIELE, 2012; JEROCH et al., 2005), wäre eine gleichgerichtete Veränderung der Eigewichte bei beiden Herkünften zu erwarten gewesen. Die Aufnahme an Methionin war bei der VG durch die höheren Gehalte und dem gesteigerten Futtermittelverbrauch um 7 % bzw. 9 % (LB/LSL) höher als in den KG.

Ohne Effekt der Futtermittelvariante lagen Knick- und Schmutzeieranteil in Summe bei allen vier Varianten unter 5 % und damit im Vergleich zu aktuellen Herkunftsvergleichen in Bodenhaltung (DAMME et al., 2014; DAMME et al., 2018) vergleichsweise niedrig. Ausgehend von der möglichen laxierenden Wirkung des im Versuchsfutter enthaltenen Magnesiumphosphats und daraus folgendem dünnerem Kot (SCHOLTYSSSEK, 1987) war ein höherer Schmutzeieranteil im Vergleich zur KG zu befürchten, was sich jedoch nicht bestätigte. Insofern ist bei der in der vorliegenden Untersuchung gewählten Dosierung des Magnesiumphosphats von keinem Nachteil im Aufkommen von Schmutzeiern auszugehen. Einen Einfluss zeigte die Futtermittelvariante auf die Bruchfestigkeit der Eischalen. Möglicherweise ist die geringere Bruchfestigkeit der VG auf die höheren Magnesiumgehalte des Versuchsfutters zurückzuführen. Bereits SCHOLTYSSSEK (1987) nennt dünnere Eischalen als eine mögliche Folge von zu hohen Mg-Gehalten, wobei die von ihm genannte Toleranzgrenze von 0,7 % Magnesium im Legehennenfutter der vorliegenden Studie deutlich unterschritten wurde. HOSSAINA und BERTECHINIB (1998) konnten in ihren Versuchen keinen Einfluss einer Magnesiumsupplementierung auf die Schalenstabilität feststellen. Der Unterschied in der Bruchfestigkeit zwischen VG und KG war bei den LB-Hennen größer und zu beiden Erhebungszeitpunkten signifikant, bei den LSL-Hennen dagegen nur zur 57. LW. Da bei den LB-Gruppen in der VG ein numerisch höheres Eigewicht vorhanden war als in der KG, kann die negative Korrelation zwischen Eigewicht und Schalenbruchfestigkeit (FLOCK et al., 2007) eine mögliche Ursache dafür sein.

Die Körpermasse zur 57. und 72. LW lag im Zielbereich (57. LW: LB: 1.890 – 2.088 g, LSL: 1.691 – 1.832 g; 72. LW: LB: 1.924 - 2.126 g, LSL: 1.709 - 1.851

g) des Zuchtunternehmens (LOHMANN TIERZUCHT, 2017). Zur 72. LW wiesen die Hennen der Versuchsvariante eine höhere Körpermasse als die KG auf. Die Differenz je Henne betrug 39 g bei den LB und 14 g bei den LSL. Zur 57. LW bestanden keine statistisch abzusichernden Differenzen, tendenziell war zu diesem Zeitpunkt die Versuchsvariante sogar leichter. Als mögliche Ursachen für die höhere Körpermasse zur Ausstellung in der Versuchsvariante sind vornehmlich die höhere Futteraufnahme und die damit verbundene höhere Nährstoffversorgung anzunehmen.

Ökonomisch zeigte sich grundsätzlich eine deutliche Überlegenheit der Weißleger. Die Unterschiede in der Rationsgestaltung der beiden getesteten Futterrationen mit Supplementierung bestimmter Nähr- und Wirkstoffe im Versuchsfutter führten zu einer Preissteigerung von 0,90 €/dt beim Versuchsfutter. Dennoch sind keine signifikanten Unterschiede im IOFC zwischen den Futtervarianten zu beobachten.

5.2.2 Futteraufnahme

Im täglichen Futtermittelverbrauch waren sowohl ein Herkunfts- als auch ein Futtereffekt zu beobachten. Eine Braunlegerhenne verbrauchte durchschnittlich 3,8 g mehr Futter je Tag als eine Weißlegerhenne. Die Differenz könnte v.a. auf die höhere metabolische Körpermasse der Braunleger und dem daraus abgeleiteten höheren Erhaltungsbedarf zurückzuführen sein.

Erwartungsgemäß hatte auch die Futtervariante einen Einfluss auf den täglichen Futtermittelverbrauch. Als möglicher Hauptgrund für den gestiegenen Verzehr kann der um 0,2 MJ AMEN/kg niedrigere Energiegehalt des Versuchsfutters angesehen werden. Unter der Zielstellung der Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz fressen Legehennen von energieärmeren Rationen mehr als von solchen mit hoher Energiedichte (JEROCH et al., 2013). Durch den Mehrkonsum von energieärmerem Versuchsfutter wurde der Energieinput im Vergleich zu den KG in der vorliegenden Studie vollständig kompensiert.

Im Hinblick auf die Reduktion des Risikos von Federpicken ist der gesteigerte Futtermittelverbrauch positiv zu werten, da damit einerseits mehr Nährstoffe

aufgenommen wurden und die Wahrscheinlichkeit von Nährstoff-Imbalancen als mögliche Ursache für Federpicken (KJAER und BESSEI, 2013) sinkt. Andererseits ist mit dem höheren Futterkonsum auch eine längere Verweildauer bei der Futteraufnahme verbunden, die eine länger andauernde Beschäftigung mit dem Futter und damit auch mehr Pickaktionen in das Futter bedeutet (ELWINGER, 1981). Der Input an relevanten Nährstoffen (Lysin, Methionin, Natrium, Magnesium, Rohfaser, Rohprotein) wurde damit in der VG nicht nur durch höhere Gehalte im Futter, sondern zusätzlich auch durch einen höheren Futtermittelverzehr erzielt.

5.2.3 Tierverluste und Integumentzustand

Keine Effekte der Futtermittelvariante wurden auf die Mortalität und Verluste aufgrund von Pickschäden beobachtet. Numerisch liegt die Mortalität bei den LSL in den VG niedriger als in den KG, jedoch ohne signifikante Differenz. Bei den LSL-Hennen waren die Abgänge aufgrund von Pickschäden der Haut tendenziell niedriger in der VG. Ein Herkunftseffekt bestand auf die Tierverluste aufgrund von Zehenpickschäden. Mehr Zehenpicken bei Weißlegern wurde auch in anderen Arbeiten festgestellt (NIEBUHR et al., 2006; DAMME et al., 2014; DAMME et al., 2018). Im Hinblick auf die beobachteten Unterschiede zwischen den Hybridherkünften gilt zu beachten, dass die Besatzdichte je m² Nutzfläche bei den Weißlegern aufgrund der abweichenden Anzahl an AH je Abteil zu Studienbeginn (29 Hennen je Abteil) mit 7,1 Hennen leicht über der der Braunleger (28 Hennen je Abteil) mit 6,9 Hennen lag. Die abweichende Anzahl an Hennen je Abteil zu Studienbeginn resultiert aus einer Anpassung der Hennenanzahl in der 40. LW auf Grundlage der minimalen Hennenanzahl je Abteil innerhalb der Herkunft zu diesem Zeitpunkt. Diese Anzahl belief sich bei den LB auf 28 Hennen je Abteil, bei den LSL auf 29 Hennen je Abteil. Bei Folgestudien gilt es, derartige Abweichungen in der Tierzahl je Abteil und damit in der Besatzdichte zu verhindern. Trotz der etwas höheren Besatzdichte waren Gefieder- und Hautschäden bei den LSL-Hennen signifikant geringer als bei den LB-Hennen.

Die eingesetzten Futtermittelrationen wirkten zur 57. LW für Haut- und Zehenverletzungen, sowie in der 72. LW, bei allen bonitierten Kriterien

signifikante Unterschiede. Durch den Einsatz des Versuchsfutters waren die Gefiederschäden zur 72. LW bei beiden Herkünften niedriger als bei dem Kontrollfutter. Damit konnten durch den Einsatz des speziell konzipierten Versuchsfutters Federpicken und Beschädigungspicken an Haut und Zehen im Vergleich zur KG reduziert werden. Doch auch in den VG kam es v.a. bei den Braunlegern zu Gefiederschäden und Hautverletzungen, das heißt, die Verhaltensstörungen wurden eingedämmt, aber nicht eliminiert. Dies unterstreicht das multifaktorielle Ursachenmodell der beiden Verhaltensstörungen (BLOKHUIS, 1989; VAN KRIMPEN, 2008; KJAER und BESSEI, 2013), wonach es die Optimierung eines Ursachenfaktors keineswegs vermag, das unerwünschte Verhalten in einer Herde zu eliminieren, wenn auch andere Stressoren vorhanden sind. Obwohl Federpicken und Kannibalismus voneinander abzugrenzende Verhaltensstörungen sind, die auch unabhängig voneinander auftreten können (KEPPLER, 2008), fördern nackte Hautareale und eine sichtbare Kloake das Picken auf diese Körperregionen (AMBROSEN und PETERSEN, 1997; KEPPLER, 2008). Insofern ist davon auszugehen, dass größere federfreie Hautflächen der KG das Bepicken der Haut gefördert haben.

Die im Rahmen der Bonitur nur bei den LSL festgestellten Zehenverletzungen waren bei der VG seltener anzutreffen. Dass dabei der Anteil an Hennen mit schweren Zehenverletzungen von der 57. zur 72. LW sank, lässt darauf schließen, dass die betreffenden Hennen bis zur 72. LW verendet sind, zumal Pickschäden an den Zehen die Hauptabgangsursache bei den Weißlegern darstellten. Zu beiden Erhebungszeitpunkten waren bei den LB weniger Veränderungen der Fußballen festzustellen als bei den LSL. Ein Effekt der Futtervariante bestand nur zur 72. LW. Bei den Braunlegern war die Prävalenz von Fußballenveränderungen in der VG niedriger, bei den Weißlegern dagegen höher im Vergleich zur KG. Eine Ursache für die verschieden gerichtete Reaktion der Herkünfte auf die Futtervarianten im Hinblick auf den Fußballenzustand ist nicht bekannt. Die stärkeren Veränderungen der Fußballen in der Versuchsvariante der Weißleger können eine Folge der laxierenden Wirkung der Magnesiumzulagen und der damit verbundenen höheren Kot-/Einstreufeuchte sein (SCHOLTYSSSEK, 1987). Eine feuchte Einstreu begünstigt dabei das Auftreten von Fußballenveränderungen (WANG et al., 1998).

Die gegenüber dem Kontrollfutter geringeren Gefiederschäden und Hautverletzungen lassen auf eine Reduktion der Verhaltensstörungen durch das Versuchsfutter schließen. Welche der Nähr- und Wirkstoffe zu diesen Differenzen führten, kann beim vorliegenden Studienansatz nicht beantwortet werden, da sich Kontroll- und Versuchsfutter in mehreren Inhaltsstoffen unterschieden. Dabei gilt es auch im Hinblick auf die Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu beachten, dass die beobachteten Futtereffekte im Grunde ausschließlich für die gewählte Kombination an Veränderungen im Nährstoffgehalt gelten. Für die einzelnen Nährstoffe ist in folgenden, separaten Untersuchungen zu prüfen, wie sich die alleinige Veränderung eines Nährstoffs bzw. auch Kombinationsmöglichkeiten ausgewählter Nährstoffe auf die Leistung und Verhaltensstörungen auswirken.

Bestimmte Nährstoffe, die auch in der vorliegenden Untersuchung verändert wurden, führten in anderen Studien zur Reduktion von Verhaltensstörungen. Verhaltensrelevante Wirkungen waren bei der Versuchsmischung zum einen durch die höheren Gehalte an Rohprotein, Rohfaser, Lysin, Methionin, Natrium und Magnesium zu erwarten und zum anderen aufgrund des höheren Futtermittelsverzehrs infolge der niedrigeren Energiedichte.

So verbesserten bei einer Reihe von Versuchen höhere Lysin- und Methioningehalte den Gefiederzustand und reduzierten die Mortalität (HUGHES und DUNCAN, 1972; CONSON und PETERSEN, 1986; AMBROSEN und PETERSEN, 1997). Zulagen von Magnesium (SCHAIBLE et al., 1947) und Natrium (HUGHES und WHITEHEAD, 1979) reduzierten die Tierverluste. Dabei ist bis heute nicht eindeutig geklärt, ob die beobachteten Verhaltensstörungen ursächlich auf einen latenten Natrium-(Chlorid)-Mangel oder aber auf eine Verhaltensumlenkung zurückzuführen sind. So könnte beispielsweise das verstärkte Durstempfinden zu zusätzlichen Pickschlägen in Richtung Tränkenippel führen, sodass das unerwünschte Picken gegen Herdengenossinnen wegen des Ablenkcharakters und nicht aufgrund physiologischer Wirkungen ausbleibt. Grundsätzlich wird bei einem Natriummangel davon ausgegangen, dass die Impulsübertragung im Nervengewebe als wichtige Funktion von Natrium nicht mehr voll funktionsfähig ist (JEROCH et al., 2013).

Auch der höhere Gehalt des Versuchsfutters (4,4 %) an Rohfaser zur Kontrolle (3,0 %) ist als mögliche Ursache für die geringeren Gefiederschäden und Verletzungen zu betrachten. Ein steigender Gehalt an Rohfaser stand bei HARTINI et al. (2002) in Verbindung mit sinkenden Verlusten. Auch in anderen Untersuchungen konnten durch höhere Rohfasergehalte Tierverluste reduziert (ALBIKER und BIELER, 2015) und der Gefiederzustand verbessert werden (QAISRANI et al., 2013; PATT et al., 2018). Die längere Futteraufnahmedauer sowie die verlängerte Ingestapassage kann bei Rationen mit höheren Rohfasergehalten Federpicken reduzieren (KJAER und BESSEI, 2013). Aufgrund des höheren Futtermittels in der VG erscheint es außerdem wahrscheinlich, dass mehr Pickschläge zur Futteraufnahme benötigt wurden, die Hennen damit intensiver beschäftigt waren und es folglich zu weniger Picken an den Federn und der Haut kam. Es ist davon auszugehen, dass die Steigerung der Futteraufnahmedauer – unabhängig von den Veränderungen des Nährstoffinputs – ein entscheidender Parameter bei der Reduktion der Verhaltensstörungen ist.

Zu beachten gilt es auch, dass mit niedrigen Rohfasergehalten im Alleinfutter versorgte Hennen versuchen, dieses Defizit durch vermehrte Aufnahme von faserhaltiger Einstreu zu kompensieren (KALMENDAL et al., 2013). Insofern bestand auch für die Hennen der KG der vorliegenden Studie die Möglichkeit, durch die Aufnahme der Weichholzhobelspäne im Einstreubereich mehr Rohfaser aufzunehmen als ihnen mit der Vorlage des Alleinfutters angeboten wurde. Jedoch erfolgte in der vorliegenden Untersuchung keine Quantifizierung der Einstreuaufnahme durch die Hennen. In Folgeuntersuchungen gilt es den Aspekt der Einstreuaufnahme verstärkt zu berücksichtigen.

Die höheren Gehalte an Rohprotein, Rohfaser, Lysin, Methionin, Natrium und Magnesium im Versuchsfutter können weiterhin dazu beigetragen haben, dass in Phasen einer reduzierten Futteraufnahme (z. B. Hitzestress) durch das Vorhalten eines Nährstoffpuffers eine Nährstoffunterversorgung kompensiert werden konnte. Die das Auftreten der Verhaltensstörungen fördernden Nährstoffunter- oder Überversorgungen (VAN KRIMPEN, 2008) konnten damit möglicherweise vermieden werden.

6 Schlussfolgerungen

Während der Junghennenaufzucht angebotene Picksteine und Luzerneblöcke als BM können Federpicken und Pickschäden an der Haut während dieser Phase reduzieren. Weiterhin hat die Bereitstellung von BM während der Aufzucht auch einen reduzierenden Effekt auf Federpicken in der Legeperiode. Der Gefiederverlust wird durch ein Angebot der Beschäftigungselemente in der Aufzucht und Legeperiode minimiert. Ein Bereitstellen von BM nur in der Legeperiode erzielt diese Effekte nicht. Das Risiko für kannibalistisches Picken an der Haut während der Legeperiode wird durch ein Angebot von BM in der Junghennenaufzucht erheblich gesenkt. Eine abrasive Wirkung auf das Schnabelhorn durch Nutzung von Beschäftigungselementen (v.a. Picksteinen) ist während der Aufzucht- und Legeperiode gegeben.

Bei Bereitstellung von Picksteinen und hartgepressten Luzerneblöcken als BM ist keine Verdrängung der Mischfutteraufnahme zu erwarten. Der Verbrauch an Luzernematerial während der Legeperiode ist dabei höher, wenn die Hennen bereits während der Aufzucht die jeweiligen BM nutzten. Mit der Aufnahme von Picksteinen geht auch eine Erhöhung des Inputs an bestimmten Nährstoffen (z.B. Natrium) einher. Ein BM-Angebot während der Aufzucht kann den Körpermassezuwachs in den ersten Lebenswochen und die 16-Wochen-Uniformität reduzieren. Während der Legeperiode sind dagegen positive Effekte auf die Körpermasse zu erwarten. Mit der Aufnahme an BM – v.a. während der Aufzucht – wird die Ausbildung des Muskelmagens gefördert. Ein permanentes Bereitstellen von BM kann das ökonomische Ergebnis der Legehennenhaltung verschlechtern. In Folgeuntersuchungen gilt es zu prüfen, ob für die erzielten Effekte ein permanentes, präventives Angebot während der Aufzucht und/oder Legephase notwendig ist oder ob dafür auch ein Bereitstellen der BM bei sich abzeichnenden Verhaltensstörungen ausreicht. Ferner ist die Eignung verschiedener Substrate zum Erzielen der beobachteten Auswirkungen sowie die Nutzung der BM durch die einzelnen Hennen einer Gruppe zu testen. Im Hinblick auf die Arbeitshypothesen ist zu konstatieren, dass der Anteil an Gefiederschäden zur 48. LW durch Angebot von BM reduziert werden kann. Ohne Effekte der Umwultanreicherung auf die Tierverluste und Legeleistung kommt es zur Steigerung des Eigewichts beim Beschäftigungsangebot in der Legeperiode. Bei Betrachtung über beide Herkunftsebenen wurde die von dem permanenten Beschäftigungsangebot erzielte Reduktion der starken

Gefiederschäden gleichsam durch die alleinige Bereitstellung während der Aufzucht erreicht.

Speziell konzipierte Futterrationen mit höheren Gehalten an Rohprotein, Rohfaser, Lysin, Methionin, Natrium und Magnesium bei leicht abgesenkter Energiedichte können Verhaltensstörungen in der Legehennenhaltung reduzieren und sind als wirkungsvolle Maßnahme zur Reduktion des Risikos von Federpicken und Beschädigungspicken an Haut und Zehen zu betrachten. Gefiederschäden, Hautverletzungen und bei Weißlegern auftretende Zehenschäden konnten in ihrer Häufigkeit und Schwere reduziert werden. Legeleistung und Eigewicht werden nicht negativ beeinflusst. Die Futteraufnahme wurde durch das Versuchsfutter gesteigert, was aus Sicht der Reduktion von Federpicken aufgrund der höheren Zeitbudgets zur Futteraufnahme positiv zu werten ist. Es kann zu einer niedrigeren Bruchfestigkeit der Eischalen kommen, ohne dass von einem höheren Anteil an Bruch- und Knickeiern auszugehen ist. V.a. bei der Haltung Schnabel unkupierter Legehennen erscheint eine entsprechende Optimierung der Futterrationen als sinnvoll, zumal die geringen Mehrkosten der Futterratur durch eine numerisch bessere Leistung und numerisch geringere Tierverluste weitestgehend kompensiert wurden. Die deutlichen Unterschiede in den Leistungsmerkmalen und den beobachteten Verhaltensstörungen lassen eine bisher kaum übliche, spezifizierte Fütterung für Weiß- und Braunleger sinnvoll erscheinen. In weiterführenden Studien gilt es zu prüfen, welche Auswirkungen auf die Futteraufnahme und Verhaltensstörungen allein durch die Reduktion der Energiekonzentration im Futter ohne weitere Änderungen von Nährstoffgehalten erwirkt werden können. Ferner sind die Effekte auf Leistung und Verhalten der in der Untersuchung betrachtenden Nähr- und Wirkstoffe (Rohfaser, Lysin, Methionin, Natrium, Magnesium) unabhängig voneinander und in Teilkombinationen zu prüfen. Bezugnehmend auf die Arbeitshypothesen wird eine Reduktion der starken Gefiederschäden zur 72. LW durch das speziell konzipierte Futter bestätigt. Dieses Futter führte weiterhin zu einer Steigerung des Futtermittelsverbrauchs, jedoch zu keiner Reduktion der Tierverluste und Erhöhung der Legeleistung.

Eine Anreicherung der Haltungsumwelt und speziell konzipierte Futterrationen können Federpicken effektiv reduzieren, wobei v.a. eine Bereitstellung des BM während der Aufzucht bedeutsam erscheint. Positive Effekte auf die Legeleistung sind nicht zu erwarten.

7 Zusammenfassung

Im multifaktoriellen Ursachengefüge von Federpicken werden neben der Genetik, Haltung und Managementaspekten vor allem nutritive Faktoren und eine Reizarmut der Haltungsumwelt als wesentliche Faktoren diskutiert. Dabei war in den vorliegenden Studien zu prüfen, ob mit einer angepassten Futterzusammensetzung bzw. einer Anreicherung der Haltungsumwelt das Auftreten von Federpicken reduziert werden kann und ob es Auswirkungen auf die biologische Leistung gibt.

Die erste Studie untersuchte die Auswirkungen der Bereitstellung von zusätzlichem Beschäftigungsmaterial (BM) bei Jung- und Legehennen. Die 18-wöchige Aufzucht erfolgte in einer Volierenhaltung mit 16 Abteilen, die Haltung der Legehennen in der 19. – 48. Lebenswoche (LW) in einer Bodenhaltung mit 44 Abteilen. Während der Aufzucht erhielt die Hälfte der Abteile permanent BM (Picksteine und hartgepresste Luzerne), die andere Hälfte kein BM. Je Variante wurden 1.000 Braunlegerhennen der Herkunft Lohmann Brown classic (LB) und 1.000 Weißlegerhennen der Herkunft Lohmann Selected Leghorn classic (LSL) aufgezogen. Nach Umstallung in den Legestall wurden folgende Varianten geprüft: V1 - kein BM über gesamte Studiendauer (LB: n=150, LSL: n=180); V2 - Aufzucht mit und Legeperiode ohne BM (LB: n=180, LSL: n=150); V3 - Aufzucht ohne und Legeperiode mit BM (LB: n=180, LSL: n=150); V4 - BM über die gesamte Studiendauer (LB: n=150, LSL: n=180). Keinen signifikanten Einfluss nahmen die Varianten auf den Futterverbrauch, die Futterverwertung, Legeleistung, Eimasseproduktion und Mortalität. In der Legeperiode mit BM versorgte Hennen legten um 0,7 g schwerere Eier (MW \pm STW: V1: 61,5 \pm 0,7 g, V2: 61,5 \pm 1,0 g, V3: 62,2 \pm 0,8 g, V4: 62,2 \pm 0,5 g, p = 0,028). Dabei verlegten Weißlegerhennen von V4 (3,3 %) mehr Eier in die Einstreu als in den anderen Varianten (Median 0,7-0,9 %). Während der Aufzucht bereitgestelltes BM reduzierte die Körpermasse zur sechsten LW (p = 0,023) und achten LW (p = 0,028) sowie die 16-Wochen-Uniformität der Hennen (MW \pm STW: ohne BM: 92,0 \pm 4,0 %, mit BM: 84,8 \pm 7,9 %, p = 0,011). Im Verlauf der Legeperiode wurde bei V3 und V4 eine gegenüber V1 und V2 höhere Körpermasse festgestellt (p<0,001). Der Anteil der Muskelmagenmasse an der metabolischen Körpermasse war bei Legehennen, die mit BM aufgezogenen wurden (V2 und V4) höher als in den Gruppen, die über die gesamte Studiendauer kein BM erhielten (V1, p = 0,048). Während der Aufzucht gab es bei den Herkünften zu

unterschiedlichen Zeitpunkten einen Peak an Gefiederschäden und Hautverletzungen. Zu den jeweiligen Zeitpunkten konnte das BM-Angebot die Gefiederschäden bzw. Hautverletzungen reduzieren ($p < 0,05$). Häufigkeit und Schwere von Gefiederschäden und Hautverletzungen waren in den Varianten mit BM während der Aufzucht (V2 und V4) niedriger als bei einer Aufzucht ohne BM (V1 und V3, $p < 0,001$). Unbeeinflusst von der Variante blieben die Zehenverletzungen und der Fußballenzustand. Es wird davon ausgegangen, dass die beobachteten Effekte von BM auf die Wirkungen bezüglich des Nahrungssuchverhaltens, dem Abrieb der Schnabelspitze und auf die möglichen ernährungsphysiologischen Folgen zurückzuführen sind.

In der zweiten Studie wurde der Einfluss einer speziell zur Reduktion von Federpicken konzipierten Futtermischung auf die biologische Leistung, Eiquantität und auftretende Verhaltensstörungen im Vergleich zu einer Kontrollration geprüft. Gegenüber der Kontrollration mit herkömmlichen Nährstoffgehalten wurden im Versuchsfutter bei gleichzeitiger Reduktion der Energiedichte die Gehalte an Rohprotein, Rohfaser, Lysin, Methionin, Magnesium und Natrium erhöht. Getestet wurden die Braunlegerherkunft LB und die Weißlegerherkunft LSL mit insgesamt 1.254 Hennen (je Futtermischung 308 LB- bzw. 319 LSL-Hennen) in einer Bodenhaltung mit 44 Abteilen von der 41. bis zur 72. LW. Der tägliche Futtermittelverbrauch je Durchschnittshenne war bei dem Versuchsfutter ($132,7 \pm 2,9$ g) gegenüber der Kontrolle ($128,8 \pm 4,8$ g) erhöht (MW \pm STW, $p = 0,001$). Zur 72. LW lag die Körpermasse bei der Versuchsvariante (MW \pm STW: LB: $2.011,7 \pm 173,4$ g, LSL: $1.769,4 \pm 141,4$ g) über der der Kontrolle (LB: $1.973,9 \pm 186,4$ g, LSL: $1.755,6 \pm 146,1$ g, $p = 0,007$). Auf die Legeleistung, das Eigewicht, die Eiklarkonsistenz und die Mortalität hatte die Futtermischung keinen signifikanten Einfluss. Die Häufigkeit und Schwere an Gefiederschäden, Haut- und Zehenverletzungen war bei den mit dem Versuchsfutter versorgten Hennen signifikant niedriger ($p \leq 0,05$), weshalb von einer Reduktion der Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus durch die vorgenommenen Änderungen in den Futtermischungen ausgegangen wird.

Auf Grundlage der Ergebnisse wird der Einsatz angepasster Futtermischungen zur Reduktion von Federpicken und Kannibalismus empfohlen. Hinsichtlich der Umweltanreicherung erscheint v.a. eine Bereitstellung von BM während der Aufzucht als entscheidend zur Minimierung von Integumentschäden in der späteren Legeperiode. Eine Verbesserung der Legeleistung und Reduktion der Tierverluste werden durch diese Maßnahmen jedoch nicht erzielt.

8 Summary

In the multifactorial behavioural disorder of severe feather pecking, nutritional factors and a low-irritant environment are discussed as crucial causative factors in addition to genetics, animal husbandry and management aspects. Therefore, the aims of the studies were to examine whether the occurrence of feather pecking can be reduced i) by an adapted feed composition or ii) by an environmental enrichment, and whether there are effects on the biological performance.

In a first study, the effects of additional enrichment materials (EM) in pullets and laying hens were investigated. Pullets were reared in an aviary system with 16 compartments until 18th week of life (WL) and subsequently, the laying hens were kept in a barn housing system with 44 compartments from 19th to 48th WL. During the rearing period, half of the compartments were permanently supplied with EM (pecking stones and hard-pressed alfalfa bales), while the other half received no EM. For each of the variants, 1,000 brown-egg layer hens of the genetic strain Lohmann Brown classic (LB) and 1,000 white-egg layers of the strain Lohmann Selected Leghorn classic (LSL) were reared. After moving to the laying hen stable, the following variants were tested: V1 - no EM over the entire study period (LB: n=150, LSL: n=180); V2 - rearing period with and laying period without EM (LB: n=180, LSL: n=150); V3 - rearing period without and laying period with EM (LB: n=180, LSL: n=150); V4 - EM over the entire study period (LB: n=150, LSL: n=180). The variants had no significant effect on feed consumption, feed conversion, laying performance, egg mass production and mortality. On average, the egg weight was increased by 0.7 g in hens supplied with EM during the laying period (mean \pm SD; V1: 61.5 \pm 0.7 g, V2: 61.5 \pm 1.0 g, V3: 62.2 \pm 0.8 g, V4: 62.2 \pm 0.5 g, $p = 0.028$). The number of eggs mislaid in the litter was higher in white-egg layers of V4 (3.3%) than in the other variants (median 0.7-0.9%). EM provided during rearing reduced the body mass to 6th ($p = 0.023$) and 8th WL ($p = 0.028$) and the 16-week uniformity of the hens (mean \pm SD; without EM: 92.0 \pm 4.0%, with EM: 84.8 \pm 7.9%, $p = 0.011$). During the laying period, V3 and V4 were found to have a higher body mass in comparison to V1 and V2 ($p < 0.001$). The relative proportion of gizzard mass to metabolic body mass was higher in laying hens reared with EM (V2 and V4) than in the group that did not receive EM during the entire study period (V1, $p = 0.048$). During the rearing period, a peak of plumage damage and skin injuries was observed in the genetic strains at different times.

At the examination dates, supply of EM was able to reduce plumage damage and skin injuries ($p < 0.05$). Frequency and severity of plumage damage and skin injuries were lower in the variants with access to EM during rearing (V2 and V4) than in rearing without EM (V1 and V3, $p < 0.001$). Toe injuries and foot pad condition remained unaffected by the variant. It is assumed that the observed effects of EM can be attributed to the impact on foraging behaviour, the abrasion of the beak tip and possible nutritional consequences.

In a second study, effects of a feed specially designed to reduce feather pecking on the performance, egg quality, and the occurrence of behavioural disorders in laying hens were investigated in comparison to a control compound feed. In the experimental diet, nutrient compounds which have been discussed to reduce feather pecking and integument lesions in previous studies were modified, i.e. energy density was reduced and contents of crude protein, crude fiber, lysine, methionine, magnesium, and sodium were increased. Conversely, the control diet contained nutrient and active ingredients commonly fed to high performing laying hens. Two genetic strains of laying hens, the brown-egg layer strain LB and the white-egg layer strain LSL were tested in this study. In total, 1,254 hens (308 LB and 319 LSL hens per feeding group, respectively) were housed in 44 compartments of a littered barn system from their 41st to 72nd week of life. Feed intake per hen day was increased in the experimental group (mean \pm SD; LB: 134.0 ± 2.3 g, LSL: 131.3 ± 3.0 g) in comparison to the control group (LB: 131.3 ± 5.5 g, LSL: 126.3 ± 2.1 g, $p = 0.001$). Body mass of the hens in their 72nd week of life of the experimental group (mean \pm SD; LB: 2011.7 ± 173.4 g, LSL: 1769.4 ± 141.4 g) was higher than in control (LB: 1973.9 ± 186.4 g, LSL: 1755.6 ± 146.1 g, $p = 0.007$). Regarding laying performance, egg mass production, egg weight, Haugh unit, and mortality, no significant effects of the diet were detected. The incidence and severity of plumage damage as well as skin and toe lesions were significantly reduced in hens fed with the experimental diet ($p \leq 0.05$). Therefore, it can be assumed that the modifications in the experimental diet were able to reduce feather pecking and cannibalism.

In conclusion, the use of specially modified feed rations can be recommended to reduce feather pecking and cannibalism. Regarding environmental enrichment, the supply of EM during rearing period seems to be crucial for minimizing integument damage in the later laying period. However, these measures cannot improve laying performance or reduce animal losses.

9 Literaturverzeichnis

- AERNI, V., H. EL-LETHEY, B. WECHSLER, 2000: Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science* **41**, 16-21.
- ALBIKER, D., R. BIELER, 2015: Mehr Rohfaser für Legehennen? *Schweizer Geflügelzeitung* **10**, 10-11.
- AMBROSEN, T. A., V. E. PETERSEN, 1997: The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage. *Poultry Science* **76**, 559-563.
- AMERAH, A. M., V. RAVINDRAN, R. G. LENTLE, 2009: Influence of insoluble fiber and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science* **50**, 366–375.
- APPLEBY, M. 1984: Factors Affecting Floor Laying by Domestic Hens: A Review. *Worlds Poultry Science Journal* **40**, 241-249.
- APPLEBY, M. C., B. O. HUGHES, 1991: Welfare of laying hens in cages and alternative systems, environmental, physical and behavioural aspects. *Worlds Poultry Science Journal* **47**, 109-128.
- BALTES-GÖTZ, B. 2000: Logistische Regressionsanalyse mit SPSS. URL: <https://www.uni-trier.de/fileadmin/urt/doku/logist/logist.pdf> (Letzter Zugriff: 09.05.2019).
- BAUER, T. 1995: Ergebnisse von Untersuchungen zum Nestwahlverhalten von Legehennen in alternativen Haltungssystemen. Dissertation Humboldt-Universität Berlin.
- BENDA, I. 2008: Untersuchungen zu den Beziehungen von Federpicken, Exploration und Nahrungsaufnahme bei Legehennen. Dissertation Universität Hohenheim.
- BESSEI, W. 2012: Schnabelbehandlung beim Geflügel in der Praxis. Forum für Geflügel zur Messe Eurotier, Hannover, 14.11.2012.
- BESSEI, W., K. DAMME, 1998: Neue Verfahren für die Legehennenhaltung. KTBL, Darmstadt. Schrift 378, 70 Seiten.
- BESSEI, W., V. LUTZ, J. B. KJAER, M. GRASHORN, J. BENNEWITZ, 2018: Relationships between foraging and open-field activity in young chicks and feather pecking in adult birds: results of analyses using quantitative genetics and structural equation models. *European Poultry Science* **82**. DOI: 10.1399/eps.2018.242
- BILCIK, B., L. KEELING, 1999: Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science* **40**, 444-451.
- BLOKHUIS, H.J. 1986. Feather pecking in poultry: its relation with ground pecking. *Applied Animal Behaviour Science* **16**, 63-67.

- BLOKHUIS, H.J. 1989: The development and causation of feather pecking in the domestic fowl. Dissertation Universität Wageningen.
- BLOKHUIS, H.J., J.W. VAN DER HAAR, 1989: Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **22**, 359-369.
- BLOKHUIS, H.J., J.W. VAN DER HAAR, 1992: Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *British Poultry Science* **33**, 17-24.
- BMEL (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT), 2015: Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls, insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen in der Haltung von Legehennen und Mastputen. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/VereinbarungVerbesserungTierwohl.pdf;jsessionid=1B09345B64B10A298AEDB36A98A27C8D.1_cid296?__blob=publicationFile (Letzter Zugriff: 02.04.2019).
- CONSON, M., J. PETERSEN, 1986: Beurteilung der Gefiederbeschaffenheit unterschiedlich aufgezogener Legehhybriden. *Archiv für Geflügelkunde* **50**, 159-169.
- COOKE, B. C. 1992: Cannibalism in laying hens. *Veterinary Record* **131**, 495.
- CRONIN, G. M., R. L. HOPCROFT, P. J. GROVES, E. J. S. HALL, D. N. PHALEN, P. H. HEMSWORTH, 2018: Why did severe feather pecking and cannibalism outbreaks occur? An unintended case study while investigating the effects of forage and stress on pullets during rearing. *Poultry Science* **97**, 1484-1502.
- DAMME, K. 1999: Der Einfluß der Herkunft und des Schnabelkupierens auf die Leistung, Befiederung und Nestakzeptanz verschiedener Weißlegerhybriden in Bodenhaltung. *Archiv für Geflügelkunde* **63**, 93-99.
- DAMME, K., C. KEPPLER, M. HAUSTLEITNER, J. BACHMEIER, J. HARTMANN, H. LOUTON, E. RAUCH, 2015: Untersuchungen unterschiedlicher langsam wachsender Premiumhähnchen unter Tierschutz-Label-Konditionen. Teil I: Mast- und Schlachtleistungskriterien. *European Poultry Science* **79**. DOI: 10.1399/eps.2015.85
- DAMME, K., F. PIRCHNER, 1984: Genetic differences of feather-loss in layers and effects on production traits. *Archiv für Geflügelkunde* **48**, 215-222.
- DAMME, K., S. URSELMANS, M. SCHNEIDER, R. A. HILDEBRAND, 2014: 10. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehhybriden in Bodenhaltung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising.
- DAMME, K., R. SCHREITER, M. SCHNEIDER, R. A. HILDEBRAND, 2018: 13. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehhybriden in Bodenhaltung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising.
- DAMME, K., S. URSELMANS, 2013: Infrared beak treatment – a temporary solution? *Lohmann Information* **48**, 36-44.

- DE JONG, I., H. GUNNINK, J. M. ROMMERS, M.B.M. BRACKE, 2013: Effect of substrate during early rearing on floor- and feather pecking behaviour in young and adult laying hens. *Archiv für Geflügelkunde* **77**, 15-22.
- DIXON, L.M., I.J.H. DUNCAN, G. MASON, 2008: What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour. *Animal Behaviour* **76**, 1035-1042.
- DIXON, L.M., I. J. H. DUNCAN, 2010: Changes in substrate access did not affect early feather-pecking behavior in two strains of laying hen chicks. *Journal of Applied Animal Welfare Science* **13**, 1 - 14.
- DIXON, L.M., I. J. H. DUNCAN, G. J. MASON, 2010: The effects of four types of enrichment on feather-pecking behaviour in laying hens housed in barren environments. *Animal Welfare* **19**, 429-435.
- DU PREL, J.-B., B. RÖHRIG, G. HOMMEL, M. BLETTNER, 2010: Auswahl statistischer Testverfahren. *Deutsches Ärzteblatt* **107**, 343-348.
- EISEN, E.J., B.B. BOHREN, H.E. MCKEAN, 1962: Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Science* **41**, 1361-1368.
- EL-LETHEY, H., V. AERNI, T. W. JUNGI, B. WECHSLER, 2000: Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science* **41**, 22-28.
- ELWINGER, K. 1981: Different energy levels and restricted feeding to three strains of SCWL hybrids. 1. Effects on egg production. *Swedish Journal of Agricultural Research* **11**, 149-157.
- FIELD, A. 2013: *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Verlag Sage, Thousand Oaks. 915 Seiten.
- FLOCK, D. K., M. SCHMUTZ, R. PREISINGER, 2007: Optimierung der Eiqualität aus züchterischer Sicht. *Züchtungskunde* **79**, 309-319.
- FREYTAG, S., N. KEMPER, B. SPINDLER, 2016: Einfluss des Zugangs zu Beschäftigungsmaterial auf das Verhalten und die Herdengesundheit von Jung- und Legehennen in Praxisbetrieben – Abschlussbericht. Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUK Ewi0sJ_XnfXhAhWKUBUIHSsNAvIQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ml.niedersachsen.de%2Fdownload%2F107762%2FAbschlussbericht_TiHo_-_Ausstieg_Schnabelkuerzung_Einfluss_des_Zugangs_zu_Beschaeftigungsmaterial.pdf&usq=AOvVaw08urgjDm7zz5ID6F87tKel (Letzter Zugriff: 02.04.2019).
- GARRELFs, I., P. HILLER, S. SAGKOB, L. DIEKMANN, 2016: Minimierung von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen mit intaktem Schnabel. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg. URL: https://www.mud-tierschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/Leitfaden_LH_Minimierung_Federpicken_Kannibalismus_2813MTD003-1.pdf (Letzter Zugriff: 02.04.2019).

- GAYER, P., K. DAMME, R. A. HILDEBRAND, J. LIPPMANN, W. REICHARDT, 2004: Tiergesundheit und Hygiene. In: BERGFELD, U., K. DAMME, W. REICHARDT, M. GOLZE: Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen. Schriftenreihe Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft **8**, 85-122.
- GENTLE, M. J. H., L. N. HUNTER, 1991: Physiological and behavioural responses associated with feather removal in Gallus Gallus Domesticus. Research in Veterinary Science **50**, 95-101.
- GILANI, A.M., T.G. KNOWLES, C.J. NICOL, 2013: The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. Applied Animal Behaviour Science **142**, 42-50.
- GREEN L.E., K. LEWIS, A. KIMPTON, C.J. NICOL, 2000: A cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its association with management and disease. Veterinary Record **147**, 233-238.
- GUNNARSSON S., L. J. KEELING, J. SVEDBERG, 1999: Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed hens. British Poultry Science **40**, 12-18.
- GRASHORN, M. A. 2008: Eiqualität. In: BRADE, W., G. FLACHOWSKY, L. SCHRADER: Legehuhnzucht und Eierzeugung – Empfehlungen für die Praxis. VTI-Sonderheft 322, Braunschweig, 18-33.
- GUZMAN, P., B. SALDANA, M. V. KIMIAEITALAB, J. GARCIA, G.G. MATEOS, 2015: Inclusion of fiber in diets for brown-egg laying pullets: Effects on growth performance and digestive tract traits from hatching to 17 weeks of age. Poultry Science **94**, 2722-2733.
- HADORN, R., A. GLOOR, H. WIEDMER, 2001. Effect of dietary magnesium and crude fibre content on performance, mortality rate and plumage condition of brown laying hens. Proceedings of the 6th European symposium on poultry welfare. Herausgeber OESTER, H., C. WYSS. Verlag Swiss Branch of the World's Poultry Science Association, 315-318.
- HALLE, I., H. KLUTH, S. DÄNICKE, 2012: Einfluss einer Staffelung der Protein-Energie-Konzentration im Futter auf das Wachstum von Stubenküken unterschiedlicher genetischer Herkunft. Archiv für Geflügelkunde **76**, 223-229.
- HASLAM, S.M., S. N. BROWN., L. J. WILKINS, S. C. KESTIN, P. D. WARRISS, C. J. NICOL, 2006: Preliminary study to examine the utility of using foot burn or hock burn to assess aspects of housing conditions for broiler chickens. British Poultry Science **47**, 13-18.
- HAIDER, W. 2013: Histopathologische Untersuchungen zur Schnabelbehandlung bei Legehennen mittels Infrarot-Verfahren. 4. Osnabrücker Geflügelsymposium, Osnabrück, 07.02.2013.
- HAMMER, G. P., J.-B. DU PREL, M. BLETTNER, 2009: Vermeidung verzerrter Ergebnisse in Beobachtungsstudien. Deutsches Ärzteblatt **106**, 664-668.

- HARLANDER-MATAUSCHEK, A., H. P. PIEPHO, W. BESSEI, 2006: The effect of feather eating on feed passage in laying hens. *Poultry Science* **85**, 21-25.
- HARTCHER, K. M., K. T. N. TRAN, S. J. WILKINSON, P. H. HEMSWORTH, P. C. THOMSON, G. M. CRONIN, 2015: The effects of environmental enrichment and beak-trimming during the rearing period on subsequent feather damage due to feather-pecking in laying hens. *Poultry Science* **94**, 852-859.
- HARTINI, S., M. CHOCT, G. HINCH, A. KOCHER, J. W. 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. *Journal of Applied Poultry Research* **11**, 104-110.
- HELMER, F. 2017: Der Einfluss verschiedener Besatzdichten und Enrichmentmaßnahmen auf die Verhaltensentwicklung von Junghennen während der Haltung im Volierenblock. Dissertation Ludwig-Maximilians-Universität München.
- HESS, J. B., S. F. BILGILI, A. M. PARSON, K. M. DOWNS, 2001: Influence of Complexed Zinc Products on Live Performance and carcass grade of broilers. *Journal of Applied Animal Research* **19**, 49-60.
- HETLAND, H., M. CHOCT, B. SVIHUS, 2005: Role of Insoluble Fiber on Gizzard Activity in Layers. *Journal of Applied Poultry Research* **14**, 38-46.
- HOSSAINA, S. M., A. G. BERTECHINIB, 1998: Effects of varying levels of magnesium and available phosphorus on performance of layers. *Animal Feed Science and Technology* **71**, 363-368.
- HUBER-EICHER, B., B. WECHSLER, 1997: Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* **54**, 757-768.
- HUBER-EICHER, B., B. WECHSLER, 1998: The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour* **55**, 861-873.
- HUBER-EICHER, B., F. SEBÖ, 2001: Reducing feather pecking when raising laying hen chicks in aviary systems. *Applied Animal Behaviour Science* **73**, 59-68.
- HUGHES, B. O., I. J. H. DUNCAN, 1972: The influence of strain and environmental factors upon feather picking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science* **13**, 525-547.
- HUGHES, B. O., C. C. WHITEHEAD, 1979: Behavioural changes associated with the feeding of low sodium diets to laying hens. *Applied Animal Ethology* **5**, 255-266.
- ICKEN, W., M. SCHMUTZ, R. FRIES, G. WENDL, R. PREISINGER, 2006: Genetic parameters for egg production in a non-cage environment. XIIth European Poultry Conference, Verona, Italy, Book of Abstracts, 610-611.
- ICKEN, W., D. CAVERO, M. SCHMUTZ, 2017: Selection on beak shape to reduce feather pecking in laying hens. *Lohmann Information* **51**, 22-27.

- IQBAL, Z., K. DRAKE, R. A. SWICK, R. A. PEREZ-MALDONADO, I. RUHNKE, 2018: Feed particle selection and nutrient intake altered by pecking stone consumption and beak length in free-range laying hens. *Animal Nutrition*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.05.003>
- JANCZAK, A. M., A. B. RIBER, 2015: Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science* **94**, 1454-1469.
- JEROCH, H., S. DÄNICKE, H. W. RAUCH, 2005: Untersuchungen zur Aminosäurenversorgung von Legehennen. *Archiv für Geflügelkunde* **69**, 167-174.
- JEROCH, H., R. MÜLLER, 2018: Fütterungsempfehlungen für Legehennen einschließlich Aufzuchttiere. IN: DAMME, K., A. MAYER: *Geflügeljahrbuch 2019*. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 201-227.
- JEROCH, H., A. SIMON, J. ZENTEK, 2013: *Geflügelernährung*. Verlag Ulmer, Stuttgart. 528 Seiten.
- JOHNSEN, P.F., K. S. VESTERGAARD, G. NORGAARD-NIELSEN, 1998: Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* **60**, 25-41.
- JONES R. B., N. L. CARMICHAEL, 1999: Responses of domestic chicks to selected pecking devices presented for varying durations. *Applied Animal Behaviour Science* **64**, 125–140.
- JONES R. B., N. L. CARMICHAEL, E. RAYNER, 2000. Pecking preferences and predispositions in domestic chicks: implications for the development of environmental enrichment devices. *Applied Animal Behaviour Science* **69**, 291–312.
- KALMENDAL, R., F. JOHANSSON, H. WALL, 2013: Effects of fiber supply in furnished cages on performance, egg quality, and feather cover in 2 egg-laying hybrids. *Journal of Applied Poultry Research* **22**, 109-117.
- KAMPHUES, J. P. WOLF, M. COENEN, K. EDER, C. IBEN, E. KIENZLE, A. LIESEGANG, K. MÄNNER, Q. ZEBELI, J. ZENTEK, 2014: *Supplemente zur Tierernährung*. Verlag Schaper, Hannover. 520 Seiten.
- KEPPLER, C. 2008: Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkupierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltung mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase. Dissertation Universität Kassel.
- KEPPLER, C. 2017a: Managementtool Beurteilungskarten – Junghennen. Anleitung zur Beurteilung des Tierzustandes. Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung, Universität Kassel. URL: https://www.mud-tierschutz.de/fileadmin/user_upload/2017-08-22_Beurteilungskarten_Junghennen_web.pdf (Letzter Zugriff: 02.04.2019).

- KEPPLER, C. 2017b: Managementtool Beurteilungskarten – Legehennen. Anleitung zur Beurteilung des Tierzustandes. Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung, Universität Kassel. URL: https://www.mud-tierschutz.de/fileadmin/user_upload/2017-08-22_Beurteilungskarten_Legehennen_web.pdf (Letzter Zugriff: 02.04.2019).
- KEPPLER, C., S. FETSCHER, N. HILMES, U. KNIERIM, 2017: Managementhilfe für die Legehennenaufzucht und –haltung. Barbara Helfer, Frankfurt. URL: https://www.mud-tierschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/MTool/2018-09-25_Basiswissen_MTool_web.pdf (Letzter Zugriff: 02.04.2019).
- KJAER, J. B., W. BESSEI, 2013: The interrelationships of nutrition and feather pecking in the domestic fowl – A review. *Archiv für Geflügelkunde* **77**, 1-9.
- KÖNIG, T. 2017: Physiologische Grundlagen der Geflügelernährung in Hinblick auf eine ausreichende Versorgung mit diätischer Faser. *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* **3**, 203-206.
- KRIEGSEIS, I., W. BESSEI, B. MEYER, J. ZENTEK., H. WÜRBEL, A. HARLANDER-MATAUSCHEK, 2012: Feather-pecking response of laying hens to feather and cellulose-based rations fed during rearing. *Poultry Science* **91**, 1514-1521.
- LAMBTON, S. L., T. G. KNOWLES, C. YORKE, C. J. NICOL, 2010: The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **123**, 32-42.
- LOHMANN TIERZUCHT, 2017: Management Guide alternative Haltung – Managementempfehlungen für die Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden-, Volieren- und Freilandhaltung. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven. URL: www.ltz.de/de-wAssets/docs/management-guides/de/Legehennen/Alternativ/LTZ_MG-AlternHaltung_DE.pdf (letzter Zugriff 02.04.2019).
- LUGMAIR, A. 2009: Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen Österreichs. Dissertation Universität Wien.
- MARKTINFO EIER UND GEFLÜGEL, 2017: Notierungen des Vereins für Weser-Ems-Packstellen vom 27.07.2017 – Eier Haltungsform 2, braun. *DGS-Magazin* **31**, 31.
- MCADIE T. M., L. J. KEELING, H. J. BLOKHUIS, R. B. JONES, 2005: Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. *Applied Animal Behaviour Science* **93**, 67–80.
- MCKEEGAN, D. E. F., C. J. SAVORY, M. G. MACLEOD, M. A. MITCHELL, 2001: Development of pecking damage in layer pullets in relation to dietary protein source. *British Poultry Science* **42**, 33-42.
- MCMULLIN, P. F. 2009: Hygiene and microbiological control in hatcheries. *Avian Biology Research* **2**, 93-97.

- MARTIN, G., H. H. SAMBRAUS, A. STEIGER, 2005: Welfare of laying hens in Europe: reports, analyses and conclusions. Verlag Uni Kassel. 321 Seiten.
- MENARD, S. 1995: Applied Logistic Regression Analysis. Verlag Sage, Thousand Oaks. 120 Seiten.
- MORRISSEY, K. L. H., S. BROCKLEHURST, L. BAKER, T. M. WIDOWSKI, V. SANDILANDS, 2016: Can Non-Beak Treated Hens be Kept in Commercial Furnished Cages: Exploring the Effects of Strain and Extra Environmental Enrichment on Behaviour, Feather Cover, and Mortality. *Animals*, **6**. DOI: 10.3390/ani6030017
- NICOL, C.J., A. C. LINDBERG, A. J. PHILLIPS, S. J. POPE, L. J. WILKINS, L.E. GREEN, 2001: Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dustbathing and foraging in adult laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **73**, 141-155.
- NIEBUHR, K., K. ZALUDIK, B. GRUBER, I. THENMAIER, A. LUGMAIR, J. TROXLER, 2006: Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich. Endbericht Forschungsprojekt Nr. 1313 ITT 2006. Universität Wien.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2016: Merkblatt zur Vermeidung von Hitzestress bei Lege- und Junghennen (Stand 31.05.2016). URL: https://www.laves.niedersachsen.de/download/79582/Merkblatt_zur_Vermeidung_von_Hitzestress_bei_Lege-_und_Junghennen_Stand_31.05.2016_.pdf (Letzter Zugriff: 01.05.2019).
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2017: Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus bei Jung- und Legehennen (aktualisierte Fassung 2017). URL: https://www.ml.niedersachsen.de/download/118468/Empfehlungen_zur_Verhinderung_von_Federpicken_und_Kannibalismus_bei_Jung-_und_Legehennen.pdf (Letzter Zugriff: 01.11.2018).
- NORGAARD-NIELSEN, G., K. VESTERGAARD, H. B. SIMONSEN, 1993: Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* **38**, 345-352.
- OETTEL, R. 1873: Der Geflügelhof. Verlag B. F. Voigt, Weimar.
- PATT, A., I. HALLE, A. DUDDE, T. KRAUSE, 2018: Einfluss des Rohfasergehaltes im Futter auf das Verhalten von Legehennen. Vortragstagung der Gesellschaft der Förderer und Freunde für Geflügel- und Kleintierforschung, Celle, 08.05.2018.
- PICHOVA, K., B. BILCIK, L. KOSTÁL, 2017: Assessment of the effect of housing on feather damage in laying hens using IR thermography. *Animals* **11**. DOI: 10.1017/S1751731116001981

- POTTGÜTER, R., R. SCHREITER, J. VAN DER LINDE, 2018: Managementempfehlungen für die Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden-, Volieren- und FREILANDHALTUNG. IN: DAMME, K., A. MAYER: Geflügeljahrbuch 2019. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 104-155.
- PREISINGER, R. 2018a: Welche Legehennen brauchen wir in der Zukunft? Vortragsveranstaltung der Hans Eisenmann Akademie, Freising, 19.04.2018.
- PREISINGER, R. 2018b: Struktur der Legehennenzucht weltweit. In: DAMME, K., A. MAYER: Geflügeljahrbuch 2019. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 78-85.
- QAISRANI, S. N., M. M. VAN KRIMPEN, R. P. KWAKKEL, 2013: Effects of dietary dilution source and dilution level on feather damage, performance, behavior, and litter condition in pullets. *Poultry Science* **92**, 591-602.
- RASCH, B., M. FRIESE, W. J. HOFMANN, E. NAUMANN, 2010: Quantitative Methoden – Band 1. Verlag Springer, Heidelberg. 170 Seiten.
- RODENBURG, T. B., M. M. VAN KRIMPEN, I. C. DE JONG, E. N. DE HAAS, M. S. KOPS, B. J. RIEDSTRA, R. E. NORDQUIST, J. P. WAGENAAR, M. BESTMAN, C. J. NICOL, 2013: The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *Worlds Poultry Science Journal* **69**, 361-373.
- SANOTRA, G. S., K. S. VESTERGAARD, J. F. AGGER, L. G. LAWSON, 1995. The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science* **43**, 263–277.
- SAVORY, C.J. 1995: Feather pecking and cannibalism. *Worlds Poultry Science Journal* **51**, 215-219.
- SAVORY, C.J., J. S. MANN, 1999: Feather pecking in groups of growing bantams in relation to floor substrate and plumage colour. *British Poultry Science* **40**, 565-572.
- SAVORY, C.J., J. S. MANN, M. G. MACLEOD, 1999: Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *British Poultry Science* **40**, 579-584.
- SCHAIBLE, P. J., A. DAVIDSON, S. L. BANDEMER, 1947: Cannibalism and feather pecking in chicks as influenced by certain changes in a specific ration. *Poultry Science* **26**, 651-656.
- SCHMUTZ, M. 2016: New performance standards: Genetic progress continues. *Poultry News*, 5-7.
- SCHOLTYSSEK, S. 1987: Geflügel. Verlag Ulmer, Stuttgart. 495 Seiten.
- SCHREITER, R., K. DAMME, 2017: Legehennenfütterung – Einsatz heimischer Futtermittel und Fütterung schnabel-unkupierter Legehennen. LfL-Information, Freising.

- SCHREITER, R., K. DAMME., I. SIMON, 2018: Zusammenfassender Random Sample Test zu Leistung und Wirtschaftlichkeit verschiedener Legehybriden 2016-2017 in Deutschland. *European Poultry Science* **82**. DOI: 10.1399/eps.2018.244.
- SEPEUR, S. 2016: Comparison of laying hens with intact and trimmed beaks kept in deep litter systems in commercial farms regarding the animal health as well as the occurrence of feather pecking and cannibalism. Dissertation Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover.
- SEPEUR, S., B. SPINDLER, M. SCHULZE-BISPING, C. HABIG, R. ANDERSSON, M. BEYERBACH, N. KEMPER, 2015: Comparison of plumage condition of laying hens with intact and trimmed beaks kept on commercial farms. *European Poultry Science* **79**. DOI: 10.1399/eps.2015.116
- SHERWIN, C. M., G.J. RICHARDS, C.J. NICOL, 2010: Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *British Poultry Science* **51**, 488–499.
- SPINDLER, B. 2019: Beschäftigung von Jung- und Legehennen. *DGS-Magazin* **5**, 16-19.
- SPINDLER, B., M. F. GIERSBERG, R. ANDERSSON, N. KEMPER, 2016: Legehennenhaltung mit intaktem Schnabel – Übersichtsbericht zum aktuellen Stand aus praktisch-wissenschaftlicher Sicht. *Züchtungskunde* **88**, 475-493.
- STEENFELDT, S., J. B. KJAER, R. M. ENGBERG, 2007: Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *British Poultry Science* **48**, 454-468.
- SVIHUS, B. 2011: The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *Worlds Poultry Science Journal* **67**, 207– 223.
- SVIHUS, B. 2014: Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research* **23**, 306–314.
- TAHAMTANI, F. M., M. BRANTSÆTER, J. NORDGREEN, E. SANDBERG, T. B. HANSEN, A. NØDTVEDT, T. B. RODENBURG, R. O. MOE, A. M. JANCZAK, 2016: Effects of litter provision during early rearing and environmental enrichment during the production phase on feather pecking and feather damage in laying hens. *Poultry Science* **95**, 2747-2756.
- THIELE, H. H. 2008: Managementempfehlungen zur Junghennenaufzucht. In: BRADE, W., G. FLACHOWSKY, L. SCHRADER: *Legehuhnzucht und Eierzeugung – Empfehlungen für die Praxis*. VTI-Sonderheft **322**, Braunschweig, 118-127.
- THIELE, H. H. 2012: Management tools to influence egg weight in commercial layers. *Lohmann Information* **47**, 21-31.
- VAN DE WEERD, H.A., R. CROXALL, H.A. ELSON, 2006: Beak blunting, an alternative to beak trimming in laying hens? Spring Meeting of the WPSA UK Branch, *British Poultry Abstracts* 2:1, 1–45.

- VAN KRIMPEN, M. 2008: Impact of nutritional factors on eating behavior and feather damage of laying hens. Dissertation Universität Wageningen.
- VAN KRIMPEN, M., R. KWAKKEL, B. REUVEKAMP, C. VAN DER PEET-SCHWERING, L. DEN HARTOG, M. VERSTEGEN, 2005: Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal* **61**, 663-686.
- VAN KRIMPEN, M. M., R. P. KWAKKEL, C. M. VAN DER PEET-SCHWERING, L. A. DEN HARTOG, M. W. VERSTEGEN, 2008: Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens. *Poultry Science* **87**, 485-496.
- VAN KRIMPEN, M., T. VELDKAMP, G. P. BINNENDIJK, R. DE VEERT, 2010: Effect of four processed animal proteins in the diet on digestibility and performance in laying hens. *Poultry Science* **89**, 2608-2616.
- VELIK, M., R. BAUMUNG, K. ZALUDIK, K. NIEBUHR, W. ZOLLITSCH, 2005: Feldstudie zu Futtereigenschaften bei federpickenden Legehennen. In: HEß, J., G. RAHMANN: Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Kassel. Universitätsverlag Kassel, 325-326.
- VICTOR, A., A. ELSÄßER, G. HOMMEL, M. BLETNER, 2010: Wie bewertet man die p-Wert-Flut? *Deutsches Ärzteblatt* **107**, 50-56.
- WANG, G., C. EKSTRAND, J. SVEDBERG, 1998: Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *British Poultry Science* **39**, 191-197.
- WECHSLER, B., B. HUBER-EICHER, D.R. NASH, 1998: Feather pecking in growers: A study with individually marked birds. *British Poultry Science* **39**, 178-185.
- WEHLITZ, R., R. SCHREITER, M. KLUNKER, 2013: Untersuchungen zum Auftreten verlegter Eier in alternativen Legehennenhaltungssystemen. *Rekasan-Journal* **39/40**, 170-173.
- WEIß, C. 1999: Basiswissen Medizinische Statistik. Verlag Springer, Heidelberg. 324 Seiten.
- WELFARE QUALITY® 2009: Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, the Netherlands.
- WENNRICH, G. 1975: Studie zum Verhalten verschiedener Hybrid-Herkünfte von Haushühnern (*Gallus domesticus*) in Boden-Intensivhaltung mit besonderer Berücksichtigung aggressiven Verhaltens sowie des Federpickens und des Kannibalismus. *Archiv für Geflügelkunde* **39**, 37-44.
- WPSA (WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION) 1984: The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. *World's Poultry Science Journal* **40**, 181-182.

- YASSIN, H., A. G. VELTHUIS, M. BOERJAN, J. VAN RIEL, 2009: Field study on broilers' first-week mortality. *Poultry Science* **88**, 798-804.
- ZEPP, M., H. LOUTON, M. ERHARD, P. SCHMIDT, F. HELMER, A. SCHWARZER, 2018: The influence of stocking density and enrichment on the occurrence of feather pecking and aggressive pecking behavior in laying hen chicks. *Journal of Veterinary Behavior* **24**, 9-18.
- ZWEIFEL, R., D. ALBIKER, A. GLOOR 2016: Untouchierte Schnäbel – eine heikle Angelegenheit. *Schweizer Geflügelzeitung* **11**, 11-14.

Zitierte Rechtstexte

- TIERSCHG: Tierschutzgesetz vom 18.05.2006, zuletzt geändert durch Artikel 1 am 17.12.2018 (BGBl. I S. 2586)
- TIERSCHNUTZTV: Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung) vom 22.08.2006, zuletzt geändert durch Artikel 3 am 30.06.2017 (BGBl. I S. 2147)
- Verordnung: 2008/589/EG vom 23.06.2008 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 des Rates hinsichtlich der Vermarktungsnormen für Eier.
- Verordnung: 2009/152/EG vom 27.01.2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln.

10 Anhang

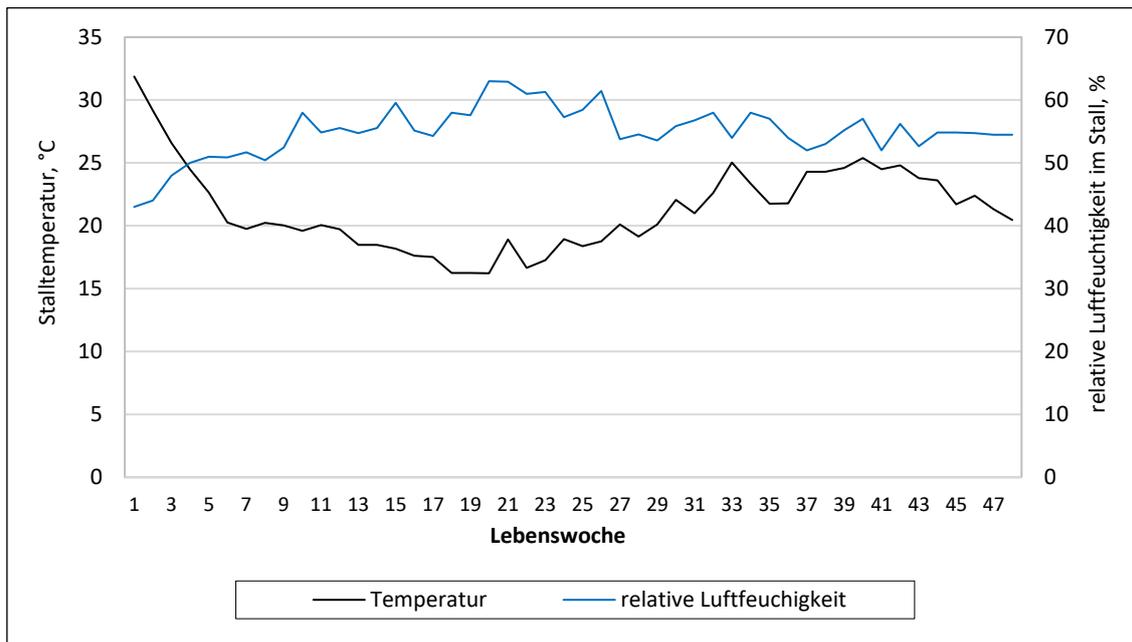
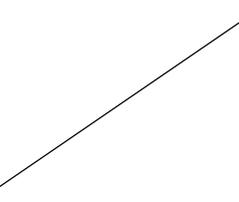


Abbildung 42: Stalltemperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stallraum im Studienzeitraum (Untersuchung zum Einfluss von Beschäftigungsmaterial)

Tabelle 43: Bildliche Darstellung zur Einordnung des Boniturschemata zur Beurteilung des Integumentzustandes der Legehennen

Kriterium	Score 0	Score 1	Score 2
Schnabelüberstand			
Schnabelriss			
Halsgefieder (dorsal)			
Rückengefieder			
Legebauchgefieder			
Hautverletzungen			
Fußballenzustand			
Zehenzustand			

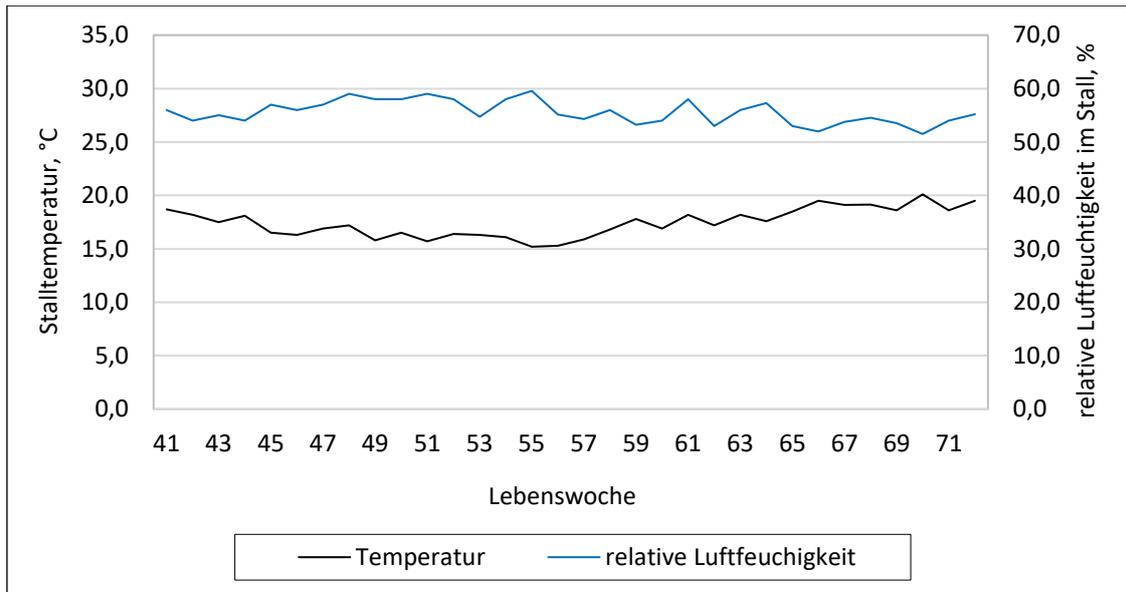


Abbildung 43: Stalltemperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stallraum im Studienzeitraum (Untersuchung zum Futtereinfluss)

Tabelle 44: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Rückengefieders während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		
		KG	VG	p
2. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,01	0,02	0,412
	LB	0,00	0,01	0,317
	LSL	0,02	0,03	0,652
4. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,18^b	0,07^a	0,001
	LB	0,03	0,04	0,473
	LSL	0,35^b	0,10^a	<0,001
6. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,10	0,06	0,119
	LB	0,04	0,05	0,758
	LSL	0,15^b	0,07^a	0,036
10. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,19	0,13	0,080
	LB	0,37	0,24	0,035
	LSL	0,02	0,03	0,652
14. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,36	0,27	0,068
	LB	0,81^b	0,57^a	0,010
	LSL	0,00	0,00	1,000
18. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,19	0,16	0,388
	LB	0,40	0,33	0,326
	LSL	0,00	0,00	1,000

unterschiedliche Buchstaben im Exponenten der Werte einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 45: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Flügelgefieders während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		
		KG	VG	p
2. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,02	0,02	1,000
	LB	0,02	0,01	0,562
	LSL	0,02	0,03	0,652
4. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,12	0,10	0,434
	LB	0,10	0,09	0,827
	LSL	0,14	0,10	0,389
6. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,10	0,09	0,656
	LB	0,07	0,07	0,973
	LSL	0,14	0,11	0,546
10. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,19	0,15	0,264
	LB	0,26	0,19	0,190
	LSL	0,12	0,11	0,702
14. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,21	0,16	0,211
	LB	0,41	0,30	0,109
	LSL	0,03	0,03	0,702
18. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,20	0,17	0,470
	LB	0,34	0,29	0,473
	LSL	0,06	0,05	0,776

KG = Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 46: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Bauchgefieders während der Aufzucht

Alter	Herkunft	Variante		
		KG	VG	p
2. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,00	0,00	1,000
	LB	0,00	0,00	1,000
	LSL	0,00	0,00	1,000
4. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,05^b	0,01^a	0,011
	LB	0,01	0,00	0,317
	LSL	0,08^b	0,02^a	0,018
6. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,01	0,01	1,000
	LB	0,00	0,01	0,317
	LSL	0,03	0,02	0,652
10. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,05	0,05	0,837
	LB	0,08	0,07	0,625
	LSL	0,03	0,03	0,659
14. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,08^a	0,03^a	0,005
	LB	0,17^b	0,04^a	0,002
	LSL	0,00	0,01	0,317
18. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,05	0,05	0,676
	LB	0,07	0,08	0,802
	LSL	0,03	0,03	0,702

unterschiedliche Buchstaben im Exponenten der Werte einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede; KG = Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe, LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 47: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Braunleger während der Aufzucht

Kriterium Score	2 LW		4 LW		6 LW		10 LW		14 LW		18 LW	
	KG	VG										
Schnabelüberstand												
Score 0 (%)	89,2	90,8	79,2	75,8	72,5	65,0	69,2	56,7	59,2	45,0	48,3	24,2
Score 1 (%)	10,8	9,2	20,8	24,2	27,5	35,0	30,8	41,7	40,8	50,0	51,7	59,2
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	5,0	0,0	16,7
Schnabelriss												
Score 0 (%)	100,0	100,0	100,0	99,2	97,5	95,0	99,2	95,8	98,3	94,2	95,8	91,7
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,8	2,5	5,0	0,8	4,2	1,7	5,8	4,2	8,3
Rückengefieder												
Score 0 (%)	100,0	99,2	97,5	95,8	95,8	95,0	64,2	76,7	34,2	47,5	62,5	68,3
Score 1 (%)	0,0	0,8	2,5	4,2	4,2	5,0	33,3	21,7	47,5	44,2	31,7	27,5
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,7	18,3	8,3	5,8	4,2
Flügelgefieder												
Score 0 (%)	98,3	99,2	90,0	90,8	93,3	93,3	75,0	81,7	62,5	71,7	67,5	71,7
Score 1 (%)	1,7	0,8	10,0	9,2	5,8	4,2	20,8	16,7	28,3	23,3	29,2	25,8
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,5	4,2	1,7	9,2	5,0	3,3	2,5
Bauchgefieder												
Score 0 (%)	100,0	100,0	99,2	100,0	100,0	99,2	91,7	93,3	83,3	95,8	93,3	92,5
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8	8,3	6,7	16,7	4,2	6,7	7,5
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ø Gefieder*												
Score 0 (%)	99,4	99,4	95,6	95,6	96,4	95,8	76,9	83,9	60,0	71,7	74,4	77,5
Score 1 (%)	0,6	0,6	4,4	4,4	3,3	3,3	20,8	15,0	30,8	23,9	22,5	20,3
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8	2,2	1,1	9,2	4,4	3,1	2,2
Verletzungen												
Score 0 (%)	100,0	100,0	100,0	99,2	97,5	96,7	98,3	99,2	74,2	85,0	94,2	95,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,8	2,5	3,3	1,7	0,8	19,2	13,3	5,0	4,2
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	1,7	0,8	0,8
Zehenverletzungen												
Score 0 (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); KG = Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 48: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Weißlegler während der Aufzucht

Kriterium Score	2 LW		4 LW		6 LW		10 LW		14 LW		18 LW	
	KG	VG	KG	VG	KG	VG	KG	VG	KG	VG	KG	VG
Schnabelüberstand												
Score 0 (%)	90,0	88,3	77,5	74,2	74,2	57,5	63,3	55,0	54,2	42,5	40,8	20,0
Score 1 (%)	10,0	11,7	22,5	25,8	25,8	42,5	36,7	44,2	45,8	55,8	59,2	73,3
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	1,7	0,0	6,7
Schnabelriss												
Score 0 (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	100,0	100,0	99,2	100,0	100,0	100,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Rückengefieder												
Score 0 (%)	98,3	97,5	68,3	90,0	85,0	93,3	98,3	97,5	100,0	100,0	100,0	100,0
Score 1 (%)	1,7	2,5	23,3	8,3	13,3	6,7	1,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	8,3	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flügelgefieder												
Score 0 (%)	98,3	97,5	86,7	90,0	86,7	89,2	88,3	89,2	97,5	96,7	94,2	95,0
Score 1 (%)	1,7	2,5	10,8	10,0	10,8	9,2	10,0	8,3	2,5	3,3	5,8	5,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5	1,7	1,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Bauchgefieder												
Score 0 (%)	100,0	100,0	91,7	98,3	97,5	98,3	97,5	96,7	100,0	99,2	97,5	96,7
Score 1 (%)	0,0	0,0	8,3	1,7	2,5	1,7	2,5	3,3	0,0	0,8	2,5	3,3
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ø Gefieder*												
Score 0 (%)	98,9	98,3	82,2	92,8	89,7	93,6	94,7	94,4	99,2	98,6	97,2	97,2
Score 1 (%)	1,1	1,7	14,2	6,7	8,9	5,8	4,7	4,7	0,8	1,4	2,8	2,8
Score 2 (%)	0,0	0,0	3,6	0,6	1,4	0,6	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Verletzungen												
Score 0 (%)	100,0	100,0	79,2	89,2	95,0	97,5	99,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	16,7	10,8	5,0	2,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zehenverletzungen												
Score 0 (%)	100,0	100,0	95,8	97,5	100,0	99,2	99,2	98,3	100,0	100,0	100,0	100,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	3,3	1,7	0,0	0,8	0,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); KG = Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 49: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelüberstand in der Aufzucht

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	0,1575	0,084	3,538	1	0,060
Variante	0,5119	0,084	37,015	1	<0,001
Alter	0,1456	0,008	360,220	1	<0,001
Konstante	-2,4169	0,163	219,246	1	<0,001

Tabelle 50: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelrisse in der Aufzucht

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	-3,0432	0,726	17,554	1	<0,001
Variante	0,9510	0,347	7,502	1	0,006
Alter	0,1209	0,029	16,997	1	<0,001
Konstante	-2,3986	0,893	7,214	1	0,007

Tabelle 51: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Gesamtgefiederscore in der Aufzucht

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	-1,0678	0,101	112,311	1	<0,001
Variante	-0,3649	0,097	14,263	1	<0,001
Alter	0,0861	0,009	102,624	1	<0,001
Konstante	-0,4904	0,170	8,319	1	0,004

Tabelle 52: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Halsgefieders

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		1 (-/-)	2 (+/-)	3 (-/+)	4 (+/+)	
25. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,06	0,06	0,06	0,04	0,757
	LB	0,12	0,13	0,12	0,08	0,738
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
30. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,19^b	0,12^a	0,13^a	0,09^a	0,020
	LB	0,37^b	0,24^{ab}	0,25^{ab}	0,18^b	0,010
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
40. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,78	0,70	0,75	0,72	0,420
	LB	0,97	0,81	0,91	0,98	0,077
	LSL	0,62	0,60	0,60	0,50	0,213
48. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	1,14^b	1,00^{ab}	1,07^{ab}	0,92^a	<0,001
	LB	1,08	0,97	1,06	1,10	0,199
	LSL	1,20^c	1,03^b	1,09^c	0,75^a	<0,001

unterschiedliche Buchstaben im Exponenten der Werte einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede;
LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 53: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Rückengefieders

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		1 (-/-)	2 (+/-)	3 (-/+)	4 (+/+)	
25. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,11	0,10	0,09	0,08	0,600
	LB	0,22	0,20	0,19	0,15	0,594
	LSL	0,00	0,01	0,00	0,00	0,392
30. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,54^{bc}	0,49^b	0,54^c	0,26^a	<0,001
	LB	1,23^{bc}	1,09^b	1,30^c	0,55^a	<0,001
	LSL	0,00^a	0,03^b	0,00^a	0,00^a	0,007
40. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,89	0,92	1,06	0,82	0,086
	LB	1,44	1,49	1,62	1,41	0,080
	LSL	0,46	0,47	0,51	0,36	0,118
48. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	1,29^{ab}	1,22^b	1,38^{a^b}	1,05^a	<0,001
	LB	1,65^b	1,65^{bc}	1,77^c	1,56^{ab}	0,016
	LSL	0,85^b	0,73^b	0,83^b	0,55^a	0,001

unterschiedliche Buchstaben im Exponenten der Werte einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede;
 LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 54: Einfluss des Angebots von Beschäftigungsmaterial auf den Boniturscore des Legebauchgefieders

Alter	Herkunft	Variante				p-Wert Variante
		1 (-/-)	2 (+/-)	3 (-/+)	4 (+/+)	
25. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,01	0,03	0,02	0,01	0,655
	LB	0,03	0,05	0,04	0,02	0,458
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,01	0,392
30. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,09	0,11	0,12	0,14	0,260
	LB	0,17	0,22	0,25	0,29	0,195
	LSL	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
40. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	0,75^b	0,94^c	0,73^b	0,61^a	<0,001
	LB	1,00^b	1,38^c	0,90^b	0,69^a	<0,001
	LSL	0,57	0,59	0,59	0,54	0,865
48. LW <i>(gruppiertes Median)</i>	LB / LSL	1,53^c	1,39^b	1,39^{bc}	1,10^a	<0,001
	LB	1,59^b	1,76^a	1,68^a	1,18^a	<0,001
	LSL	1,47^c	0,96^c	0,99^{bc}	1,01^b	<0,001

unterschiedliche Buchstaben im Exponenten der Werte einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede;
 LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n)

Tabelle 55: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Verletzungen in der Aufzucht

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	-0,4391	0,190	5,338	1	0,021
Variante	-0,5116	0,191	7,142	1	0,008
Alter	0,0330	0,016	4,108	1	0,043
Konstante	-2,5764	0,333	59,740	1	<0,001

Tabelle 56: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Zehenverletzungen in der Aufzucht

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	16,3792	1034,169	0,000	1	0,987
Variante	0,0000	0,581	0,000	1	1,000
Alter	-0,1323	0,068	3,784	1	0,052
Konstante	-36,5860	2068,337	0,000	1	0,986

Tabelle 57: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Braunleger während der Legeperiode

Kriterium	25. LW				30. LW				40. LW				48. LW			
	LB V1	LB V2	LB V3	LB V4	LB V1	LB V2	LB V3	LB V4	LB V1	LB V2	LB V3	LB V4	LB V1	LB V2	LB V3	LB V4
Score	(-/-)	(+/-)	(-/+)	(+/+)	(-/-)	(+/-)	(-/+)	(+/+)	(-/-)	(+/-)	(-/+)	(+/+)	(-/-)	(+/-)	(-/+)	(+/+)
Schnabelüberstand																
Score 0 (%)	57,5	45,8	52,9	42,5	56,8	55,0	47,9	45,8	56,0	56,9	37,9	37,0	55,2	54,4	33,0	28,7
Score 1 (%)	42,5	54,2	47,1	57,5	43,2	45,0	52,1	54,2	44,0	43,1	60,3	60,5	44,8	45,6	64,3	66,1
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,5	0,0	0,0	2,6	5,2
Schnabelriss																
Score 0 (%)	99,2	94,2	97,5	93,3	97,5	92,5	93,3	92,5	97,4	98,3	93,1	93,3	98,3	96,5	91,3	92,2
Score 1 (%)	0,8	5,8	2,5	6,7	2,5	7,5	6,7	7,5	2,6	1,7	6,9	6,7	1,7	3,5	8,7	7,8
Halsgefieder																
Score 0 (%)	88,3	87,5	88,2	91,7	62,7	76,7	74,8	81,7	14,5	25,0	15,5	14,3	7,8	12,3	6,1	4,3
Score 1 (%)	11,7	12,5	11,8	8,3	37,3	19,2	25,2	18,3	73,5	67,2	77,6	73,1	77,6	78,1	82,6	81,7
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	12,0	7,8	6,9	12,6	14,7	9,6	11,3	13,9
Rückengefieder																
Score 0 (%)	78,3	80,0	81,5	85,0	8,5	17,5	11,8	50,8	14,5	14,7	7,8	12,6	0,0	1,8	0,9	7,0
Score 1 (%)	21,7	20,0	18,5	15,0	61,9	57,5	50,4	39,2	33,3	29,3	27,6	38,7	35,3	32,5	21,7	33,9
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	29,7	25,0	37,8	10,0	52,1	56,0	64,7	48,7	64,7	65,8	77,4	59,1
Bauchgefieder																
Score 0 (%)	97,5	95,0	95,8	98,3	83,1	78,3	76,5	71,7	30,8	19,0	31,9	40,3	4,3	0,0	0,9	14,8
Score 1 (%)	2,5	5,0	4,2	1,7	16,9	20,0	19,3	26,7	38,5	31,0	44,0	46,2	35,3	23,7	30,4	54,8
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	4,2	1,7	30,8	50,0	24,1	13,4	60,3	76,3	68,7	30,4
Ø Gefieder*																
Score 0 (%)	88,1	87,5	88,5	91,7	51,4	57,5	54,3	68,1	19,9	19,5	18,4	22,4	4,0	4,7	2,6	8,7
Score 1 (%)	11,9	12,5	11,5	8,3	38,7	32,2	31,7	28,1	48,4	42,5	49,7	52,7	49,4	44,7	44,9	56,8
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	10,3	14,0	3,9	31,6	37,9	31,9	24,9	46,6	50,6	52,5	34,5
Verletzungen																
Score 0 (%)	91,7	93,3	95,0	95,8	72,9	90,8	83,2	80,8	79,5	80,2	76,7	78,2	62,1	71,9	45,2	65,2
Score 1 (%)	8,3	6,7	5,0	4,2	27,1	9,2	14,3	17,5	17,9	18,1	20,7	20,2	17,2	24,6	36,5	26,1
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,7	2,6	1,7	2,6	1,7	20,7	3,5	18,3	8,7
Fußballenzustand																
Score 0 (%)	100	100	100	100	89,0	85,8	88,2	85,8	50,4	48,3	62,1	64,7	50,9	42,1	54,8	51,3
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	14,2	11,8	14,2	49,6	51,7	37,9	35,3	49,1	57,9	45,2	48,7
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zehenverletzungen																
Score 0 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n); V1 = Variante 1, V2 = Variante 2, V3 = Variante 3, V4 = Variante 4

Tabelle 58: Prozentualer Anteil der einzelnen Boniturscores in Abhängigkeit des Alters und Angebots von Beschäftigungsmaterial der Weißleger während der Legeperiode

Kriterium	25. LW				30. LW				40. LW				48. LW			
	LSL V1 (-/-)	LSL V2 (+/-)	LSL V3 (-/+)	LSL V4 (+/+)	LSL V1 (-/-)	LSL V2 (+/-)	LSL V3 (-/+)	LSL V4 (+/+)	LSL V1 (-/-)	LSL V2 (+/-)	LSL V3 (-/+)	LSL V4 (+/+)	LSL V1 (-/-)	LSL V2 (+/-)	LSL V3 (-/+)	LSL V4 (+/+)
Schnabelüberstand																
Score 0 (%)	47,5	39,2	41,7	32,5	39,0	38,7	35,3	33,3	49,6	49,1	32,2	27,7	52,2	51,3	25,7	22,9
Score 1 (%)	52,5	60,8	58,3	67,5	61,0	61,3	64,7	66,7	50,4	50,9	67,0	69,7	47,8	48,7	70,8	72,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,5	0,0	0,0	3,5	5,1
Schnabelriss																
Score 0 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Halsgefieder																
Score 0 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	38,5	39,7	40,0	50,4	5,2	12,2	19,5	28,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,5	60,3	60,0	49,6	70,4	73,0	54,0	68,6
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	14,8	26,5	3,4
Rückengefieder																
Score 0 (%)	100	99,2	100	100	100	96,6	100	100	55,2	52,6	48,7	63,9	24,3	30,4	32,7	46,6
Score 1 (%)	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	44,8	47,4	51,3	36,1	65,2	65,2	48,7	50,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	4,3	18,6	3,4
Bauchgefieder																
Score 0 (%)	100	100	100	99,2	100	100	100	100	44,4	43,1	43,5	47,1	8,7	12,2	23,9	18,6
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	53,0	53,4	52,2	51,3	40,0	79,1	53,1	61,9
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	3,4	4,3	1,7	51,3	8,7	23,0	19,5
Ø Gefieder*																
Score 0 (%)	100	99,7	100	99,7	100	98,9	100	100	46,0	45,1	44,1	53,8	12,8	18,3	25,4	31,1
Score 1 (%)	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	1,1	0,0	0,0	53,1	53,7	54,5	45,7	58,6	72,5	51,9	60,2
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,1	1,4	0,6	28,7	9,3	22,7	8,8
Verletzungen																
Score 0 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	90,5	99,1	87,0	98,3	79,1	94,8	75,2	94,9
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	0,9	13,0	1,7	20,9	5,2	24,8	5,1
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fußballenzustand																
Score 0 (%)	90,8	91,7	90,0	92,5	72,0	73,9	71,4	71,7	41,9	40,5	45,2	40,3	12,2	12,2	20,4	17,8
Score 1 (%)	9,2	8,3	10,0	7,5	28,0	26,1	28,6	28,3	58,1	59,5	53,9	59,7	80,9	79,1	76,1	77,1
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	7,0	8,7	3,5	5,1
Zehenverletzungen																
Score 0 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	96,6	91,4	94,8	96,6	96,5	91,3	94,7	96,6
Score 1 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	8,6	5,2	3,4	1,7	0,9	1,8	1,7
Score 2 (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	7,8	3,5	1,7

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n); V1 = Variante 1, V2 = Variante 2, V3 = Variante 3, V4 = Variante 4

Tabelle 59: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelüberstand in der Legeperiode

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	0,3819	0,067	32,649	1	<0,001
Variante	0,2653	0,030	77,953	1	<0,001
Alter	0,0074	0,004	3,907	1	0,048
Konstante	-1,2179	0,187	42,351	1	<0,001

Tabelle 60: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Schnabelrisse in der Legeperiode

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	-18,2456	916,677	0,000	1	0,984
Variante	0,3787	0,100	14,380	1	<0,001
Alter	0,0055	0,012	0,209	1	0,648
Konstante	14,0763	916,678	0,000	1	0,988

Tabelle 61: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Gesamtgefiederscore in der Legeperiode

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	-4,4960	0,219	421,042	1	<0,001
Variante	-0,2568	0,052	24,232	1	<0,001
Alter	0,4299	0,017	678,275	1	<0,001
Konstante	-6,6093	0,332	397,425	1	<0,001

Tabelle 62: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Hautverletzungen in der Legeperiode

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	-1,7268	0,124	194,539	1	<0,001
Variante	-0,0612	0,047	1,714	1	0,190
Alter	0,0947	0,006	218,236	1	<0,001
Konstante	-3,0237	0,311	94,556	1	<0,001

Tabelle 63: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Zehenverletzungen in der Legeperiode

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	17,4689	873,332	0,000	1	0,984
Variante	-0,0754	0,132	0,325	1	0,569
Alter	0,1308	0,023	32,593	1	<0,001
Konstante	-43,6469	1746,664	0,001	1	0,980

Tabelle 64: Parameterschätzer für die logistische Regression des Merkmals Fußballenzustand in der Legeperiode

Parameter	Schätzer	Standard- fehler	Wald Chi-Quadrat	df	p-Wert
Herkunft	1,1223	0,085	173,732	1	<0,001
Variante	-0,0678	0,037	3,423	1	0,064
Alter	0,1502	0,005	830,397	1	<0,001
Konstante	-7,7227	0,281	757,767	1	<0,001

Tabelle 65: Bestimmtheitsmaß und F-Werte für die in der Varianzanalyse geprüften Effekte Herkunft, Futtermvariante und die Interaktion zwischen Herkunft und Futtermvariante

Varianzursache	R ²	Herkunft		Futtermvariante		Variante x Herkunft	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
Eizahl/AH	0,13	4,91	0,032	1,28	0,265	0,02	0,825
Eizahl/DH	0,35	21,0	<0,001	0,19	0,666	0,05	0,879
Eigewicht	0,16	5,13	0,029	0,00	0,949	2,58	0,116
Eimasse/AH	0,10	3,15	0,083	0,01	0,915	0,01	0,915
Eimasse/DH	0,23	11,65	0,001	0,17	0,751	0,12	0,751
Futtermverbrauch/AH	0,17	1,75	0,194	6,24	0,017	0,07	0,789
tägl. Futtermverbrauch/DH	0,40	12,88	<0,001	12,99	0,001	1,18	0,284
Futtermverwertung (kg/kg)	0,45	29,70	<0,001	3,44	0,071	0,08	0,773
Futtermverwertung (AMEN/ kg)	0,45	29,64	<0,001	0,07	0,857	0,08	0,810
Schmutzeieranteil	0,03	0,08	0,775	0,85	0,878	0,35	0,624
Knickeieranteil	0,28	15,54	<0,001	1,05	0,362	0,24	0,557
IOFC	0,18	8,50	0,006	0,39	0,698	0,01	0,926
Eiklarkonsistenz (57. LW)	0,08	56,49	<0,001	0,20	0,428	0,32	0,630
Eiklarkonsistenz (70. LW)	0,06	42,23	<0,001	0,86	0,397	1,10	0,283
Bruchfestigkeit (57. LW)	0,14	65,15	<0,001	40,48	<0,001	0,55	0,395
Bruchfestigkeit (70. LW)	0,09	56,31	<0,001	7,35	0,006	3,03	0,087
Körpermasse (57. LW)	0,48	409,37	<0,001	3,38	0,069	1,02	0,308
Körpermasse (72. LW)	0,34	584,15	<0,001	7,34	0,007	1,58	0,235

R²: Bestimmtheitsmaß = Anteil der erklärten Varianz der Modellfaktoren in Relation zur Gesamtvarianz des untersuchten Merkmals; AH: Anfangshenne; DH: Durchschnittshenne; AMEN = scheinbare umsetzbare Energie, IOFC: income over feed cost (Futtermkostenüberschuss), LW: Lebenswoche(n)

Tabelle 66: Prozentualer Anteil der Boniturscores in der 57. Lebenswoche in Abhängigkeit der Herkunft und Futtervarianten

Kriterium/Score	LB		LSL	
	KG	VG	KG	VG
Halsgefieder				
Score 0 (%)	5,2	6,1	9,7	13,3
Score 1 (%)	77,6	88,6	86,7	86,7
Score 2 (%)	17,2	5,3	3,5	0,0
Rückengefieder				
Score 0 (%)	0,0	2,6	23,9	24,2
Score 1 (%)	7,8	7,9	69,9	71,7
Score 2 (%)	92,2	89,5	6,2	4,1
Legebauchgefieder				
Score 0 (%)	3,4	8,8	11,5	9,2
Score 1 (%)	71,6	61,4	84,1	90,8
Score 2 (%)	25,0	29,8	4,4	0,0
Ø Gefieder*				
Score 0 (%)	2,9	5,8	15,0	15,6
Score 1 (%)	52,3	52,6	80,2	83,1
Score 2 (%)	44,8	41,5	4,7	1,4
Hautverletzungen				
Score 0 (%)	59,5	78,9	95,6	100,0
Score 1 (%)	28,4	18,4	4,4	0,0
Score 2 (%)	12,1	2,6	0,0	0,0
Zehenverletzungen				
Score 0 (%)	100,0	100,0	85,8	98,3
Score 1 (%)	0,0	0,0	2,7	1,7
Score 2 (%)	0,0	0,0	11,5	0,0
Fußballen				
Score 0 (%)	63,8	70,2	24,8	18,3
Score 1 (%)	34,5	28,1	70,8	76,7
Score 2 (%)	1,7	1,8	4,4	5,0

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n); Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe; Score 0 = intaktes Gefieder, Score 1 = leichte Schäden, Score 2 = starke Schäden

Tabelle 67: Prozentualer Anteil der Boniturscores in der 72. Lebenswoche in Abhängigkeit der Herkunft und Futtervarianten

Kriterium/Score	LB		LSL	
	KG	VG	KG	VG
Halsgefieder				
Score 0 (%)	0,0	4,5	1,0	2,6
Score 1 (%)	35,5	83,8	96,1	95,6
Score 2 (%)	64,5	11,7	2,9	1,8
Rückengefieder				
Score 0 (%)	0,0	4,5	4,9	18,4
Score 1 (%)	21,5	8,1	90,3	76,3
Score 2 (%)	78,5	87,4	4,9	5,2
Legebauchgefieder				
Score 0 (%)	0,0	6,3	0,0	0,0
Score 1 (%)	23,4	56,8	68,9	89,5
Score 2 (%)	76,6	36,9	31,1	10,5
Ø Gefieder*				
Score 0 (%)	0,0	5,1	1,9	7,0
Score 1 (%)	26,8	49,5	85,1	87,1
Score 2 (%)	73,2	45,3	12,9	5,8
Hautverletzungen				
Score 0 (%)	15,0	49,5	84,5	89,5
Score 1 (%)	66,4	46,8	15,5	10,5
Score 2 (%)	18,7	3,6	0,0	0,0
Zehenverletzungen				
Score 0 (%)	100,0	100,0	90,3	100,0
Score 1 (%)	0,0	0,0	1,9	0,0
Score 2 (%)	0,0	0,0	7,8	0,0
Fußballen				
Score 0 (%)	56,1	73,0	36,9	19,3
Score 1 (%)	43,9	27,0	62,1	78,1
Score 2 (%)	0,0	0,0	1,0	2,6

* der dargestellte Anteil je Score entspricht dem arithmetischen Mittel aus den drei bonitierten Gefiederregionen (Rücken-, Legebauch- und dorsales Halsgefieder); LB = Lohmann Brown classic, LSL = Lohmann Selected Leghorn classic, LW = Lebenswoche(n); Kontrollgruppe, VG = Versuchsgruppe; Score 0 = intaktes Gefieder, Score 1 = leichte Schäden, Score 2 = starke Schäden

Selbstständigkeitserklärung

Eidesstattliche Erklärung / Declaration under Oath

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

I declare under penalty of perjury that this thesis is my own work entirely and has been written without any help from other people. I used only the sources mentioned and included all the citations correctly both in word or content.

Datum

Unterschrift

Danksagung

Allen Beteiligten, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit auf vielfältige Weise unterstützt haben, gilt mein herzlicher Dank. Insbesondere danke ich Prof. Dr. Eberhard von Borell, Prof. Dr. Michael Klunker und Prof. Dr. Markus Freick für die Überlassung des interessanten Themas, die sehr gute Betreuung im Verlauf der Studiendurchführung und bei der Erstellung der Dissertation. Die konstruktiven Diskussionen, wertvollen Anmerkungen zur inhaltlichen Ausrichtung und zum methodischen Vorgehen sowie der statistischen Auswertung waren stets bedeutsame Impulse und Hilfestellungen für das Gelingen der Arbeit.

Ein ganz herzlicher Dank geht an Dr. Klaus Damme als Leiter des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums für Geflügel- und Kleintierhaltung in Kitzingen. Seine enorme Kompetenz in allen Belangen der Geflügelhaltung gilt mir als Vorbild und war ein entscheidender Wegbereiter bei der Durchführung und Auswertung der Studien. Auch allen weiteren Mitarbeitern des Versuchszentrums danke ich vielmals für die freundschaftliche Atmosphäre und vorbildliche Zusammenarbeit.

Für die Ermutigung zum Beginn der Promotion bedanke ich mich bei Dr. Manfred Golze, Juliane Lieberwirth und Dr. Günther Drobisch danke ich für viele fruchtbringende Diskussionen und die erfolgreiche Zusammenarbeit. Ein Dankeschön geht auch an Dr. Jürgen Hartmann, der mit seiner Expertise in der Geflügelernährung die Untersuchung zum Fütterungseinfluss kompetent begleitete. Der MEGA Tierernährung GmbH & Co. KG gebührt Dank für die finanzielle Unterstützung der Fütterungsstudie.

Ein aufrichtiger Dank gilt meiner Familie, die mich in jeglicher Hinsicht während meiner Doktorandenzeit und speziell im Zeitraum der Reinschrift bestens unterstützte.

Lebenslauf

Name: Ruben Schreiter
Geburtsdatum: 13.03.1990
Geburtsort: Stollberg (Sachsen)
Familienstand: ledig, zwei Kinder
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

1996 – 2000 Grundschole Gornsdorf
2000 – 2008 Greifenstein-Gymnasium Thum

Studium

2009 – 2012 Studium Agrarwirtschaft (Bachelor of Science) an der Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden
2012 – 2015 Studium Agrarwirtschaft (Master of Science) an der Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden

berufliche Tätigkeit

2015 Assistenz der Produktionsleitung bei der Eifrisch Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG, Neukirchen
2015 – 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung Kitzingen (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft)
seit April 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Datum

Unterschrift