



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Schlussbericht zum Thema

Ökologische Putenmast: Bedarfsgerechte Aminosäuren- und Vitaminversorgung in Abhängigkeit von Genotyp, Fütterungsstrategien und Haltungsbedingungen

FKZ: 2819OE057, 2819OE088, 2819OE089

Projektnehmer/Projektnehmerin:

Forschungsinstitut für biologischen Landbau Deutschland,
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf,
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR),
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

Schlussbericht zum Forschungsprojekt: Ökologische Putenmast: Bedarfsgerechte Aminosäuren- und Vitaminversorgung in Abhängigkeit von Genotyp, Fütterungs- strategien und Haltungsbedingungen



Autoren: Dr. Christian Lambertz (FiBL), Prof. Dr. Gerhard Bellof, Prof. Dr. Eggert Schmidt, Peter Weindl, Anna Isabella Kirn, Dr. Benedikt Thesing, Dr. Desiree Haug, Sina Göppel (HSWT), Dr. Philipp Hofmann, Steffen Born, Lucas Rathmann (BaySG/LfL)

Förderkennzeichen: 2819OE057 (FiBL), 2819OE088 (HSWT), 2819OE089 (BaySG/LfL)

Projektlaufzeit: 03.03.2020 – 28.02.2023 (verlängert bis 30.06.2024)

„Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau“

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kurzfassung

Ökologische Putenmast: Bedarfsgerechte Aminosäuren- und Vitaminversorgung in Abhängigkeit von Genotyp, Fütterungsstrategien und Haltungsbedingungen

Dr. Christian Lambertz (FiBL), Prof. Dr. Gerhard Bellof, Prof. Dr. Eggert Schmidt, Peter Weindl, Anna Isabella Kirn, Dr. Benedikt Thesing, Dr. Desiree Haug, Sina Göppel (HSWT), Dr. Philipp Hofmann, Steffen Born, Lucas Rathmann (BaySG/LfL)

Ziel war es, in Abhängigkeit von Genotyp, Fütterungsstrategien und Haltungsbedingungen, Versorgungsempfehlungen für essentielle Aminosäuren (EAS) und Vitamine abzuleiten. Der Fokus lag dabei auf der in der ökologischen Putenhaltung erstlimitierenden Aminosäure Methionin und dem in aktuellen Rezepturen häufig im Mangel vorliegenden Vitamin B₂ (Riboflavin). Es wurden schnell und langsam wachsende Herkünfte einbezogen, die aktuell in der ökologischen Putenhaltung weit verbreitet sind. Als Fütterungsstrategien wurden Konzepte, die auf der Verfütterung von Alleinfuttermischungen basieren, mit der Fütterung von Grünfuttersilagen und der Grünauslaufhaltung bei Verfütterung von Ergänzungsfuttermitteln verglichen. Aus den Ergebnissen der ersten beiden Fütterungsversuche wurde abgeleitet, dass die Fütterungsstrategie 3 (80 % des EAS-Niveaus in P1 von F1) zu vergleichbaren Mast- und Schlachtleistungen führt. Auch die für den Hähneversuch durchgeführten Ganzkörperuntersuchungen verdeutlichten, dass für die in der Aufzucht knapp versorgten Tiere ein kompensatorisches Wachstum in den Mastphasen stattfindet. Die Ergebnisse des zweiten Hähneversuches zeigten, dass eine Reduzierung der Aminosäuregehalte (Methionin, Lysin) um bis zu 30 % (F3: P1) bei gleichzeitiger Reduzierung der AME_N-Gehalte um 10 % zu keinen nachteiligen Effekten in der Mast- und Schlachtleistung führte. Im zweiten Leistungsversuch mit Hennen zeigte sich, dass die nachlassende Vegetation zu einem weniger attraktiven Grünauslauf führte. Die restriktive EAS-Versorgung in der Aufzucht zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die relevanten Schlachtkörpermerkmale. Die untersuchten Fütterungsstrategien zeigten keine unerwünschten Effekte auf wesentliche Merkmale der Fleischqualität.

Kontakt:

Dr. Christian Lambertz, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Kasseler Str. 1a, 60486 Frankfurt am Main, christian.lambertz@fibl.org

Prof. Dr. Gerhard Bellof, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Am Staudengarten 1, 85350 Freising, gerhard.bellof@hswt.de

Dr. Philipp Hofmann, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Mainbernheimer Straße 101, 97318 Kitzingen, Philipp.Hofmann@lfl.bayern.de

Abstract

Organic turkey production: Requirement adjusted amino acid and vitamin supply under consideration of genotype, feeding strategy and husbandry conditions

Dr. Christian Lambertz (FiBL), Prof. Dr. Gerhard Bellof, Prof. Dr. Eggert Schmidt, Peter Weindl, Anna Isabella Kirn, Dr. Benedikt Thesing, Dr. Desiree Haug, Sina Göppel (HSWT), Dr. Philipp Hofmann, Steffen Born, Lucas Rathmann (BaySG/LfL)

The aim was to derive recommendations for essential amino acids (EAS) and vitamins depending on genotype, feeding strategies and husbandry conditions. The focus was on the amino acid methionine, which is the first limiting amino acid in organic turkey farming, and vitamin B₂ (riboflavin), which is often deficient in current diets. Fast- and slow-growing origins were included, which are currently widely used in organic turkey farming. Feeding strategies based on the feeding of complete feed mixtures were compared with the feeding of green fodder silage and free-range access with the feeding of supplementary feed. From the results of the first two feeding trials, it was concluded that feeding strategy 3 (80 % of the EAS level in P1 of F1) leads to comparable fattening and slaughter performances. The whole-body examinations carried out for the trial with male turkeys underlined that compensatory growth takes place in the fattening phases for the animals that were fed a low level of amino acids during rearing. The results of the second trial with male turkeys showed that a reduction in amino acid levels (methionine, lysine) of up to 30 % (F3: P1) with a simultaneous reduction in AME_N levels of 10 % did not lead to any adverse effects on fattening and slaughter performance. The second performance trial with hens showed that the decreasing vegetation led to a less attractive free-range. The restrictive EAS supply during rearing showed no significant influence on the relevant carcass characteristics. The feeding strategies investigated showed no undesirable effects on key meat quality traits.

Contact:

Dr. Christian Lambertz, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Kasseler Str. 1a, 60486 Frankfurt am Main, christian.lambertz@fibl.org

Prof. Dr. Gerhard Bellof, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Am Staudengarten 1, 85350 Freising, gerhard.bellof@hswt.de

Dr. Philipp Hofmann, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Mainbernheimer Straße 101, 97318 Kitzingen, Philipp.Hofmann@lfl.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	11
1.1 Gegenstand des Vorhabens	11
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes.....	12
1.3 Planung und Ablauf des Projektes.....	14
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	15
3. Futtermittelanalytik und -bewertung (Arbeitspaket 2)	16
3.1 Fragestellung	16
3.2 Futtermittelanalytik und Akzeptanzversuch	17
3.2.1 <i>Tiere, Material und Methoden</i>	17
3.2.2 <i>Ergebnisse</i>	18
3.2.3 <i>Fazit</i>	18
3.3 Verdauungsversuch.....	18
3.3.1 <i>Tiere, Material und Methoden</i>	18
3.3.2 <i>Ergebnisse</i>	19
3.3.3 <i>Fazit</i>	20
4. Bedarfsempfehlungen für die Aminosäurenversorgung von Mastputen unterschiedlicher Genotypen unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen (Arbeitspaket 3)	22
4.1 Fragestellung	22
4.2 Leistungsversuch 1 Hennen	23
4.2.1 <i>Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale</i>	23
4.2.1.1 <i>Tiere, Material und Methoden</i>	23
4.2.1.2 <i>Ergebnisse</i>	26
4.2.1.3 <i>Fazit</i>	27
4.2.2 <i>Hirseversuch</i>	27
4.2.2.1 <i>Fragestellung</i>	27
4.2.2.2 <i>Tiere, Material und Methoden</i>	28
4.2.2.3 <i>Ergebnisse</i>	29
4.2.2.4 <i>Fazit</i>	32
4.3 Leistungsversuch 1 Hähne	32
4.3.1 <i>Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale</i>	32
4.3.1.1 <i>Tiere, Material und Methoden</i>	32
4.3.1.2 <i>Ergebnisse</i>	34
4.3.1.3 <i>Fazit</i>	37
4.3.2 <i>Ganzkörperanalysen</i>	38
4.3.2.1 <i>Fragestellung</i>	38
4.3.2.2 <i>Tiere, Material und Methoden</i>	38

4.3.2.3	Ergebnisse	38
4.3.2.4	Fazit.....	42
4.3.3	Tierwohl	42
4.3.3.1	Tiere, Material und Methoden	42
4.3.3.2	Ergebnisse	44
4.3.3.3	Fazit.....	46
4.4	Leistungsversuch 2 Hennen	47
4.4.1	Fragestellung	47
4.4.2	Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale	47
4.4.2.1	Tiere, Material und Methoden	47
4.4.2.2	Ergebnisse	48
4.4.2.3	Fazit.....	50
4.4.3	Tierwohl	50
4.4.3.1	Tiere, Material und Methoden	50
4.4.3.2	Ergebnisse	50
4.4.3.3	Fazit.....	52
4.5	Leistungsversuch 2 Hähne	52
4.5.1	Fragestellung	52
4.5.2	Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale	53
4.5.2.1	Tiere, Material und Methoden	53
4.5.2.2	Ergebnisse	54
4.5.2.3	Fazit.....	57
4.5.3	Untersuchungen zur Fleischqualität	58
4.5.3.1	Einleitung und Fragestellung.....	58
4.5.3.2	Tiere, Material und Methoden	58
4.5.3.3	Ergebnisse und Diskussion.....	61
4.5.3.4	Fazit.....	64
4.5.4	Lebensmittelkonversionseffizienz in der Putenmast	65
4.5.4.1	Einleitung und Fragestellung.....	65
4.5.4.2	Tiere, Material und Methoden	66
4.5.4.3	Ergebnisse	69
4.5.4.4	Fazit.....	70
4.5.5	Ökonomische Auswertung	70
4.5.5.1	Material und Methoden.....	70
4.5.5.2	Ergebnisse	73
4.5.5.3	Fazit.....	77

4.5.6 Tierwohl	77
4.5.6.1 Material und Methoden.....	77
4.5.6.2 Ergebnisse.....	78
4.5.6.3 Fazit.....	79
5. Bedarfsempfehlungen für die Riboflavinversorgung von Mastputen unterschiedlicher Genotypen unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen (Arbeitspaket 4).....	79
5.1 Fragestellung.....	79
5.2 Leistungsversuch Hennen.....	80
5.2.1 Leistungsparameter und Riboflavingehalte in der Leber.....	80
5.2.1.1 Material und Methoden.....	80
5.2.1.2 Ergebnisse.....	82
5.2.1.3 Fazit.....	84
5.2.2 Tierwohlintikatoren.....	85
5.2.2.1 Material und Methoden.....	85
5.2.2.2 Ergebnisse.....	85
5.2.2.3 Fazit.....	86
5.3 Leistungsversuch Hähne.....	86
5.3.1 Leistungs- und Schlachtkörperparameter und Riboflavingehalte in der Leber.....	86
5.3.1.1 Material und Methoden.....	86
5.3.1.2 Ergebnisse.....	89
5.3.1.3 Fazit.....	93
5.3.2 Tierwohlintikatoren.....	93
5.3.2.1 Material und Methoden.....	93
5.3.2.2 Ergebnisse.....	93
5.3.2.3 Fazit.....	96
6. Abschließende Diskussion der Ergebnisse.....	98
6.1 Fütterungsstrategien.....	98
6.2 Tierwohl.....	100
7. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertung der Ergebnisse.....	102
8. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen.....	103
8.1 Zielerreichung.....	103
8.2 Hinweise auf weiterführende Fragestellungen.....	105
9. Zusammenfassung.....	105
10. Literaturverzeichnis.....	108
11. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt.....	115
11.1 Veröffentlichungen in referierten Fachzeitschriften.....	115
11.2 Sonstige Veröffentlichungen.....	115

11.3	Präsentationen auf Fachveranstaltungen	116
11.4	Sonstige Veranstaltungen	117
11.5	Dissertationen.....	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für Gefiederverschmutzung im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche), aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend)	44
Abbildung 2: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verletzung) bis 3 (schwere Verletzung) für Verletzungen im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche), aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend).....	45
Abbildung 3: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 3 (starke Veränderungen) für Fußballendermatitis im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche) bei B.U.T. 6-Hähnen (schnell-wachsend)	46
Abbildung 4: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 3 (starke Veränderungen) für Fußballendermatitis im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche) bei Auburn-Hähnen (langsam-wachsend).....	46
Abbildung 5: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 4 (starke Veränderungen) für Fußballengesundheit in der 4., 8. Und 12. Lebenswoche aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Fütterungsstrategie	51
Abbildung 6: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 3 (starke Verschmutzung) für Gefiederverschmutzung in der 4., 8. und 12. Lebenswoche aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Fütterungssystem	52
Abbildung 7: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an Wasser, Protein und Fett im Brustfilet der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 bei unterschiedlichem Schlachtalter (18. (jung), 20. (normal) und 22. (alt) Lebenswoche)	61
Abbildung 8: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an Wasser, Protein und Fett im Brustfilet der Genotypen Auburn (rot) und B.U.T. 6 (blau) für die untersuchten Haltungssysteme (H1 (Alleinfuttermischungen im Feststall), H2 (Kraftfuttermischungen mit Silagebeifütterung im Feststall) und H3 (Kraftfuttermischungen mit Grünauslauf im Mobilstall)	62
Abbildung 9: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an gesättigten (SFA), einfach-ungesättigten (MUFA) und mehrfach-ungesättigten (PUFA) Fettsäuren im intramuskulären Fettgehalt des Brustfilets der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 für die Fütterungsgruppen F1, F2 und F2.....	62
Abbildung 10: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an gesättigten (SFA), einfach-ungesättigten (MUFA) und mehrfach-ungesättigten (PUFA) Fettsäuren im intramuskulären Fettgehalt des Brustfilets der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 für die untersuchten Haltungssysteme (H1 (Alleinfuttermischungen im Feststall), H2 (Kraftfuttermischungen mit Silagebeifütterung im Feststall) und H3 (Kraftfuttermischungen mit Grünauslauf im Mobilstall)	63
Abbildung 11: Durchschnittliche Gehalte (in mg; LS-Means) an freien und freien, schwefelhaltigen Aminosäuren (AS) im Brustfilet, der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 für die Haltungssysteme H1, H2 und H3.....	64
Abbildung 12: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachtalters und der Fütterungsvariante in der Direktvermarktung	73

Abbildung 13: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachalters und der Fütterungsvariante bei der Lebendvermarktung an einen Schlachthof.....	75
Abbildung 14: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachalters und der Haltung in der Direktvermarktung.....	76
Abbildung 15: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachalters und der Haltung bei der Lebendvermarktung an einen Schlachthof.....	77
Abbildung 16: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 4 (starke Veränderungen) für Fußballengesundheit am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem.....	78
Abbildung 17: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für Gefiederverschmutzung am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem.....	79
Abbildung 18: Kalkulierter und analysierter Riboflavin-Gehalt in der Futtermischungen R1 bis R4 in der Fütterungsphase P1 (1.-4. Lebenswoche).....	81
Abbildung 19: Kalkulierter und analysierter Riboflavin-Gehalt in der Futtermischungen R1 bis R4 in der Fütterungsphase P2 (5.-8. Lebenswoche).....	81
Abbildung 20: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für die Fußballen-Dermatitis am Ende der Aufzuchtphase (8. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Riboflavin-Fütterungsstrategie.....	85
Abbildung 21: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für die Gefiederverschmutzung am Ende der Aufzuchtphase (8. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Riboflavin-Fütterungsstrategie.....	86
Abbildung 22: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 4 (starke Fußballendermatitis) am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem.....	94
Abbildung 23: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem.....	95
Abbildung 24: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verletzungen) bis 3 (schwere Verletzungen) an Hals/Kopf/Kehllappen/Zapfen am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem.....	96
Abbildung 25: Entwicklung der Lebendgewichte (LG) von unterschiedlich versorgten (F2 und F3 zur F1 in % (F1=100%)) Putenhennen (bis LG 112. Tag) und -hähnen (bis LG 154. Tag) der Herkunft B.U.T. 6.....	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gehalte relevanter Roh Nährstoffe und Aminosäuren für die vier Prüffuttermittel (g/kg Originalsubstanz).....	19
Tabelle 2: Praecaecale Verdaulichkeit ausgewählter Aminosäuren der Prüffuttermittel für wachsende Puten.....	20
Tabelle 3: Fütterungsplan für die vier Fütterungsgruppen und den beiden Fütterungsphasen ¹	23
Tabelle 4: Lysin / Methionin-Gehalte (kalkuliert) in den vier Fütterungsgruppen und den beiden Fütterungsphasen.....	24
Tabelle 5: Zusammensetzung der Alleinfuttermischung mit den Aminosäurenabstufungen 100%, 90% und 80% für den Hennen-Leistungsversuch in Phase 1 und 2 (Angaben in % in der Alleinfuttermischung).....	24
Tabelle 6: Durchschnittliche Futteraufnahme (g, bzw. kg), Lebendmasse (g, bzw. kg) und durchschnittlicher Futteraufwand (kg Futter/kg Lebendmassezuwachs) von langsam und schnell wachsenden weiblichen Puten (G) in der Aufzucht (Phasen 1 und 2; PI, PII) bei unterschiedlicher Fütterungsintensität (F) und ökologischer Haltung (LS-Means ± SE)....	26
Tabelle 7: Wertbestimmende Inhaltsstoffe (in g/kg bzw. MJ AMEN/kg) der eingesetzten Rispenhirse (Sorte: Wodka), jeweils bezogen auf Originalsubstanz	28
Tabelle 8: Zusammensetzung der Alleinfuttermischungen (in %) sowie die geplanten Zielwerte hinsichtlich Energie (MJ AMEN/kg), Lysin und Methionin (g/kg)	29
Tabelle 9: Analysierte Inhaltsstoffe (g/kg) und kalkulierte Energiegehalte (MJ AMEN/kg) der im Fütterungsversuch eingesetzten Alleinfuttermischungen.....	30
Tabelle 10: Durchschnittliche Futterverbräuche (g/Tier und Tag), Lebendgewichte (kg/Tier), Futteraufwand (kg Futter/kg Zuwachs) und ausgewählte Schlacht-leistungsdaten (113. Tag), ausgewiesen als LS-Means mit Standardfehler.....	31
Tabelle 11: Fütterungsplan für die vier Fütterungsgruppen und den fünf Fütterungsphasen ¹	33
Tabelle 12: Lysin / Methionin-Gehalte (kalkuliert) in den vier Fütterungsgruppen und den fünf Fütterungsphasen	34
Tabelle 13: Durchschnittliche Kraftfutteraufnahme (KF, kg/Tier), Lebendmasseentwicklung (kg/Tier) und Kraftfutterverbrauch pro kg Zuwachs (KF, kg/kg) von langsam und schnell wachsenden männlichen Mastputen (G) in der Aufzucht (Phasen I und II) und der Mast (Phasen III bis V) bei unterschiedlicher Haltung (H) und Konzentratfütterungsstrategie (F) (LS-Means ± SE)	35
Tabelle 14: Schlachtkörpergewichte (kg/Tier), Anteile (in %) an wertvollen Teilstücken und Abdominalfettgehalte (%) in Schlachtkörpern von langsam und schnell wachsenden männlichen Mastputen (G) zum Mastende (19. Woche = 134. Lebensstag) bei unterschiedlicher Haltung (H) und Konzentratfütterungsstrategie (F) (LS-Means ± SE)...	36
Tabelle 15: Ganzkörperzuwachs (GK) und Nährstoffgehalte im GK von Putenhähnen am Ende der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler)..	40
Tabelle 16: Nährstoff- und Energieansatz im Ganzkörperzuwachs (GK) sowie Proteinverwertung (Proteinansatz zu -aufnahme (%)) von Putenhähnen am Ende der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler).....	41
Tabelle 17: Bewertungsschema für Fußballengesundheit (Score 0 bis 4), Gefiederverschmutzung (Score 0 bis 3) an Brust/Flügel, Rücken und Bauch und Verletzungen an Hals/Rücken/Flügel bzw. Kopf/Stirnzapfen/Kehllappen (Score 1 bis 3) .	42

Tabelle 18: Fütterungsplan für die drei Fütterungsgruppen in den vier Fütterungsphasen ¹	48
Tabelle 19: Ausgewählte Mast- (kg/Tier bzw. kg Kraftfutter/kg Zuwachs) und Schlachtleistungsdaten (% vom Schlachtgewicht) weiblicher Auburn- und B.U.T. 6-Puten in Abhängigkeit von Alter, Haltung und Fütterung (LS-Mittelwerte).....	49
Tabelle 20: Angestrebtes Versorgungsniveau der Lysin- und Methioningehalte (100%-90%-80%-70%) in den Kraftfuttermischungen für die Aufzucht- und Mastphasen im Leistungsversuch mit Mastputenhähnen (fünf Fütterungsphasen (P1 bis P5), angelehnt an die Versorgungsempfehlungen für die schnell wachsende Herkunft B.U.T. 6 (Aviagen 2018))	53
Tabelle 21: Zusammensetzung der Futtermischungen der drei Fütterungsstrategien	54
Tabelle 22: Kerndaten zur Fütterung in der ökologischen Putenmast ¹	66
Tabelle 23: Kalkulationsgrundlagen für die Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) – hier: der humanernährungstaugliche Beitrag von Futtermitteln zur LKE- <i>Protein</i> in der ökologischen Putenmast	67
Tabelle 24: Kalkulationsgrundlagen für die Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz(LKE) – hier: der humanernährungstaugliche Beitrag der tierischen Erzeugnisse zur LKE- <i>Protein</i> in der ökologischen Putenmast	69
Tabelle 25: Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE- <i>Protein</i> und LKE- <i>Protein</i> *PQV) für verschiedene Verfahren der Putenmast	69
Tabelle 26: Unterstellte Futtermittelpreise für die Kalkulation der Futterkosten (Erhebungszeitraum: Februar-Juli 2023).....	71
Tabelle 27: Kalkulierte Kosten der Mischungen in €/dt (netto, anteilige Rohstoffkosten zzgl. 8 €/dt für Schrotten, Mischen und Absacken).....	72
Tabelle 28: Unterstellte Verkaufserlöse in €/kg Teilstück bzw. je kg Lebendgewicht	72
Tabelle 29: Zusammensetzung der Basis-Futtermischungen (% im Alleinfuttermittel) in den fünf Fütterungsphasen (jeweils 4 Wochen).....	88
Tabelle 30: Riboflavin-Gehalt (mg/kg Alleinfutter, kalkuliert) in den Futtermischungen..	89
Tabelle 31: Mastleistung der Putenhähne am Ende der 5-phasigen Mast (20. Lebenswoche)	90
Tabelle 32: Ausgewählte Merkmale des Schlachtkörpers der Putenhähne am Ende der 5-phasigen Mast (20. Lebenswoche).....	91
Tabelle 33: Lebergewichte und Riboflavingehalte in der Leber von B.U.T. 6-Putenhähnen aufgeteilt nach Riboflavin-Fütterungsstrategie (R) und Beifütterung (B) in der dritten, vierten und fünften Fütterungsphase (LS-Means und <i>Standardfehler</i>)	92
Tabelle 34: Arbeitsplan.....	104

Abkürzungsverzeichnis

AF	Alleinfuttermischung
AME _n	Umsetzbare Energie, Stickstoff-korrigiert
EAS	Essentielle Aminosäuren
FCR	Feed Conversion Ratio
IMF	intramuskulärer Fettgehalt
IOFC	Income over feed costs
LKE	Lebensmittelkonversionseffizienz
LS Means	Least squares Mittelwerte
MRI	Max-Rubner-Institut
MUFA	einfach ungesättigte Fettsäure
NIR	Nahinfrarotspektroskopie
NSP	Nicht-Stärke-Polysaccharide
PQV	Protein-Qualitäts-Verhältnis
PUFA	mehrfach ungesättigte Fettsäure
rpm	rounds per minute
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SFA	gesättigte Fettsäure
SG	Schlachtgewicht
TBA	2-Thiobarbitursäurelösung
TBARS	Thiobarbitursäure-reaktive Substanzen
TM	Trockenmasse
TMH	Trimethylsulfonium-hydroxid
TS	Trockensubstanz
VK	Variationskoeffizient
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
ZÖL	Zukunftsstrategie Ökologischer Landbau

I. Einführung

I.1 Gegenstand des Vorhabens

Die Umstellung auf eine 100%-Bio-Fütterung mit ausschließlich nach den Vorgaben der EU-Verordnungen 834/2007 und 889/2008 erzeugten Futtermitteln stellt die Produktion von Geflügelfleisch und hier insbesondere die von Mastputen vor ganz besondere Herausforderungen. Spezielle, auf die Besonderheiten der ökologischen Produktionssysteme selektierte Putenlinien sind nicht vorhanden. Ökologisch wirtschaftende Putenhalter verwenden daher herkömmliche, schnell wachsende bzw. semi-intensive, langsam wachsende Genotypen, die unter konventionellen Haltungsbedingungen auf Wachstum und einen hohen Brustfleischanteil selektiert wurden. Die in der neuen EU-Basisverordnung für den Ökolandbau (Verordnung 848/2018) geforderte „Wahl von Tierrassen mit Blick auf eine hohe genetische Vielfalt und unter Berücksichtigung ihrer Anpassungsfähigkeit an die örtlichen Bedingungen, ihres Zuchtwertes, ihrer Langlebigkeit, ihrer Vitalität und ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten oder Gesundheitsproblemen“ sowie das Ziel der „Förderung der Haltung seltener und einheimischer Rassen“ werden damit nur sehr einschränkend beachtet. Trotz einer steigenden Nachfrage nach ökologisch erzeugtem Putenfleisch ist mittelfristig nicht davon auszugehen, dass entsprechende Zuchtprogramme in Deutschland bzw. Europa aufgebaut werden. Vor dem Hintergrund, dass seltene und einheimische Rassen aus unterschiedlichen Gründen in der Praxis auch mittelfristig nur sehr eingeschränkt genutzt werden, ist es umso wichtiger, die aktuell praktizierten Haltungs- und Fütterungskonzepte mit den bisher verwendeten (semi-intensiven) Genotypen für den ökologischen Landbau zu optimieren. Auch hier sind in der neuen EU-Basisverordnung für den Ökolandbau (Verordnung 848/2018) Anpassungen vorgesehen, die den Einsatz geringer Anteile von konventionell erzeugten Futtermitteln bei Mastputen bis maximal zur 4. Lebenswoche zulassen.

Wissenslücken bestehen vor allem bei Versorgungsempfehlungen für unter konventionellen Haltungsbedingungen selektierten aber unter ökologischen Bedingungen mit einem reduzierten Nährstoffangebot versorgten Genotypen. Da weniger Studien zur ökologischen Putenhaltung im Vergleich zur Mastbroilerhaltung vorliegen, gilt dies sowohl für schnell als auch für langsam wachsende Herkünfte. Die in der Zukunftsstrategie Ökologischer Landbau (ZÖL) definierten Ziele, den Einsatz regional erzeugter Futtermittel zu fördern und auf den Einsatz synthetischer Aminosäuren zu verzichten, birgt die Gefahr unzureichender Gehalte an essentiellen Nährstoffen. Die in der konventionellen Haltung eingesetzten synthetischen Aminosäuren führen neben der Bedarfsdeckung über eine verbesserte Ressourceneffizienz (v. a. Stickstoffausnutzung) zu einer insgesamt nachhaltigeren Produktion. Nachteile in der Ressourceneffizienz durch den Verzicht auf synthetische Aminosäuren und die damit einhergehenden Auswirkungen auf unterschiedliche Nachhaltigkeitsparameter müssen in der ökologischen Erzeugung zwingend durch optimierte Futterzusammensetzungen ausgeglichen werden. Auch der Einsatz von mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen produzierten Vitaminen in der ökologischen Erzeugung steht zunehmend in der Kritik (Rychen et al., 2018) und bedarf

ökokonformer Lösungsansätze. Neben einer verminderten Leistungsfähigkeit müssen Mangelversorgungen insbesondere mit Blick auf die verursachten Tiergesundheitschäden und die daraus resultierenden Tierwohlbeeinträchtigungen vermieden werden.

Eine bedarfsgerechte und an die Entwicklung der Tiere angepasste Fütterung ist bei der Versorgung mit 100 % ökologisch erzeugten Futtermitteln stärker als bisher erforderlich. Die am Markt verfügbaren, und möglichst regional produzierten Futtermittel müssen noch effizienter und auf die Ansprüche der Wachstumsphasen angepasst eingesetzt werden. Dies bedingt auch, dass Nährstoffunterversorgungen der Tiere, die nicht nur mit Leistungseinbußen, sondern auch mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen einhergehen, vermieden werden. Letztlich müssen praxistaugliche Fütterungskonzepte für die Geflügelmast dahingehend optimiert werden, dass über eine bedarfsgerechte Phasenfütterung die Nährstoffausscheidung, insbesondere von Stickstoff und Phosphor reduziert wird, nicht zuletzt, um den ökologischen Landbau in seiner besonders ressourcenschonenden und umweltverträglichen Wirtschaftsform zu stärken. Neben der Nährstoffausscheidung beeinflusst die Fütterungsstrategie auch die Qualität der Einstreu in den Stallungen. Inadäquate Rationen mit suboptimalen Rohprotein- und/oder Nicht-Stärke-Polysaccharid- (NSP)-Anteilen verändern die Konsistenz und Viskosität der tierischen Ausscheidungen. In der Folge entstehen durch die Exkremate insbesondere in den Phasen mit Stallhaltung (z. B. Kükenaufzucht) unterschiedlich starke Belastungen an den Fußballen der Mastputen (Pododermatitis). Eine saugfähige, trockene Einstreuqualität trägt maßgeblich zur Gesundheit der Fußballen der Tiere bei.

Bei der ökologischen Putenfleischerzeugung wird ein verbessertes Tierwohl erwartet. Zur Erfüllung dieser Erwartung sind jedoch weitere Anstrengungen zur Verbesserung der Haltungsbedingungen notwendig. In einer aktuellen Prävalenzstudie, die 32 Herden mit insgesamt über 100.000 Tieren mit den Genotypen Kelly BBB (Hennen und Hähne) und B.U.T. 6 (Hennen) umfasste, wurden in der 16. Lebenswoche beispielsweise bei fast 90 % der untersuchten Hennen Epithelnekrosen an mindestens einem Fußballen nachgewiesen, wobei sich die beiden Herkünfte nicht unterschieden (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Die Prävalenz bei den Hähnen lag nur geringfügig niedriger. Zudem zeigten am Ende der Mast 7,3 % der Tiere Hautverletzungen, vorwiegend am Stirnzapfen. Die bisherigen Haltungsverfahren in der ökologischen Putenhaltung konnten Aggressionen und (Pick-)Verletzungen also noch nicht verhindern. Aufgrund der vergleichsweise langen Mastdauer erlangen die Tiere die Geschlechtsreife und es entstehen Rangauseinandersetzungen. Mit einem optimierten Management und einer verbesserten Haltungsumwelt soll versucht werden, Verhaltensanomalien zu vermeiden.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Ziel dieses Projektes war es, in Abhängigkeit von Genotyp, Fütterungsstrategien und Haltungsbedingungen, Versorgungsempfehlungen für Aminosäuren und Vitamine abzuleiten. Der Fokus lag dabei auf der in der ökologischen Putenhaltung erstlimitierenden Aminosäure Methionin und dem in aktuellen Rezepturen häufig im Mangel vorliegenden Vitamin B₂ (Riboflavin). Dabei wurden schnell und langsam wachsende Herkünfte einbezogen, die aktuell in der ökologischen Putenhaltung weit verbreitet sind. Als Fütterungsstrategien wurden Konzepte, die auf der Verfütterung von

Alleinfuttermischungen basieren, mit der Fütterung von Grünfuttersilagen und der Grünauslaufhaltung bei Verfütterung von Ergänzungsfuttermitteln verglichen. Mit einer angereicherten Haltungsumwelt sollten Federpicken und Kannibalismus minimiert werden. Als Haltungssysteme wurden sowohl die Feststallhaltung als auch die Mobilstallhaltung in die Untersuchungen einbezogen.

Mit dem Versuchsdesign konnten die Prüfung der einzelnen Einflussfaktoren und gleichzeitig Interaktionen zwischen Genotyp, Fütterungsstrategie und Haltungsumwelt geprüft werden.

Hierzu wurden folgende Themenbereiche bearbeitet:

- Identifikation ökokonformer Futtermittel mit hohen nativen Aminosäuregehalten
- Identifikation ökokonformer Futtermittel mit hohen nativen Riboflavingehalten
- Ermittlung der Verdaulichkeit essentieller Aminosäuren (EAS) in ökokonformen und -relevanten Futtermitteln
- Ableitung von Richtwerten für den Bedarf an EAS für schnell und langsam wachsende Putenherkünfte unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
- Ableitung von Richtwerten für den Bedarf an Riboflavin für schnell und langsam wachsende Putenherkünfte unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
- Abschätzung und Bewertung des Beitrags von Grünfuttermitteln und Grünauslauf für die Aminosäurenversorgung
- Abschätzung und Bewertung des Beitrags von Grünfuttermitteln und Grünauslauf für die Riboflavinversorgung
- Bewertung von Möglichkeiten zur Reduktion einer fütterungs- und haltungsbedingten Pododermatitis
- Bewertung der Auswirkungen von Strukturelementen zur Vermeidung von Federpicken und Kannibalismus.

Damit hat das Projekt einen Beitrag zu folgenden Zielen der BÖL-Förderrichtlinien geleistet:

- Weiterentwicklung von Marktanreizen zur Ressourceneinsparung
- Weiterentwicklung tiergerechter und klimaschonender Haltungssysteme
- Strategien zur Verbesserung der Tiergesundheit
- Strategien zur Verbesserung des Tierschutzes

und insbesondere zu den folgenden Zielen der Förderbekanntmachung:

- Prüfen von potenziell für die ökologische Tierhaltung geeigneten Rassen bzw. Genotypen

- Alternative und innovative Haltungs- und Produktionssysteme, insbesondere zur Gewährleistung von messbar mehr Tierwohl und der deutlichen Verminderung haltungsbedingter Erkrankungen und Schäden (Verletzungen).

I.3 Planung und Ablauf des Projektes

Dieses Projekt knüpft an Vorarbeiten aus dem Projekt „Bedarfsgerechte ökologische Fütterung von Geflügel – Schwerpunkt: Neue Quellen für Riboflavin (Vitamin B2)“ (Förderkennzeichen: 2811OE099 und 2815OE052) an. Aktuelle Erkenntnisse aus dem genannten Projekt flossen unmittelbar in die Versuchsplanung des Projektes AminoVit ein. Ausgehend von der Entwicklung eines hefebasierten, stark Riboflavin-haltigen Futtermittels, wurden die Einsatzmöglichkeiten dieses Futtermittels bei Mastputen gezeigt. Mit der Zielvorgabe, auch zukünftig in der Öko-Fütterung auf den Einsatz synthetischer Aminosäuren und mit gentechnisch modifizierten Mikroorganismen produzierten Vitaminen zu verzichten, wurden im aktuellen Projekt die folgenden Themenbereiche bearbeitet:

- Identifikation ökokonformer Futtermittel mit hohen nativen Aminosäuregehalten
- Identifikation ökokonformer Futtermittel mit hohen nativen Riboflavinegehalten
- Ermittlung der Verdaulichkeit von EAS in ökokonformen und -relevanten Futtermitteln
- Ableitung von Richtwerten für den Bedarf an EAS für schnell und langsam wachsende Putenherkünfte unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
- Ableitung von Richtwerten für den Bedarf an Riboflavin für schnell und langsam wachsende Putenherkünfte unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
- Abschätzung und Bewertung des Beitrags von Grünfuttermitteln und Grünauslauf für die Aminosäurenversorgung
- Abschätzung und Bewertung des Beitrags von Grünfuttermitteln und Grünauslauf für die Riboflavinversorgung
- Bewertung von Möglichkeiten zur Reduktion einer fütterungs- und haltungsbedingten Pododermatitis
- Bewertung der Auswirkungen von Strukturelementen zur Vermeidung von Federpicken und Kannibalismus.

Hierzu fokussierte das vorliegende Projekt in insgesamt vier Arbeitspaketen zentrale Fragestellungen der ökologischen Putenmast in Bezug auf Genotyp, Fütterung und Haltung.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Für die Ernährung von Puten liegen wissenschaftlich abgeleitete Empfehlungen für die Nähr-, Mineral- und Wirkstoffversorgung des National Research Council (NRC, 1994) bzw. der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2004) vor. Diese Empfehlungen wurden jedoch im Vergleich zu den aktuellen Produktionsbedingungen unter anderen aus den derzeit in der Praxis vorzufindenden Bedingungen abgeleitet. Das genetische Wachstumspotential der aktuell verwendeten Putengenotypen ist beispielsweise stark gestiegen. Somit werden in der konventionellen Putenhaltung die Empfehlungen der Zuchtunternehmen herangezogen (z. B. Aviagen, 2018). Für die ökologische Erzeugung und hier insbesondere unter den Bedingungen einer 100 %-Bio-Fütterung liegen bislang keine fundierten Ableitungen bzw. Übertragungen vor.

Ein Umstieg auf eine 100 %-Bio-Fütterung wird die marginale bzw. defizitäre Versorgung mit EAS verschärfen, insbesondere für die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein (Krautwald-Junghanns et al., 2017). Inwieweit schnell bzw. langsam wachsende Genotypen sich besser für eine 100%-Bio-Fütterung eignen, ist noch zu klären (Olschewski et al., 2019).

Zwischen dem Gehalt an umsetzbarer Energie (AME_N) in der Alleinfuttermischung und der Futteraufnahme von Mastputen besteht ein gerichteter Zusammenhang. Mit sinkendem AME_N -Gehalt steigt die Futteraufnahme (Bellof & Schmidt, 2014). Dieser Zusammenhang kann für eine bedarfsgerechte Versorgung ökologisch gehaltener Mastputen mit EAS genutzt werden. Mischungen mit abgesenkten AME_N -Gehalten sowie einer vergleichsweise geringen EAS-Ausstattung können aufgrund der erhöhten Futteraufnahme zu einer ausreichenden Aufnahme an EAS führen. Zu beachten ist dabei das jeweilige Verhältnis von EAS zu AME_N -Gehalt. Diese Relationen können aus den Empfehlungen für die konventionelle Putenmast herangezogen werden (Bellof et al., 2014). Hierbei muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass es bei nicht ausreichender Futteraufnahme (z. B. während der Kükenaufzucht) und unter Stressbedingungen (z. B. unter Hitzestressbedingungen und Immunsuppression in Folge von Impfungen) zu Einschränkungen kommen kann.

Neben der Versorgung mit EAS stellt die adäquate Versorgung mit B-Vitaminen insbesondere Riboflavin eine weitere große Herausforderung für die Fütterung von Mastputen vor allem in den ersten Lebenswochen dar. Aktuelle Untersuchungen aus Deutschland haben gezeigt, dass mit den zurzeit verwendeten Futterkomponenten eine Versorgung mit Riboflavin über ausschließlich natürliche Quellen nicht erreicht wird (Witten & Aulrich, 2018b).

Die Pododermatitis und Hautirritationen werden verursacht durch den Kontakt mit den Tierexkrementen insbesondere während der Stallhaltungsphase. Fußballenveränderungen stellen ein bedeutendes Tierschutzproblem dar und wurden zwischen der 1. Lebenswoche bis zur Schlachtung sowohl im konventionellen Bereich als auch in ökologischen Haltungsformen nachgewiesen (Spindler et al., 2013). Feuchte Einstreu gilt als Haupteinflussgröße auf die Erkrankung des Fußsohlenballens (Kamphues, 2014; Youssef et al., 2011). Durch Managementmaßnahmen (Einstreumaterial, Nachstreuen, Klimaführung)

kann das Risiko abgemildert werden. Im Vordergrund stehen jedoch eine bedarfsgerechte Ausstattung der Futtermischungen (Proteingehalte) und Reduktion der Anteile an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP). Eine Proteinabsenkung kann auch dazu beitragen, die Gesundheit der Atemorgane aufrecht zu erhalten und Grenzwerte der Düngeverordnung oder der Ammoniakemissionen (BImSchG) leichter einzuhalten.

Federpicken und Kannibalismus sind Verhaltensstörungen mit multifaktoriellen Ursachen, die noch weitgehend ungeklärt sind (Berk et al., 2013; Marchewka et al., 2013). Diese Verhaltensstörungen treten auch bei nicht Schnabel behandelten ökologisch gehaltenen Mastputen auf (Spindler et al., 2013). Eine Verringerung von agonistischen Pickaktionen konnte durch eine Stallstrukturierung mit erhöhten Elementen nachgewiesen werden (Kulke et al., 2016). In den Stallungen für die ökologische Putenmast werden in der Regel A-Reuter oder Strohbälle bereitgestellt, es fehlt jedoch an Rückzugsmöglichkeiten. Erhöhte Strukturelemente, die aus hygienisch unbedenklichem Material hergestellt werden und so gestaltet sind, dass diese über die gesamte Haltungsdauer aufgesucht werden können, bieten dann eine Rückzugsmöglichkeit, wenn die Tiere auch unter diese erhöhten Strukturen gelangen können. Es ergibt sich zudem der Vorteil unterschiedlicher Lichtzonen im Stall. Im Vergleich zu den hellen Funktionsbereichen in der Umgebung von Futter und Wasser, entstehen unter den Ebenen dunklere Bereiche, die besonders von verletzten oder rangniederen Tieren als Rückzugsmöglichkeit genutzt werden können.

Der Einfluss der Genetik auf das Verhalten der Mastputen ist noch nicht abschließend geklärt. Während die Autoren des Informationsportals Oekolandbau.de (2018) von einem verträglicheren Verhalten bei langsam wachsenden Genotypen ausgehen, stellen Spindler et al. (2013) eine deutlich höhere Mortalität bei Tieren der Herkunft Kelly-BBB fest. Letztere Autoren sehen Futterungleichgewichte als wesentlichen Einfluss auf das Kannibalismusgeschehen an. Ungeklärt sind in diesem Zusammenhang auch mögliche Genotyp-Umwelt-Interaktionen.

3. Futtermittelanalytik und -bewertung (Arbeitspaket 2)

3.1 Fragestellung

Unter den Bedingungen der ökologischen Putenmast stehen geeignete Eiweißfuttermittel nur begrenzt zur Verfügung. Neben dem Gehalt an EAS stellt deren Verdaulichkeit die Basis für den erfolgreichen Einsatz dar. Kenntnisse zur praecaecalen Verdaulichkeit der EAS in ökokonformen Eiweißfuttermitteln liegen bislang nur sehr begrenzt vor. Ziel dieses Arbeitspaketes war es daher in Frage kommende Eiweißfuttermittel zu identifizieren und zu analysieren und für ausgewählte Eiweißfuttermittel die praecaecale Aminosäureverdaulichkeit in einem Verdauungsversuch zu bestimmen.

Weitere Informationen zu diesem Arbeitspaket befinden sich in der folgenden Veröffentlichung:

- S. Göppel, K. Schmaus, P.A. Weindl, C. Lambertz, G. Bellof (2024) Untersuchungen zur praecaecalen Verdaulichkeit von Eiweißfuttermitteln für die ökologische Putenmast. Öko-Landbautagung 2024, Triesdorf, 24.10.2024.

3.2 Futtermittelanalytik und Akzeptanzversuch

3.2.1 Tiere, Material und Methoden

In diesem Arbeitspaket wurden zunächst folgende Eiweißfuttermittel aus ökologischer Erzeugung einer Futtermittelanalytik (Weender-Analyse, Aminosäuren, Stärke, Zucker) unterzogen:

- Grascobs (Pellets)
- Sojakuchen
- Maiskleber (konventionell)
- Kartoffelprotein (ökologisch)
- Hanfprotein
- Kürbisprotein
- Rapskernkuchen (konventionell und ökologisch)
- Erbsenproteinkonzentrat
- Sonnenblumenkuchen (Rohproteingehalte: 45%, 38%, 30%)
- Rotkleetrockenblatt

Anhand der Analysenergebnisse wurden die folgenden Eiweißfuttermittel in einem **Akzeptanzversuch** mit insgesamt 7 Fütterungsvarianten (inkl. Kontrolle) und 8 Wochen Versuchsdauer (Putenhennen der Genetik B.U.T. 6) getestet:

- Rotkleetrockenblatt (in Anteilen von 10% und 20% der Alleinfuttermischung (AF))
- Sonnenblumenkuchen (Proteingehalt 45%, Anteil 20% in der AF)
- Rapskernkuchen (Anteil 10% in der AF)
- Erbsenproteinkonzentrat (Anteil 10% in der AF)
- Kombination aus Sonnenblumenkuchen 45% XP (Anteil 20%), Erbsenproteinkonzentrat (10%), Rapskernkuchen (10%) und Rotklee-Trockenblatt (10%).

Für das Erbsenproteinkonzentrat und den Rapskernkuchen konnten keine ausreichenden Mengen in Öko-Qualität bezogen werden, so dass bei diesen Futtermitteln auf konventionelle Qualitäten zurückgegriffen werden musste.

3.2.2 Ergebnisse

Nach 8 Wochen Versuchsdauer waren die Lebendgewichte der beiden mit Rotkleetrockenblatt gefütterten Gruppen mit 2.835 g (10% Rotkleetrockenblatt) bzw. 2.642 g (20% Rotkleetrockenblatt) wesentlich niedriger als alle anderen Versuchsgruppen (3.120 g bei Kontrolle; 3.234 g bis 3.513 g bei den anderen Versuchsgruppen).

3.2.3 Fazit

Rotkleetrockenblatt scheint eine hemmende Wirkung auf die Futteraufnahme und/oder die Wachstumsleistung der Tiere zu haben (Dosis –Wirkungs – Effekt), daher wurde das Rotkleetrockenblatt für nachfolgende Versuche ausgeschlossen. Die anderen getesteten Eiweißfuttermittel zeigten im Vergleich zur Kontrollvariante Vorteile hinsichtlich der Lebendgewichtszunahme und Futteraufnahme und wurden in die Versuchsfuttermischungen für die folgenden Versuche aufgenommen.

3.3 Verdauungsversuch

3.3.1 Tiere, Material und Methoden

Der sich anschließende **Verdauungsversuch** zur Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit wurde nach Rodehutschord et al. (2004) sowie Ganzer et al. (2006) - modifiziert für ökologische Fütterungsbedingungen nach Pleger et al. (2021) - absolviert.

In einem Durchgang wurden am Standort Freising 432 männliche Eintagsküken (Herkunft B.U.T. 6) in 24 Abteilen eingestallt. Zu Beginn des eigentlichen Verdauungsversuchs (29. Lebenstag) wurden die Abteile mit einer mittig angebrachten Trennwand auf 48 Abteile erweitert. Die Tiere wurden erneut einzeln gewogen und gleichmäßig auf die neu entstandenen Abteile aufgeteilt (9 Tiere je Box). Um zu verhindern, dass durch die Aufnahme von Exkrementen oder Sägespänen die Verdaulichkeit der Versuchsfuttermittel verfälscht werden könnte, wurde das Einstreumaterial entfernt und die Puten sechs bzw. sieben Tage auf Kunststoffgittern gehalten.

Die Verdaulichkeitsuntersuchung basiert auf dem Modell des linearen Regressionsansatzes nach Rodehutschord et al. (2004). Um das Modell anwenden zu können, sind mindestens zwei Zulagestufen für das Prüffuttermittel notwendig. Im durchgeführten Versuch wurden die verschiedenen Eiweißfuttermittel in drei Zulagestufen von 10 %, 20 % und 30 % mit jeweils 4 Replikationen geprüft.

Es wurden Futtermischungen mit Erbsenproteinkonzentrat (EPK), Rapskernkuchen (RKK) oder Sonnenblumenkuchen in unterschiedlichen Qualitätsstufen aus vollständig geschälter Saat mit 46,6 % XP (SBK46) und Sonnenblumenkuchen aus teilweise geschälter Saat mit 35,3 % XP (SBK35) hergestellt. Die Basismischung (69,5 % der gesamten Futtermischung) bestand aus Sojakuchen (Trypsininhibitoraktivität: 1,5 mg/g), Maiskleber, Mais, Weizen, Mineralstoffen, freien AS sowie den o. a. Anteilen an Prüffuttermittel. Die Differenz auf 100 % in den Zulagestufen 10 % und 20 % wurde mit Maisstärke aufgefüllt. Jede Mischung enthielt zudem 0,5 % TiO₂ als unverdaulichen Marker. Die sonstige Nährstoffausstattung der Mischungen orientierte sich an den Versorgungsempfehlungen des Zuchtunternehmens

Aviagen Turkeys (2015) für schwere Linien mit geringer Energiedichte. Insgesamt wurden zwölf pelletierte Futtermischungen hergestellt und eingesetzt.

Nach sechs bzw. sieben Tagen Fütterungszeit mit dem Versuchsfutter wurden die Tiere am 35./36. Lebenstag mittels CO₂ betäubt und getötet. Unmittelbar nach der Tötung wurde der Darmtrakt der Puten entnommen. Anschließend wurde der Teil zwischen Meckel'schem Divertikulum und 2 cm vor dem Übergang des Ileums in den Dickdarm nach Kluth et al. (2005b) separiert. Aus diesem Dünndarmteil wurde das terminale und mediale Drittel mit kaltem, destilliertem Wasser ausgespült und der Darminhalt in flachen verschließbaren Plastikschalen gesammelt. Der Chymus wurde direkt nach der Entnahme bei -22 °C tiefgefroren. Die Bestimmung der Roh Nährstoff- und Aminosäuregehalte erfolgte im Labor der Universität Hohenheim nach der Verordnung (EG) Nr. 152/2009. Die Berechnung der Aminosäurenverdaulichkeit erfolgte nach Rodehutschord et al. (2004):

$$VQ = (1 - ((Ti_{Futter} * AS_{Chymus}) / (Ti_{Chymus} * AS_{Futter}))) * 100$$

Dabei werden für Ti_{Futter} und Ti_{Chymus} die Gehalte an Titan im Futter bzw. im Chymus in g/kg TM und AS_{Futter} und AS_{Chymus} die Gehalte an AS im Futter bzw. im Chymus in g/kg TM eingesetzt. Die verdaute Menge für eine Aminosäure (in g) und die aufgenommene Menge an dieser Aminosäure (in g) wird mit einer einfachen linearen Regression beschrieben. Die Steigung der Regressionsgeraden kann als praecaecale Verdaulichkeit der jeweiligen Aminosäure des geprüften Proteinträgers interpretiert werden.

3.3.2 Ergebnisse

Die Gehalte wichtiger Roh Nährstoffe und Aminosäuren für die vier Prüffuttermittel sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Gehalte relevanter Roh Nährstoffe und Aminosäuren für die vier Prüffuttermittel (g/kg Originalsubstanz)

Merkmal	EPK	RKK	SBK35	SBK46
Trockenmasse	910	951	929	922
Rohasche	48	71	51	75
Rohfett	59	116	127	98
Rohfaser	35	110	154	49
Rohprotein	732	337	353	466
Lysin	55,1	20,2	13,4	17,8
Methionin	7,8	6,7	7,7	10,6
Cystin	8,0	8,8	5,7	7,3
Threonin	27,7	15,0	12,6	16,8
Arginin	62,0	21,6	27,4	37,0

EPK = Erbsenproteinkonzentrat; RKK = Rapskernkuchen; SBK = Sonnenblumenkuchen (SBK35 = Proteingehalt: 35 %; SBK46 = Proteingehalt: 46 %)

Der Versuch verlief störungsfrei. Allerdings wurde für zwei Boxen der Fütterungsvariante RKK stark abweichende Daten mit nicht plausiblen Verdaulichkeitswerten ermittelt. Diese Boxen wurden aus der Berechnung ausgeschlossen. Die Ergebnisse der praecaecalen Verdaulichkeitswerte für ausgewählte Aminosäuren sind in der Tabelle 2 dokumentiert.

Tabelle 2: Praecaecale Verdaulichkeit ausgewählter Aminosäuren der Prüffuttermittel für wachsende Puten

Aminosäure	EPK	R ²	RKK	R ²	SBK35	R ²	SBK46	R ²
	%		%		%		%	
Lysin	88	0,99	78	0,94	85	0,87	85	0,96
Methionin	79	0,98	89	0,96	82	0,90	84	0,97
Cystin	43	0,87	72	0,91	37	0,49	34	0,62
Threonin	73	0,98	70	0,92	67	0,84	68	0,92
Arginin	89	0,99	80	0,97	85	0,97	88	0,99
Valin	78	0,98	74	0,89	70	0,92	67	0,87
Isoleucin	82	0,99	72	0,93	58	0,69	72	0,93
Leucin	81	0,99	78	0,92	58	0,66	71	0,91
Summe AS	80	0,99	77	0,94	66	0,85	70	0,93

EPK = Erbsenproteinkonzentrat; RKK = Rapskernkuchen; SBK = Sonnenblumenkuchen (SBK35 = Proteingehalt: 35 %; SBK46 = Proteingehalt: 46 %); R² = Bestimmtheitsmaß

3.3.3 Fazit

Beim Vergleich der Versuchsergebnisse mit Werten aus der Literatur fällt auf, dass die Aminosäureverdaulichkeit bei allen Aminosäuren von EPK niedriger liegt als die der ganzen Erbse (Kozłowski et al. 2011). Die ileale Verdaulichkeit des EPK aus Untersuchungen von Frikha et al. (2013) übertreffen jedoch die Verdaulichkeitswerte der ganzen Erbse, die von Aulrich und Witten (2018) publiziert wurden. Hinweise aus den Literatur belegen zudem, dass die Aminosäureverdaulichkeit aus denselben Futtermitteln für verschiedene Geflügelspezies (Pute und Mastbroiler) variiert (Kluth und Rodehutsord 2006). Für EPK liegen die Verdaulichkeitswerte im durchgeführten Versuch unter denen von Masthühnern (Frikha et al. 2013). Die Rangfolge der Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren der Erbse, die Kluth et al. (2005a) in seinen Untersuchungen an verschiedenen Erbsensorten festgestellt hat, konnten in diesem Versuch bestätigt werden.

Der teilentschälte Sonnenblumenkuchen (SBK35) wurde mit einer Gesamtverdaulichkeit der Aminosäuren und des Rohproteins von 62 % unter allen getesteten Eiweißfuttermitteln am schlechtesten verdaut. Der SBK46 konnte mit einer Gesamtverdaulichkeit von 70 % besser verwertet werden, liegt allerdings hinter RKK und EPK mit einer Verdaulichkeit von 77 % und 78 %. Die schlechtere Verdaulichkeit des SBK35 im Vergleich zum SBK46 ist

aufgrund der höheren Rohfasergehalte, welche die Enzymwirkung im Magen-Darm-Trakt mindern, erklärbar (Berwanger et al. 2017).

Verdaulichkeitsangaben aus der Literatur zu Sonnenblumenextraktionsschrot liegen mit Ausnahme von Lysin über denen von SBK46 (Kluth et al. 2005b). Lysin ist mit einer Verdaulichkeit von 79 % beim Extraktionsschrot weniger gut verdaulich als bei SBK35 und SBK46 mit jeweils 85 % (Kluth et al. 2005b). Eine mögliche Ursache hierfür könnte der gegenüber Sonnenblumenkuchen geringere Fettgehalt im Sonnenblumenextraktionsschrot sein. Laut Kalmendal et al. (2011) reduziert Fett die Verdauungsgeschwindigkeit im Dünndarm, wodurch sich die geringeren Verdaulichkeitswerte erklären lassen.

Die Versorgung mit der Aminosäure Arginin kann in der Putenmast wachstumsbegrenzend wirken. Hohe Arginingehalte konnten für die Prüffuttermittel EPK und SBK46 ermittelt werden. Die Argininverdaulichkeit liegt mit 89 % bei EPK am höchsten, gefolgt von SBK46 mit 88 %, SBK35 mit 85 % und RKK mit 80 % (vgl. Tab. 2). Die praecaecale Verdaulichkeit der Aminosäure Methionin, liegt für die Prüffuttermittel auf einem hohen Niveau. Dabei ist RKK mit 89 % am höchsten verdaulich, gefolgt von SBK46 mit 84 %, SBK35 mit 82 % und EPK mit 79 %.

4. Bedarfsempfehlungen für die Aminosäurenversorgung von Mastputen unterschiedlicher Genotypen unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen (Arbeitspaket 3)

4.1 Fragestellung

Die Umsetzung einer 100% Bio-Fütterung in der Putenmast, vor allem in der anspruchsvollen Aufzucht, stellt ökologisch wirtschaftende Putenhalter vor neue Herausforderungen. Puten stellen hohe Ansprüche an Haltung und Fütterung. Schwere und schnell wachsende Putenherkünfte stehen in der Kritik, den Anforderungen einer ökologischen Tierhaltung nicht gerecht zu werden. Diese Hypothese sollte mit der vorliegenden Studie überprüft werden.

In der Öko-Geflügelhaltung ist ein Zugang zu Grünauslauf bzw. Raufutter (Silage) vorgeschrieben (EC 2007). Bislang liegen nur wenige systematische Untersuchungen zum Beitrag dieser Vorgabe für die Ernährung der Tiere vor. Die aktuelle Studie sollte auch zu dieser Fragestellung Antworten liefern.

Die Bereitstellung hochwertiger Eiweißfuttermittel - möglichst aus regionaler und nachhaltiger Herkunft - stellt in der ökologischen Geflügelfütterung ein zentrales Problem dar. Für die ökologische Putenmast ist Methionin die erstlimitierende Aminosäure. Mit einer Absenkung des Energiegehaltes in den Alleinfuttermischungen kann die energiebezogene Futteraufnahme des Geflügels genutzt werden, um einen Spareffekt hinsichtlich des Einsatzes EAS zu erreichen (bezogen auf g Aminosäure/kg Alleinfuttermischung) (Bellof u. a. 2014). Mit der vorliegenden Studie sollten diese Möglichkeiten in den unterschiedlichen Wachstumsabschnitten systematisch untersucht werden.

Weitere Informationen zu diesem Arbeitspaket befinden sich in den folgenden Veröffentlichungen:

- S. Göppel, P. Weindl, C. Lambertz, B. Thesing, S. Born, E. Schmidt, G. Bellof (2022) Effects of reduced energy and amino acid contents in complete feed mixtures on fattening and slaughter performance of slow or fast growing turkey genotypes in different organic housing systems. *European Poultry Science*, 86. DOI: 10.1399/eps.2022.362.
- S. Göppel, P.A. Weindl, C. Lambertz, B. Thesing, S. Born, E. Schmidt, G. Bellof (2022) Welche genetischen Herkünfte und Fütterungsstrategien eignen sich für die ökologische Putenmast? *Proteinmarkt*, 07.11.2022. Verfügbar unter: <https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/details/news/welche-genetischen-herkuenfte-und-fuetterungsstrategien-eignen-sich-fuer-die-oekologische-putenmast>
- C. Lambertz, S. Göppel, P. Weindl, B. Thesing, E. Schmidt, G. Bellof, S. Born (2022) Fütterungsstrategien für die ökologische Putenmast. *BioTOPP*, 5/2022, S. 32-33.

4.2 Leistungsversuch I Hennen

4.2.1 Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale

4.2.1.1 Tiere, Material und Methoden

In diesem Leistungsversuch wurden 960 weibliche Eintagsküken der Linien B.U.T. 6 (schnell wachsend) und Auburn (langsam wachsend) an den beiden Standorten Kitzingen und Freising eingestallt. An jedem Standort wurden die Tiere nach Gewicht auf 24 Abteile mit jeweils 20 Tieren aufgeteilt. Der Leistungsversuch beschränkte sich auf die Aufzucht (Phasen 1 und 2) bis einschließlich der 8. Lebenswoche mit der Fütterung von Alleinfuttermischungen. Im Anschluss daran wurde am Standort Kitzingen ein Hirseversuch (siehe Kapitel 4.2.2) angeschlossen. Es wurden vier verschiedene Fütterungsstrategien respektive Fütterungsgruppen betrachtet, die unterschiedlich ausgestattete Futtermischungen erhielten (Tabelle 3). Die Futtermischungen enthielten durchgängig abgesenkte AMEN- und abgestufte Aminosäuregehalte (z.B. für die Phase 1 (1. bis 4. Woche) 1,18 g/kg (80%) bis 1,41 g/kg (100%) Lysin/MJ AMEN und 0,43 g/kg (80%) bis 0,53 g/kg (100%) Methionin/MJ AMEN) (Tabelle 4). Die Futtermischungen entsprachen jeweils den Vorgaben einer 100% Bio-Fütterung. Die Zusammensetzung der Futtermischungen ist in

Tabelle 5 dargestellt. In den Futtermischungen kamen die folgenden Eiweißfuttermittel zum Einsatz:

- Sonnenblumenkuchen (aus (teil-)entschälter Saat, mit 45% und 36% Rohprotein)
- Erbsenproteinkonzentrat
- Rapskernkuchen.

Erbsenproteinkonzentrat stand in den erforderlichen Mengen nur aus konventioneller Erzeugung (Fa. Emsland Group) zur Verfügung. Die Verwendung dieses Produkts erschien vertretbar, da zwischen Erbsen aus konventioneller und ökologischer Erzeugung keine nennenswerten Unterschiede in der Inhaltsstoffausstattung bestehen (Bellof et al. 2013).

Tabelle 3: Fütterungsplan für die vier Fütterungsgruppen und den beiden Fütterungsphasen¹

	Phase 1	Phase 2
Gruppe 1	100%	100%
Gruppe 2	90%	90%
Gruppe 3	80%	90%
Gruppe 4	80%	80%

¹Verhältnis Lysin bzw. Methionin : AMEN (g/MJ) nach den Empfehlungen von Aviagen (Aviagen 2015)

Tabelle 4: Lysin / Methionin-Gehalte (kalkuliert) in den vier Fütterungsgruppen und den beiden Fütterungsphasen

	Phase 1	Phase 2
Gruppe 1	(1,67/0,59)	(1,38/0,51)
Gruppe 2	(1,50/0,53)	(1,24/0,46)
Gruppe 3	(1,34/0,47)	(1,24/0,46)
Gruppe 4	(1,34/0,47)	(1,10/0,41)

Tabelle 5: Zusammensetzung der Alleinfuttermischung mit den Aminosäureabstufungen 100%, 90% und 80% für den Hennen-Leistungsversuch in Phase 1 und 2 (Angaben in % in der Alleinfuttermischung)

Komponente	Phase 1			Phase 2		
	100 %	90 %	80 %	100 %	90 %	80 %
Sojakuchen	14	13	12	12	12	12
Maiskleber	5	2,5	-	-	-	-
Sonnenblumenkuchen 46 %	25	23,5	22	15	12,5	10
Sonnenblumenkuchen 38 %	-	-	-	10	10	10
Erbsenproteinkonzentrat	10	8,5	7	7,5	6	4,5
Rapskernkuchen	10	8,5	7	10	9	8
Mais	6,9	10,8	14,7	13	15,1	17,3
Weizen	4	8	12	13,2	16,2	19,2
Hafer	10	10	10	10	11	12
Grieskleie	5	5	5	-	-	-
Grascobs	5	5	5	-	-	-
Vormischung	1	1	1	1	1	1
Calciumcarbonat	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Monocalciumphosphat	2,4	2,5	2,6	1,6	1,7	1,8
Natriumchlorid	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
EcoVit R	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05

Der Gesundheitszustand der Tiere wurde täglich überprüft, einschließlich Verhaltensauffälligkeiten, und die Tiere wurden bei Bedarf behandelt. Die Mortalität wurde täglich erfasst. Als Einstreumaterial wurde Holzspäne verwendet. Wasser und Futter standen ad libitum zur Verfügung. Wasser stand immer über höhenverstellbare Pendeltränken zur Verfügung, die sich dem Wachstum der Puten anpassten. Die Futterpellets wurden in ebenfalls höhenverstellbaren Futterspendern bereitgestellt. In der ersten Woche wurden zusätzlich gecrackte Pellets auf Futtertellern und Eierschalen angeboten. Ab dem siebten Tag wurden zweimal wöchentlich 150 g Grit pro Stall eingestreut.

Die Lichtdauer wurde von Tag 1 (23 h Licht) auf Tag 7 (16 h Licht) reduziert und danach konstant bei 16 h Licht und 8 h Dunkelheit gehalten. Das Temperaturregime begann bei 36°C und wurde bis zum 28. Tag konstant auf 22°C gesenkt.

Während der ersten 28 Tage wurden Wärmelampen installiert. Die Tiere wurden gegen Newcastle Disease, Turkey Rhinotracheitis und Haemorrhagische Enteritis geimpft.

In P I und P II wurden die Tiere alle zwei Wochen einzeln gewogen. Abteilbezogen wurde jede Woche das Futter gewogen und frisches Futter gegeben.

4.2.1.2 Ergebnisse

Die Analyse der verwendeten Futtermittel und ihrer Inhaltsstoffe zeigte, dass der berechnete Energiegehalt der Futtermittel geringfügig von dem geplanten Energiegehalt der Futtermittel abwich, die angestrebten Werte jedoch mit einer geringen Abweichung erreicht wurden. Der erwartete Methioningehalt reichte von 6,0 g Met/kg Futter (100 %) bis 4,7 g Met/kg Futter (80 %) in P I. Die gewünschten Werte wurden fast genau erreicht. Der erwartete Lysingehalt reichte von 16,5 g Lys/kg Futter (100 %) bis 13,2 g Lys/kg Futter (80 %) in P I. Die gewünschten Werte wurden auch hier fast genau erreicht. Aufgrund dieser geringen Abweichungen konnten die geplanten Aminosäuren-Abstufungen gut abgebildet werden.

Die Mortalität lag mit 0,97 % bis zum Ende der zweiten Fütterungsphase auf einem niedrigen Niveau. Der Genotyp zeigte den größten Einfluss auf die Futteraufnahme zugunsten von B.U.T. 6 (Tabelle 6). Bei der Aufzucht der Hennen gab es keine Unterschiede zwischen den beiden Standorten. Die Fütterungsgruppen unterschieden sich signifikant ($p < 0,001$) entsprechend ihrer Aminosäuren-Versorgung. In P I zeigten die 80%-Fütterungsgruppen (F 3 + 4) die niedrigste und die 100%-Fütterungsgruppen (F 1) die höchste Futteraufnahme. In P II unterschieden sich alle vier Gruppen signifikant.

Tabelle 6: Durchschnittliche Futteraufnahme (g, bzw. kg), Lebendmasse (g, bzw. kg) und durchschnittlicher Futteraufwand (kg Futter/kg Lebendmassezuwachs) von langsam und schnell wachsenden weiblichen Puten (G) in der Aufzucht (Phasen 1 und 2; PI, PII) bei unterschiedlicher Fütterungsintensität (F) und ökologischer Haltung (LS-Means \pm SE)

	Genotyp (G)		Konzentratfütterung (F) ¹				F-Werte p ²		
	Auburn	B.U.T.	1	2	3	4	G	F	G*F
KF- Aufnahme	1207	1443	1460 ^a	1384 ^b	1229 ^c	1228 ^c	304	70,4	5,42
P I (Tag 1-28; g)	9,28	9,88	14,8	13,1	13,1	13,1	<0,001	<0,001	0,001
KF- Aufnahme	3828	4917	4626 ^a	4445 ^b	4273 ^c	4145 ^d	452	15,8	3,74
P II (Tag 29-56; g)	35,1	37,3	55,8	49,6	49,6	49,6	<0,001	<0,001	0,019
Lebendmasse	843	1034	1029 ^a	986 ^b	872 ^c	865 ^c	421	76,2	10,5
P I (Tag 28; g)	6,37	6,78	10,1	9,01	9,01	9,01	<0,001	<0,001	<0,001
Lebendmasse	2868	3783	3546 ^a	3421 ^b	3245 ^c	3087 ^d	743	34,6	5,15
P II (Tag 56; g)	23,0	24,5	36,6	32,5	32,5	32,5	<0,001	<0,001	0,131
KF- Verbrauch									
pro kg Zuwachs	1,54	1,48	1,51	1,50	1,51	1,52	21,4	0,86	1,70
P I (Tag 1-28; kg/kg)	0,008	0,009	0,013	0,012	0,012	0,012	<0,001	0,473	0,184
KF- Verbrauch									
pro kg Zuwachs	1,89	1,79	1,84 ^{ab}	1,84 ^{ab}	1,81 ^a	1,84 ^b	84,2	5,85	0,63
P II (Tag 29-56; kg/kg)	0,008	0,008	0,012	0,011	0,011	0,011	<0,001	0,002	0,598

¹Fütterungsgruppen siehe Tabelle 3; ² Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Futterraufnahme unterschied sich zugunsten der B.U.T. 6 zwischen den beiden Genotypen ($p < 0,001$), während sich die beiden Standorte nicht unterschieden. Die Auburn erreichten am Ende der Aufzucht (8. Woche) 75,8% der Lebendmasse der B.U.T. 6. Die besser versorgten Futtergruppen wiesen bereits nach P I signifikant höhere Gewichte auf. Es ergeben sich die erwarteten Abstufungen in der Lebendgewichtsentwicklung (P II: $F 1 > F 2 > F 3 > F 4$). Diese Gewichtsunterschiede konnten bereits am 14. Lebenstag statistisch nachgewiesen werden ($p = < 0,001$).

4.2.1.3 Fazit

Mit zunehmender Mastdauer vergrößerten sich die Gewichtsunterschiede zwischen den beiden Genotypen zugunsten des von B.U.T. 6. B.U.T. 6 zeigte eine abgestufte Lebendgewichtsentwicklung in Abhängigkeit von der Fütterungsintensität. Ein Vergleich mit Literaturdaten aus der konventionellen Putenhaltung zeigt ähnliche Gewichtsverläufe. Die für die beiden genetischen Herkünfte erhaltenen Daten liegen bei der Futterraufnahme und der Lebendgewichtsentwicklung auf oder über dem Niveau der Ziele des Zuchtunternehmens. Für die B.U.T. 6 Puten-Hennen wird ein Gewicht von 3,88 kg mit 8 Wochen angegeben (Aviagen Turkeys, 2018). Beim Genotyp Auburn wird ein 10-Wochen-Gewicht von 2,0 kg beschrieben (Alpers, 2017). Die stark mit EAS angereicherten Futtermittel liegen offenbar über dem Bedarf des langsamer wachsenden Auburn-Genotyps. Dies zeigt sich an der durchweg schlechteren Futterverwertung im Vergleich zu den anderen Fütterungsgruppen. Grundsätzlich konnten die Abstufungen entsprechend der Fütterungsintensitäten auch in der alternativen genetischen Herkunft erkannt werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann gefolgert werden, dass weibliche Tiere der alternativen, langsamer wachsenden Putengenetik Auburn sowie des schneller wachsenden und schweren Genotyps B.U.T. 6 bei einer Fütterung mit 100 % der empfohlenen Aminosäuregehalte (auch in der anspruchsvollen Aufzucht) mit hochwertigen Eiweißfuttermitteln unter ökologischen Bedingungen bei gutem Management so aufgezogen und gemästet werden können, dass eine gute Mastleistung erreicht wird.

Die konventionellen Empfehlungen gelten für schnell wachsende Puten im konventionellen Haltungssystem. Eine direkte Anwendung dieser Empfehlungen auf Bio-Puten oder langsamer wachsende Linien ist nicht ratsam. Ein geringerer Energiegehalt im Vergleich zu den konventionellen Empfehlungen und ein geringeres Verhältnis von Aminosäuren zu AME_N ist möglich. Eine genaue Berechnung der Futterrationen unter Berücksichtigung der Bedürfnisse des jeweiligen Alters und des jeweiligen Genotyps ist unerlässlich.

4.2.2 Hirseversuch

4.2.2.1 Fragestellung

Der Hirseanbau in Mitteleuropa könnte aufgrund des sich abzeichnenden Klimawandels stark an Bedeutung gewinnen. Aus landwirtschaftlicher Sicht am Bedeutendsten sind dabei die Arten *Sorghum bicolor* (Sorghum-Hirse) und *Panicum miliaceum* (Rispenhirse).

Rispenhirse liefert zwar deutlich niedrigere Hektarerträge als Sorghum-Hirse; dafür zeichnet sie sich durch eine kürzere Vegetationsdauer sowie höhere Rohprotein- und Methioninkonzentrationen (3,5 g/kg) aus (Vogt-Kaute, 2022). Untersuchungen von Ritteser und Grashorn (2015) weisen zudem auf eine sehr hohe praecaecale Methioninverdaulichkeit (> 90 %) bei älteren Masthühnern hin. Neuere Untersuchungen zum Hirseeinsatz in der Masthühner- (Puntigam et al. 2020) und Legehennenfütterung (Vogt-Kaute, 2022) bestätigen die gute Eignung als Komponenten in Hühneralleinfuttermischungen. Mit der vorliegenden Studie sollte die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf die ökologische Putenmast überprüft werden.

4.2.2.2 Tiere, Material und Methoden

Der Fütterungsversuch fand im Zeitraum Oktober bis Dezember 2021 am Standort Kitzingen statt. Es standen 24 Abteile zur Verfügung, die abwechselnd mit acht Wochen alten B.U.T. 6 oder Auburn-Putenhennen belegt waren (à 13 bzw. 14 Tiere). Die Tiere wurden als Eintagsküken zugekauft und mit ökokonformen Alleinfuttermischungen aufgezogen. Jede Versuchsvariante wurde in drei Wiederholungen getestet. Um den Effekt der Hirsebeifütterung besser verifizieren zu können, wurde den Tieren kein Auslauf gewährt und es erfolgte keine Raufuttergabe.

Die ökologisch erzeugte Rispenhirse (Sorte: Wodka, gelbschalig) stammte von einem bayerischen Betrieb und war nicht geschält. Relevante Inhaltsstoffe und die Schätzung des energetischen Futterwertes sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Wertbestimmende Inhaltsstoffe (in g/kg bzw. MJ AME_N/kg) der eingesetzten Rispenhirse (Sorte: Wodka), jeweils bezogen auf Originalsubstanz

TM	XA	XF	XL	XP	Lys	Met	Cys	Thr	Stärke	Zucker	AME _N
860	26	93	40	121	2,2	3,3	2,1	3,7	532	11	10,0

Die im Versuch eingesetzten, pelletierten Alleinfuttermischungen unterschieden sich in erster Linie im Rispenhirse-Mischungsanteil (0 % = Kontrolle, 7,5 %, 15,0 % und 22,5 % (Tabelle 8) und wurden über zwei Mastabschnitte (P 3 = 56. bis 84. Tag, P 4 = 85. bis 112. Tag) getestet. Die Herstellung erfolgte in einem kommerziellen Mischfutterwerk.

Tabelle 8: Zusammensetzung der Alleinfuttermischungen (in %) sowie die geplanten Zielwerte hinsichtlich Energie (MJ AME_N/kg), Lysin und Methionin (g/kg)

Parameter	Phase 3 (56.-84. Tag)				Phase 4 (85.-112. Tag)			
	0 %	7,5 %	15 %	22,5 %	0 %	7,5 %	15 %	22,5 %
A-Rispenhirse ¹	--	7,5	15,0	22,5	--	7,5	15,0	22,5
A-Sojakuchen	13,5	13,5	13,5	13,5	12,0	12,0	12,0	12,0
A-So-blü-kuchen ²	21,0	18,5	16,0	13,5	13,0	11,0	9,0	7,0
A-Erbsen	15,0	18,0	21,0	24,0	10,0	13,5	17,0	20,5
A-Rapskuchen	7,5	7,5	7,5	7,5	5,0	5,0	5,0	5,0
A-Mais	16,9	13,6	10,5	7,2	28,4	24,1	19,9	15,7
A-Weizen	18,0	13,0	8,0	3,0	25,0	20,0	15,0	10,0
A-Melasse	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
A-Sojaöl	2,1	2,3	2,5	2,7	1,2	1,4	1,6	1,8
Mineralfutter	3,5	3,6	3,5	3,6	2,9	3,1	3,1	3,1
AME _N	12,0				12,4			
Lysin ³	10,4				8,4			
Methionin ³	4,0				3,3			

¹ Sorte Wodka, ungeschält ²Sonnenblumenkuchen aus geschälter Saat, 36 % XP ³entspricht ca. 90 % der Aviagen-Empfehlungen (2015) für B.U.T. 6-Puten im jeweiligen Altersabschnitt

In Abhängigkeit der Rispenhirseanteile konnten die Komponenten Sonnenblumenkuchen (geschält), Mais und Weizen schrittweise in den Mischungsanteilen reduziert werden, wohingegen der Anteil an Erbsen, Sojaöl und Monocalciumphosphat anstieg.

4.2.2.3 Ergebnisse

In Tabelle 9 sind auszugsweise relevante Analyseergebnisse der Futtermischungen ausgewiesen. Während die Varianten mit Rispenhirse innerhalb der jeweiligen Phase sehr ähnliche Werte aufweisen, fallen die Gehalte bei den Kontroll-Mischungen in beiden Phasen etwas höher aus. Die Lysinkonzentration stimmt gut mit den Planungen überein. Methionin ist in den Versuchsmischungen tendenziell niedriger als geplant. Das Energieniveau in der Phase 4 durchgängig erhöht.

Tabelle 9: Analyisierte Inhaltsstoffe (g/kg) und kalkulierte Energiegehalte (MJ AME_N/kg) der im Fütterungsversuch eingesetzten Alleinfuttermischungen

Parameter	Phase 3 (56.-84. Tag)				Phase 4 (85.-112. Tag)			
	0 %	7,5 %	15 %	22,5 %	0 %	7,5 %	15 %	22,5 %
Trockenmasse	891	889	889	883	888	886	879	882
Rohprotein	222	208	204	202	188	171	167	171
Lysin	11,0	10,2	10,5	10,2	8,7	8,3	8,1	8,7
Methionin	4,0	3,6	3,6	3,5	3,0	2,9	2,9	2,9
AME _N	12,5	12,2	12,1	12,0	13,1	13,1	12,7	12,7

Insgesamt verlief der Versuch störungsfrei (Verluste: Auburn 3,6 %, B.U.T. 2,5 %). Signifikante Unterschiede zeigten sich bei den wesentlichen Merkmalen lediglich hinsichtlich Genetik, nicht jedoch in Bezug auf den Rispenhirse-Anteil (Tabelle 10).

Tabelle 10: Durchschnittliche Futtermittelverbräuche (g/Tier und Tag), Lebendgewichte (kg/Tier), Futteraufwand (kg Futter/kg Zuwachs) und ausgewählte Schlachtleistungsdaten (113. Tag), ausgewiesen als LS-Means mit Standardfehler

Parameter	Genotyp (G)		Rispenhirse-Anteil (RH)				F-Werte	
	Auburn	B.U.T.6	in %				p*	
			0	7,5	15	22,5	G	RH
Futtermittelverbrauch	296 ^b	383 ^a	343	335	335	345	102	0,36
P3, 56.-84. Tag	±6,0	±6,0	±8,5	±8,5	±8,5	±8,5	<,0001	0,7812
Futtermittelverbrauch	350 ^b	523 ^a	433	441	442	430	222	0,26
P4, 85.-112. Tag	±8,2	±8,2	±11,6	±11,6	±11,6	±11,6	<,0001	0,8536
Startgewicht	2,92 ^b	3,81 ^a	3,38	3,35	3,37	3,37	2936	0,42
(56. Tag)	±0,01	±0,01	±0,02	±0,02	±0,02	±0,02	<,0001	0,7415
Gewicht nach	5,65 ^b	7,96 ^a	6,85	6,76	6,83	6,77	1033	0,38
P3 (84. Tag)	±0,05	±0,05	±0,07	±0,07	±0,07	±0,07	<,0001	0,7695
Gewicht nach	7,94 ^b	12,01 ^a	10,02	10,04	10,00	9,84	4994	2,61
P4 (112. Tag)	±0,04	±0,04	±0,06	±0,06	±0,06	±0,06	<,0001	0,0811
Futteraufwand	3,04 ^a	2,59 ^b	2,83	2,78	2,74	2,91	24,27	0,64
P3 (kg/kg)	±0,07	±0,07	±0,09	±0,09	±0,09	±0,09	<,0001	0,6014
Futteraufwand	4,30 ^a	3,62 ^b	3,93	3,91	3,99	4,02	15,16	0,09
P4 (kg/kg)	±0,12	±0,12	±0,18	±0,18	±0,18	±0,18	0,0010	0,9671
Schlachtgewicht	6,32 ^b	9,82 ^a	8,11	8,14	8,07	7,97	3350	1,63
	±0,04	±0,04	±0,06	±0,06	±0,06	±0,06	<,0001	0,1916
Brust ohne Haut	1,98 ^b	3,08 ^a	2,55	2,59	2,51	2,48	768	1,53
	±0,03	±0,03	±0,04	±0,04	±0,04	±0,04	<,0001	0,2142

* Kennzeichnung signifikanter Unterschiede durch unterschiedliche Hochbuchstaben ab $p < 0,05$

Genotyp-Futtermittelvarianten-Interaktionen konnten nicht nachgewiesen werden. Das Kontrollfutter wie auch das Futter der Versuchsvarianten wurden sehr gut akzeptiert. Der Futtermittelverbrauch lag für die B.U.T. 6-Tiere in der P3 ca. 19 % über der Aviagen-Referenz (2020a) und in der P4 sogar 25 % höher. Die höhere Futteraufnahme führte zu überdurchschnittlichen Lebendgewichten zum Versuchsende am 112. Tag (Aviagen-Referenzwerte (2020a&b) vs. erzielte Gewichte: Auburn 7,02 vs. 7,94 kg; B.U.T. 11,29 vs. 12,01 kg). Der Futteraufwand je kg Zuwachs war bei den Auburn-Tieren signifikant höher, ebenso die Schlachtkörpergewichte und das Gewicht des Brustmuskels. Der Anteil des

Brustmuskels am Schlachtkörper war jedoch zwischen den Genetiken fast identisch (Auburn 31,3 %, B.U.T. 31,4 %).

4.2.2.4 Fazit

Die Absenkung der Energie- und Aminosäurekonzentrationen in den Futtermischungen gegenüber den (konventionellen) Versorgungsempfehlungen nach Aviagen (2015) führte zu einem deutlich erhöhten Futtermittelverbrauch. Dieser konnte – zumindest teilweise und unabhängig vom Rispenhirseanteil – in erhöhte tierische Leistungen überführt werden. Es zeigte sich, dass auch mit ökokonformen Futtermischungen sehr hohe Leistungen erzielt werden können. Der Futteraufwand je kg Zuwachs war bei den B.U.T. 6-Hennen nur um 0,2 kg (P3) bzw. 0,4 kg (P4) höher als in der Aviagen-Referenz (2020a) angegeben. Die ansteigenden Rohfasergehalte in den Mischungen in Abhängigkeit des Rispenhirseanteils hatten keine negativen Effekte.

Die Versuchsergebnisse legen nahe, dass noch höhere Einsatzraten an Rispenhirse ohne Leistungsdepressionen möglich wären. Hierbei sollte aber auch bedacht werden, dass durch den Hirseeinsatz nicht nur methioninreiche Eiweißfuttermittel verdrängt werden, sondern auch durchaus gut verfügbare heimische Futtermittel wie Weizen, Triticale und Mais. Außerdem ist die Verfügbarkeit heimischer Körnerleguminosen durchaus begrenzt.

Der Einsatz von Rispenhirse ist in der ökologischen Putenmast bis zu 22,5 % Mischungsanteil ohne Leistungseinbußen möglich. Dadurch ergeben sich verbesserte Einsatzmöglichkeiten für betriebseigene Körnerleguminosen. Die Anteile importierter, methioninreicher Eiweißfuttermittel (Sonnenblumen- oder/und Rapskuchen) können reduziert werden. Einsatzempfehlungen im Bereich 10-20 % erscheinen im Gesamtkontext als sinnvoll.

4.3 Leistungsversuch I Hähne

4.3.1 Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale

4.3.1.1 Tiere, Material und Methoden

Für den Mastversuch wurden 1344 männliche Eintagsküken der schnell wachsenden Herkunft B.U.T. 6 (Aviagen 2018) und der langsam wachsenden Linie Auburn (Aviagen 2020) eingestallt. Die Hähne wurden in fünf Phasen zu je vier Wochen mit nährstoffangepassten Alleinfuttermischungen bis zum Mastende in der 19. Woche gehalten. Hierbei wurden die Phasen 1 und 2 als Aufzucht und die Phasen 3 bis 5 als Mast definiert. Als Haltungssysteme wurden sowohl die Feststallhaltung (mit ausschließlicher Kraftfuttermittelversorgung) als auch eine Stallhaltung mit zusätzlicher Vorlage von Grünfuttersilage und die Mobilstallhaltung (mit Grünauslauf) in die Untersuchungen einbezogen. Es wurden vier verschiedene Fütterungsstrategien, respektive Fütterungsgruppen betrachtet, die unterschiedlich ausgestattete Futtermischungen aufwiesen. Die Futtermischungen enthielten durchgängig abgesenkte AMEN- und abgestufte Aminosäuregehalte (Tabelle 11). In Tabelle 12 sind die entsprechenden Gehalte

an Lysin und Methionin gezeigt. Alle Fütterungsgruppen erhielten in der jeweiligen Phase isoenergetische Mischungen.

Die Futtermischungen entsprachen hinsichtlich der Rohstoffauswahl jeweils den Vorgaben einer 100 % Bio-Fütterung. Als Eiweißfuttermittel wurden folgende Rohstoffe eingesetzt: Erbsenproteinkonzentrat (78% XP), Erbsen (18% XP), Rapskernkuchen (29% XP), Rapskuchen (27% XP), Sonnenblumenkuchen (45% XP), Sonnenblumenkuchen (38% XP), Sonnenblumenkuchen (30% XP) sowie Sojakuchen (42% XP) und Maiskleber (60% XP). Hierbei kamen die Produkte einer Rohstoffgruppe (z.B. Erbsenproteinkonzentrat und Erbsen) mit erhöhtem XP-Gehalt (respektive Aminosäuregehalt) in der ersten Aufzuchtphase zum Einsatz. Sie wurden in der zweiten Aufzuchtphase und in den anschließenden Mastphasen schrittweise durch die entsprechenden Rohstoffe mit geringerem XP-Gehalt ersetzt.

Tabelle 11: Fütterungsplan für die vier Fütterungsgruppen und den fünf Fütterungsphasen¹

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Gruppe 1	100%	100%	100%	100%	90%
Gruppe 2	90%	90%	100%	100%	90%
Gruppe 3	80%	90%	90%	100%	90%
Gruppe 4	80%	80%	90%	90%	90%

¹Verhältnis Lysin bzw. Methionin : AME_N (g/MJ) nach den Empfehlungen von Aviagen (Aviagen 2015)

Tabelle 12: Lysin / Methionin-Gehalte (kalkuliert) in den vier Fütterungsgruppen und den fünf Fütterungsphasen

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
Gruppe F1	(1,67/0,59)	(1,38/0,51)	(1,16/0,44)	(0,94/0,37)	(0,72/0,30)
Gruppe F2	(1,50/0,53)	(1,24/0,46)	(1,16/0,44)	(0,94/0,37)	(0,72/0,30)
Gruppe F3	(1,34/0,47)	(1,24/0,46)	(1,04/0,40)	(0,94/0,37)	(0,72/0,30)
Gruppe F4	(1,34/0,47)	(1,10/0,41)	(1,04/0,40)	(0,85/0,33)	(0,72/0,30)

4.3.1.2 Ergebnisse

Der Versuch verlief störungsfrei. Es traten vergleichsweise geringe Verluste auf (durchschnittlich 7,7%). Für die Auburn-Tiere konnte im Vergleich zu den B.U.T. 6-Hähnen eine statistisch gesicherte, geringere Verlustrate ermittelt werden (4,7% versus 9,9%).

Die in den Versuchen erzielten Leistungen lagen durchgehend auf einem hohen Niveau. Zwischen den Genotypen konnten hinsichtlich aller relevanten Merkmale statistisch gesicherte Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 13). So erreichten die B.U.T. 6-Hähne am Ende der 19. Woche ein Mastendgewicht von 19,8 kg, während die Hähne der Linie Auburn 14,0 kg erzielten. Die relativen Anteile (%) wertvoller Teilstücke am Schlachtkörper lagen für die beiden Genotypen aber auf gleichem Niveau (Tabelle 14).

Für die untersuchten Haltungssysteme zeigten sich ebenfalls gerichtete Unterschiede. Hähne, die ab der Phase 3 in Mobilställen gehalten wurden, erzielten höhere Endgewichte und wiesen gegenüber den Tieren mit durchgehender Stallhaltung und ausschließlicher Kraftfuttermittellieferung verbesserte Schlachtkörpermerkmale auf (Tabelle 14).

Zwischen den verschiedenen Fütterungsgruppen zeigten sich ebenfalls gerichtete Unterschiede für die untersuchten Merkmale. Am Ende der Aufzucht rangierten die Aufzuchtgewichte (56. Lebenstag) der vier Konzentratfütterungsgruppen in direkter Abhängigkeit der Aminosäureversorgung (Tabelle 13). In der anschließenden Mast glichen sich die Lebendmassen zwischen den Gruppen an. Tiere, die durchgehend auf einem hohen Niveau (100%) mit EAS versorgt wurden (Gruppe 1), zeigten gegenüber den Hähnen der Gruppe 3, welche zunächst lediglich 80% (Phase 1) bzw. 90% (Phasen 2 und 3) dieses Versorgungsniveaus erhielten, keine Unterschiede im Mastendgewicht, dem Schlachtkörpergewicht und dem Brustgewicht.

Tabelle 13: Durchschnittliche Krafftutteraufnahme (KF, kg/Tier), Lebendmasseentwicklung (kg/Tier) und Krafftutterverbrauch pro kg Zuwachs (KF, kg/kg) von langsam und schnell wachsenden männlichen Mastputen (G) in der Aufzucht (Phasen I und II) und der Mast (Phasen III bis V) bei unterschiedlicher Haltung (H) und Konzentratfütterungsstrategie (F) (LS-Means ± SE)

Merkmal	Genotyp (G)		Haltung (H) ¹			Fütterungsgruppe (F) ²				F-Werte P ³				
	Auburn	B.U.T.	1	2	3	1	2	3	4	G	H	F	G*H	G*F
KF- Aufnahme P I-V (Tag 1-133; kg)	38,7 0,236	52,2 0,227	46,8 ^a 0,278	43,4 ^b 0,285	46,1 ^a 0,285	46,2 ^a 0,321	46,4 ^a 0,344	45,5 ^a 0,321	43,7 ^b 0,321	1699 <0,001	38,6 <0,001	14,5 <0,001	3,42 0,040	5,03 0,004
Lebendmasse P II (Tag 56; kg)	3,75 0,026	4,86 0,026	4,21 0,026	4,40 0,026	---	4,62 ^a 0,037	4,41 ^b 0,037	4,23 ^c 0,037	3,96 ^d 0,037	904 <0,001	26,1 <0,001	57,3 <0,001	---	8,20 <0,001
Lebendmasse P V (Tag 133; kg)	14,0 0,070	19,8 0,067	16,6 ^b 0,082	16,7 ^b 0,084	17,3 ^a 0,084	17,1 ^a 0,095	17,1 ^a 0,102	16,9 ^a 0,095	16,5 ^b 0,095	3565 <0,001	23,3 <0,001	7,87 <0,001	1,72 0,188	1,95 0,131
KF- Verbrauch pro kg Zuwachs P I-V (Tag 1-133; kg/kg)	2,78 0,012	2,65 0,011	2,84 ^c 0,014	2,62 ^a 0,014	2,68 ^b 0,014	2,73 ^b 0,016	2,73 ^b 0,017	2,72 ^b 0,016	2,67 ^a 0,016	61,4 <0,001	66,6 <0,001	3,26 0,028	3,52 0,036	1,39 0,254

¹"1" = Feststall, ausschließlich Konzentratfütterung; "2" = Feststall, Konzentratfutter mit Silage-Beifütterung ab P III; "3" = Mobilstall, Konzentratfutter mit Grünauslauf; ²Fütterungsgruppen; ³ Irrtumswahrscheinlichkeit

Tabelle 14: Schlachtkörpergewichte (kg/Tier), Anteile (in %) an wertvollen Teilstücken und Abdominalfettgehalte (%) in Schlachtkörpern von langsam und schnell wachsenden männlichen Mastputen (G) zum Mastende (19. Woche = 134. Lebenstag) bei unterschiedlicher Haltung (H) und Konzentratfütterungsstrategie (F) (LS-Means ± SE)

Merkmal	Genotyp (G)		Haltung (H) ¹			Konzentratfütterung (F) ²				F-Werte P ³				
	Auburn	B.U.T.	1	2	3	1	2	3	4	G	H	F	G*H	G*F
Schlachtkörpergewicht (kalt, kg)	11,1 <i>0,111</i>	15,4 <i>0,107</i>	12,7 ^c <i>0,131</i>	13,3 ^b <i>0,134</i>	13,8 ^a <i>0,134</i>	13,4 <i>0,154</i>	13,4 <i>0,162</i>	13,3 <i>0,151</i>	12,9 <i>0,151</i>	796 <,001	17,8 <,001	2,75 0,051	1,01 0,371	2,50 0,069
Schlacht-Ausbeute (%)	81,6 <i>0,235</i>	82,0 <i>0,227</i>	79,6 ^b <i>0,277</i>	83,3 ^a <i>0,284</i>	82,5 ^a <i>0,284</i>	82,0 <i>0,320</i>	82,3 <i>0,343</i>	82,0 <i>0,320</i>	81,1 <i>0,320</i>	1,46 0,231	49,02 <,001	2,51 0,067	1,03 0,362	0,46 0,709
Brustmuskel (%)	31,3 <i>0,280</i>	31,7 <i>0,270</i>	32,4 ^a <i>0,331</i>	30,0 ^b <i>0,339</i>	32,1 ^a <i>0,339</i>	31,8 <i>0,382</i>	31,3 <i>0,409</i>	31,9 <i>0,382</i>	30,9 <i>0,382</i>	0,89 0,349	15,63 <,001	1,57 0,207	2,83 0,067	0,90 0,448
Oberkeule (%)	15,4 <i>0,144</i>	15,2 <i>0,139</i>	16,9 ^a <i>0,170</i>	14,8 ^b <i>0,174</i>	14,2 ^b <i>0,174</i>	15,4 <i>0,197</i>	15,3 <i>0,211</i>	15,4 <i>0,197</i>	15,1 <i>0,197</i>	0,66 0,419	57,36 <,001	0,53 0,664	2,65 0,079	0,04 0,991
Unterkeule (%)	11,8 <i>0,125</i>	12,5 <i>0,120</i>	12,7 ^a <i>0,147</i>	12,2 ^b <i>0,151</i>	11,6 ^c <i>0,151</i>	12,1 <i>0,170</i>	12,2 <i>0,182</i>	11,9 <i>0,170</i>	12,5 <i>0,170</i>	14,69 <,001	12,37 <,001	2,50 0,069	2,31 0,108	0,17 0,915
Flügel (%)	11,1 <i>0,074</i>	10,9 <i>0,072</i>	11,5 ^a <i>0,088</i>	10,8 ^b <i>0,090</i>	10,7 ^b <i>0,090</i>	10,9 <i>0,101</i>	11,0 <i>0,108</i>	11,0 <i>0,101</i>	11,1 <i>0,101</i>	4,00 0,050	20,07 <,001	0,89 0,450	1,99 0,146	0,73 0,537
Abdominalfett (%)	0,741 <i>0,041</i>	0,485 <i>0,040</i>	0,808 ^a <i>0,049</i>	0,656 ^b <i>0,045</i>	0,376 ^c <i>0,045</i>	0,691 <i>0,056</i>	0,603 <i>0,060</i>	0,601 <i>0,056</i>	0,557 <i>0,056</i>	20,14 <,001	19,70 <,001	1,00 0,400	1,49 0,234	0,23 0,877

¹"1" = Feststall, ausschließlich Konzentratfütterung; "2" = Feststall, Konzentratfutter mit Silage-Beifütterung ab P III; "3" = Mobilstall, Konzentratfutter mit Grünauslauf; ²Fütterungsgruppen, siehe Tabelle 1; ³ Irrtumswahrscheinlichkeit

4.3.1.3 Fazit

Wie auch im vorhergehenden Leistungsversuch mit Hennen, kann aus den vorliegenden Ergebnissen gefolgert werden, dass männliche und weibliche Tiere der alternativen, langsamer wachsenden Putengenetik Auburn sowie des schneller wachsenden und schweren Genotyps B.U.T. 6 bei einer Fütterung mit 100 % der empfohlenen Aminosäuregehalte (auch in der anspruchsvollen Aufzucht) mit hochwertigen Eiweißfuttermitteln unter ökologischen Bedingungen bei gutem Management so aufgezogen und gemästet werden können, dass eine gute Mast- und Schlachtleistung erreicht wird. Beide Genotypen sind auch für die extensive Haltung mit Grünauslauf geeignet. Die Unterschiede zwischen den Genotypen beschränken sich hauptsächlich auf das Lebendgewicht und die Wachstumsrate. Es gibt keine Unterschiede in den relativen Anteilen wertvoller Teilstücke (z.B. Brustfleischanteil) des Schlachtkörpers. Schnellwüchsige Herkünfte mit hohem Wachstumspotenzial und hoher Fleischleistung erfordern jedoch ein einwandfreies Management, um ihr Leistungspotenzial nutzen zu können. Die Bereitstellung von Grünfutter (Silage oder Grünauslauf) ermöglicht es Puten mit einer geringeren Aminosäuren-Versorgung, dieses Defizit über das Kraftfutter auszugleichen, ohne dass dies negative Auswirkungen auf die Zunahmen hat. Die konventionellen Empfehlungen gelten für schnell wachsende Puten im konventionellen Haltungssystem. Eine direkte Anwendung dieser Empfehlungen auf Bio-Puten oder langsamer wachsende Linien ist nicht ratsam. Ein geringerer Energiegehalt im Vergleich zu den konventionellen Empfehlungen und ein geringeres Verhältnis von Aminosäuren zu AME_N ist möglich.

Eine genaue Berechnung der Futterrationen unter Berücksichtigung der Bedürfnisse des jeweiligen Alters und des jeweiligen Genotyps ist unerlässlich. Um den Anforderungen in der ökologischen Tierhaltung gerecht zu werden, sind detaillierte Kenntnisse über die ernährungsphysiologische Zusammensetzung der Futtermittel notwendig. Um eine Versorgungsempfehlung auf Basis der verdaulichen Aminosäuren bis zum Ende des Dünndarms abgeben zu können, müssen weitere Betrachtungen (vor allem Verdaulichkeitsmessungen) des eingesetzten Futters durchgeführt werden.

Für männliche langsam und schnell wachsende Bio-Puten wird auf der Basis dieses Versuches die Fütterungsstrategie 3 empfohlen. Im Vergleich zu den intensiver aufgezogenen Tieren der Fütterungsstrategien 1 und 2 gab es keine weiteren Unterschiede in der Mastleistung (Futteraufnahme, Körpergewicht, FCR) und Schlachtleistung (Schlachtkörpergewicht, Brustmuskel, etc.) am Ende der Mast. Fütterungsstrategie 4 zeigte eine geringere Leistung in den betrachteten Merkmalen und auch höhere Tierverluste. Auch die Ressourceneffizienz und damit die ökologischen Auswirkungen sind bei eiweißarmer Fütterung höher, da Überschüsse vermieden werden können. Mit minimalem Ressourceneinsatz wurde also der Fleischertrag in der Fütterungsgruppe 3 optimiert.

4.3.2 Ganzkörperanalysen

4.3.2.1 Fragestellung

Mit der vorliegenden Studie sollte geprüft werden, ob und wie sich abgesenkte AME_N- und Aminosäuregehalte in Alleinfuttermischungen für die Aufzucht und Mast auf die Ganzkörperzusammensetzung von langsam oder schnell wachsenden Putenherkünften auswirken. Weitere Informationen befinden sich im Beitrag Kirn et al., 2024, Einfluss abgesenkter AME_N- und Aminosäuregehalte in Alleinfuttermischungen für Mastputen auf die Ganzkörperzusammensetzung von langsam oder schnell wachsenden Genotypen in der ökologischen Putenmast.

4.3.2.2 Tiere, Material und Methoden

Im Leistungsversuch 1 Hähne wurden Ganzkörperanalysen durchgeführt. Hierzu wurde zum jeweiligen Phasenende aus jedem Abteil ein Tier, welches mit seiner Lebendmasse dem Mittelwert des Abteils entsprach, entnommen. Die Tiere wurden tierschutzgerecht betäubt und getötet. Nach der Entnahme und der Entleerung des Verdauungstraktes erfolgte für die Leerkörper (mit zurückgeführtem Verdauungstrakt) das Autoklavieren und anschließende Homogenisieren (Kutter). Von jedem Ganzkörper wurde eine Teilprobe entnommen, gefriergetrocknet und vermahlen. Anschließend erfolgte für jede Probe die Trockensubstanzbestimmung und eine Nährstoffanalyse (Rohprotein, Rohfett, Rohasche). Insgesamt lagen von 120 Tieren (vier Proben wurden ausgeschlossen) Daten für eine statistische Auswertung vor. Es wurde mit der GLM-Prozedur (SAS 2004) 2-faktorielle Varianzanalysen mit den Faktoren «Genotyp» (G) und «Fütterung» (F) sowie der Interaktion G × F kalkuliert.

4.3.2.3 Ergebnisse

Zwischen den Genotypen konnten für die Merkmale Ganzkörperzuwachs (Frischmasse und Trockenmasse) sowohl am Ende der Aufzucht als auch zum Mastende statistisch gesicherte Unterschiede ermittelt werden. Die Tiere der Herkunft B.U.T.6 zeigten sich erwartungsgemäß den Auburn-Hähnen überlegen. Dagegen weisen die Auburn-Hähne nach der Aufzucht signifikant höhere Proteingehalte im Ganzkörper auf. Zum Mastende lassen sich die Unterschiede statistisch nicht mehr absichern. Für den Fettgehalt lassen sich nur tendenzielle Unterschiede zwischen den beiden Herkünften erkennen. Ein ausgeprägter Fütterungseinfluss auf den Ganzkörperzuwachs lässt sich nur für die Aufzucht feststellen. Die in der Aufzucht deutlich besser versorgten Tiere der Gruppe 1 zeigen sich der niedriger versorgten Gruppe 4 überlegen. Zum Ende der Mast nähern sich die Gruppen an. Es ist somit ein kompensatorischer Wachstumseffekt zu unterstellen.

In der Tabelle 15 sind der Nährstoff- und Energieansatz im Ganzkörperzuwachs (GK) sowie die Proteinverwertung dokumentiert. Erwartungsgemäß zeigen die B.U.T.-Hähne gegenüber den Auburn-Tieren sowohl in der Aufzucht als auch am Ende der Mast einen signifikant höheren Protein- und Fettansatz. Der Fettansatz liegt dabei jeweils deutlich unter dem Proteinansatz. Für das Merkmal Energieansatz pro kg Ganzkörperzuwachs zeigen sich weniger ausgeprägte Unterschiede zwischen den Genotypen. Am Ende der

Mast liegen die beiden Herkünfte praktisch auf gleichem Niveau. Hier spiegelt sich der in der Mast für beide Genotypen stark ansteigende Fettansatz wider. Die Proteinverwertung - dargestellt als prozentualer Proteinansatz im Verhältnis zur Proteinaufnahme - liegt insbesondere in der Aufzucht auf einem hohen Niveau. Die beiden Genotypen unterscheiden sich für dieses Merkmal weder in der Aufzucht noch am Ende der Mast voneinander.

Tabelle 15: Ganzkörperzuwachs (GK) und Nährstoffgehalte im GK von Putenhähnen am Ende der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler).

Merkmal	Genotyp (G)		Fütterung (F) ¹				F-Werte		
	Auburn	B.U.T. 6	1	2	3	4	P		
	G	F	G	F	G*F				
Ganzkörperzuwachs (P 2), kg FM	3,70 ^b	4,60 ^a	4,46 ^a	4,16 ^{ab}	4,15 ^{ab}	3,84 ^{b2}	47,0	3,5	0,9
	0,09	0,10	0,13	0,13	0,13	0,14	0,0001	0,043	0,460
Ganzkörperzuwachs (P 2), kg TM	1,27 ^b	1,52 ^a	1,54 ^a	1,37 ^b	1,35 ^b	1,31 ^b	22,3	3,5	1,9
	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,0003	0,041	0,182
Proteingehalt im GK (P 2), % in der TS	74,7 ^a	72,1 ^b	73,9	73,8	73,0	73,0	7,3	0,3	0,3
	0,67	0,71	0,95	0,95	0,95	1,06	0,016	0,849	0,803
Fettgehalt im GK (P 2), % in der TS	12,6	13,0	13,3	12,2	12,9	12,7	0,4	0,4	0,9
	0,50	0,53	0,70	0,70	0,70	0,79	0,519	0,732	0,481
Ganzkörperzuwachs (P 5), kg FM	13,31 ^b	19,04 ^a	16,28	16,47	16,14	15,81	553,7	1,3	0,2
	0,18	0,17	0,24	0,26	0,24	0,24	0,0001	0,318	0,874
Ganzkörperzuwachs (P 5), kg TM	3,57 ^b	5,37 ^a	4,58	4,46	4,45	4,40	95,3	0,2	0,2
	0,13	0,13	0,18	0,20	0,18	0,18	0,0001	0,908	0,921
Proteingehalt im GK (P 5), % in der TS	58,5	57,4	58,2	58,0	57,0	58,6	0,8	0,3	1,2
	0,93	0,87	1,23	1,38	1,23	1,23	0,381	0,801	0,335
Fettgehalt im GK (P 5), % in der TS	30,5	32,1	31,1	30,8	32,0	31,4	1,0	0,1	0,5
	1,19	1,12	1,58	1,77	1,58	1,58	0,345	0,957	0,722

¹Fütterungsgruppen: siehe Tabelle 1; ²Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen innerhalb der Faktoren „Genotyp“ bzw. „Fütterung“ signifikante Unterschiede zwischen den Untergruppen.

Der Proteinansatz unterliegt in der Aufzucht einem ausgeprägten Fütterungseinfluss und spiegelt die unterschiedliche Versorgung mit EAS wider (Tabelle 16). In der Mast verringern sich die Unterschiede. Auch für dieses Merkmal lässt sich der oben festgestellte kompensatorische Effekt bestätigen. Für den Fettansatz ist weder in der Aufzucht noch zum Ende der Mast ein Fütterungseinfluss erkennbar. Das Merkmal Proteinverwertung unterliegt in der Aufzucht einem ausgeprägten Fütterungseinfluss. So weist die knapp versorgte Gruppe 4 (80 %) mit 43 % einen signifikant höheren Wert auf als die Gruppe 1

(100 %), die nur bei 36,6 % liegt. Auch zum Ende der Mast zeigt die Gruppe 4 gegenüber der Gruppe 1 eine numerische Überlegenheit, allerdings ohne statistische Absicherung. Der Energieansatz unterliegt weder in der Aufzucht noch in der Mast einem gerichteten Fütterungseinfluss.

Tabelle 16: Nährstoff- und Energieansatz im Ganzkörperzuwachs (GK) sowie Proteinverwertung (Proteinansatz zu -aufnahme (%)) von Putenhähnen am Ende der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler).

Merkmal	Genotyp (G)		Fütterung (F) ¹				F-Werte		
	Auburn	B.U.T. 6	1	2	3	4	G	F	G*F
	P								
Proteinansatz (P 2), g	944 ^b 27	1100 ^a 29	1138 ^a 39	1008 ^b 39	988 ^b 39	954 ^{b2} 32	15,28 0,001	4,13 0,026	1,65 0,221
Fettansatz (P 2), g	160 ^b 9	199 ^a 10	208 13	168 13	175 13	167 14	8,97 0,009	2,19 0,131	1,99 0,159
Energieansatz (P 2), MJ/kg	22,75 ^a 0,120	22,31 ^b 0,127	22,87 0,170	22,40 0,170	22,48 0,170	22,38 0,190	6,39 0,023	1,80 0,190	0,90 0,462
Proteinverwertung (P 2), %	41,1 1,06	41,6 1,12	36,6 ^a 1,50	43,0 ^b 1,50	42,9 ^b 1,50	43,0 ^b 1,70	0,09 0,764	4,51 0,019	0,23 0,871
Proteinansatz (P 5), kg	2,10 ^f 0,10	3,08 ^a 0,09	2,67 0,13	2,60 0,14	2,53 0,13	2,55 0,13	55,67 0,0001	0,23 0,873	0,26 0,851
Fettansatz (P 5), kg	1,09 ^f 0,05	1,72 ^a 0,05	1,42 0,07	1,37 0,08	1,42 0,07	1,41 0,07	82,21 0,0001	0,12 0,947	0,72 0,557
Energieansatz (P 5), MJ/kg	26,02 0,285	26,37 0,268	26,16 0,380	26,00 0,424	26,24 0,380	26,38 0,380	0,83 0,377	0,15 0,926	0,30 0,824
Proteinverwertung (P 5), %	34,2 1,11	33,3 1,04	31,3 1,48	33,9 1,65	33,1 1,48	36,4 1,48	0,34 0,568	2,06 0,149	0,65 0,595

¹Fütterungsgruppen: siehe Tabelle 1; ²Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen innerhalb der Faktoren „Genotyp“ bzw. „Fütterung“ signifikante Unterschiede zwischen den Untergruppen.

4.3.2.4 Fazit

Putenhähne der schnell wachsenden Herkunft B.U.T.6 können auch unter den Bedingungen einer 100% Bio-Fütterung ihr genetisches Potential entfalten und zeigen sich im Ganzkörperzuwachs sowie im Proteinansatz der langsam wachsenden Herkunft Auburn deutlich überlegen.

Die Strategie abgesenkter AME_N- und Aminosäuregehalte in Alleinfuttermischungen kann sowohl für die Aufzuchtphasen als auch die Mastphasen erfolgreich praktiziert werden. Putenhähne, die in ihrer Aufzucht knapp mit EAS versorgt werden, können in den anschließenden Mastphasen Wachstumsrückstände aufholen. Diese Tiere zeigen zudem eine höhere Proteinverwertung.

4.3.3 Tierwohl

4.3.3.1 Tiere, Material und Methoden

Um das Wohlbefinden und die Gesundheit der Puten zu beurteilen, wurde am Ende Fütterungsphase 1 und 2 (Lebenswoche 4 und 8) eine Bewertung des Zustandes der Haut (Verletzungen und Fußballen), wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt, vorgenommen. Die Stichprobengröße war zufällig und betrug 5 - 10 Tiere pro Stall (abhängig von der Besatzdichte). Für die Betrachtung auf Einzeltierebene wurde nur ein Fuß, eine Körperseite oder ein Flügel pro Tier in die Bewertung einbezogen und immer der Teil mit der stärkeren Veränderung ausgewählt. Wenn die Fußballen verschmutzt waren, wurden sie gereinigt.

Tabelle 17: Bewertungsschema für Fußballengesundheit (Score 0 bis 4), Gefiederverschmutzung (Score 0 bis 3) an Brust/Flügel, Rücken und Bauch und Verletzungen an Hals/Rücken/Flügel bzw. Kopf/Stirnzapfen/Kehllappen (Score 1 bis 3)

Kriterium/Score	Definition
Fußballen¹	
0	Intakter Fußballen - intakter, weicher Fußballen - keine Schwellungen und Nekrosen
1	Geringgradige Pododermatitis - oberflächliche Abnutzungserscheinungen, Hronhautpapillen sind separiert und/oder leichte Schwellung des Fußballens und/oder kleine punktförmige Nekrosen an Fuß-/Zehenballen
2	Mittelgradige Pododermatitis - Schwellung des Fuß-/Zehenballens und Nekrosen am Fußballen ≤ 25 % und/oder Nekrosen am Zehenballen > punktförmig (1 befallenes Zehenglied)
3	Mittelgradige Pododermatitis - deutliche Schwellung des Fuß-/Zehenballens und Nekrosen am Fußballen > 25 % und ≤ 50 % und/oder Nekrosen am Zehenballen > punktförmig (2 befallene Zehenglieder)

4	Hochgradige Pododermatitis	- sehr starke Schwellung des Fußballens und/oder Nekrosen am Fußballen > 50 % und Nekrosen am Zehenballen > punktförmig (≥ 3 befallene Zehenglieder)
---	----------------------------	--

Gefiederverschmutzung²

0	sauber	Keine Verschmutzung
1	Leichte Verschmutzung	Verschmutzung des Gefieders ≤ 8 cm
2	Mittlere Verschmutzung	Verschmutzung des Gefieders > 8 cm und/oder Kotanhaftungen ≤ 8 cm
3	Starke Verschmutzung	Kotanhaftungen > 8 cm

Verletzungen an Hals/Rücken/Flügel

0	Intakte Haut	Keine Verletzungen
1	Geringgradige Verletzungen	Verletzungen < 2 cm
2	Mittelgradige Verletzungen	Verletzungen 2-8 cm
3	Hochgradige Verletzungen	Verletzungen > 8 cm

Verletzungen an Kopf/Stirnzapfen/Kehllappen

0	Intakte Haut	Keine Verletzungen
1	Geringgradige Verletzungen	Verletzungen < 0,5 cm und/oder Hämatome vorhanden und/oder Stirnzapfen < 25 % verletzt
2	Mittelgradige Verletzungen	Verletzungen 0,5 – 2 cm und/oder Hämatome vorhanden und/oder Stirnzapfen 25 - 50 % verletzt
3	Hochgradige Verletzungen	Verletzungen > 2 cm und/oder Hämatome vorhanden und/oder Stirnzapfen > 50 % verletzt

¹Schema nach Hocking et al. (2008), Definition nach Olschewsky (2019)

²Schema nach Welfare Quality® (2009), eigene Definition nach Schulze-Bisping (2015)

Verschmutzungen und Fußballenveränderungen lagen im Versuch als ordinal skalierte Merkmale vor. Zusätzlich wurde für jedes dieser Merkmale ein Gesamtscore aus den jeweiligen Einzelbereichen und deren Scores durch Addition gebildet (Schreiter et al. 2020b). Die in den grafischen Darstellungen dargestellten relativen Anteile pro Score entsprechen dem arithmetischen Mittel der jeweils einbezogenen Region.

4.3.3.2 Ergebnisse

Im Verlauf der Untersuchungsperiode stieg bei beiden Genetiken der Gefiederverschmutzungsgrad kontinuierlich an (Abbildung 1), wobei die Auburn-Tiere insgesamt eine geringere Gefiederverschmutzung zeigten. Im Vergleich der Haltungssysteme schnitt der Mobilstall am besten ab.

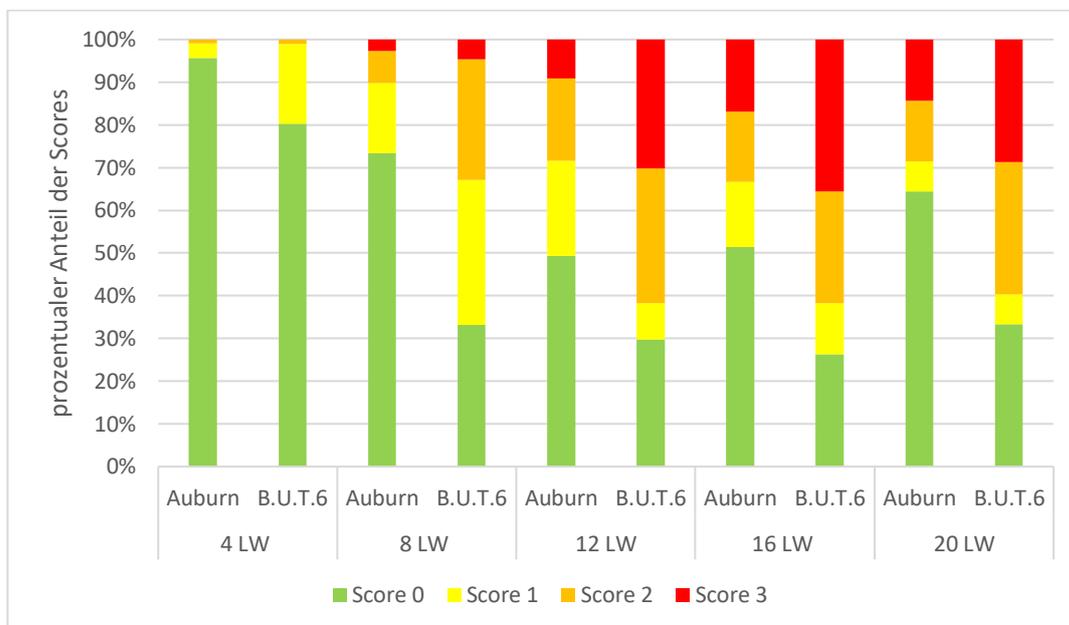


Abbildung 1: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für Gefiederverschmutzung im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche), aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend)

Der Anteil an Verletzungen stieg insbesondere am Ende der Mast von der 16. Zur 20. Lebenswoche an, wobei der Anteil des Score 3 bei beiden Genetiken unter 10 % lag (Abbildung 2). Tiere im Feststall mit Haltunganreicherung: zeigten weniger Verletzungen als Tiere in den beiden anderen Haltungssystemen.

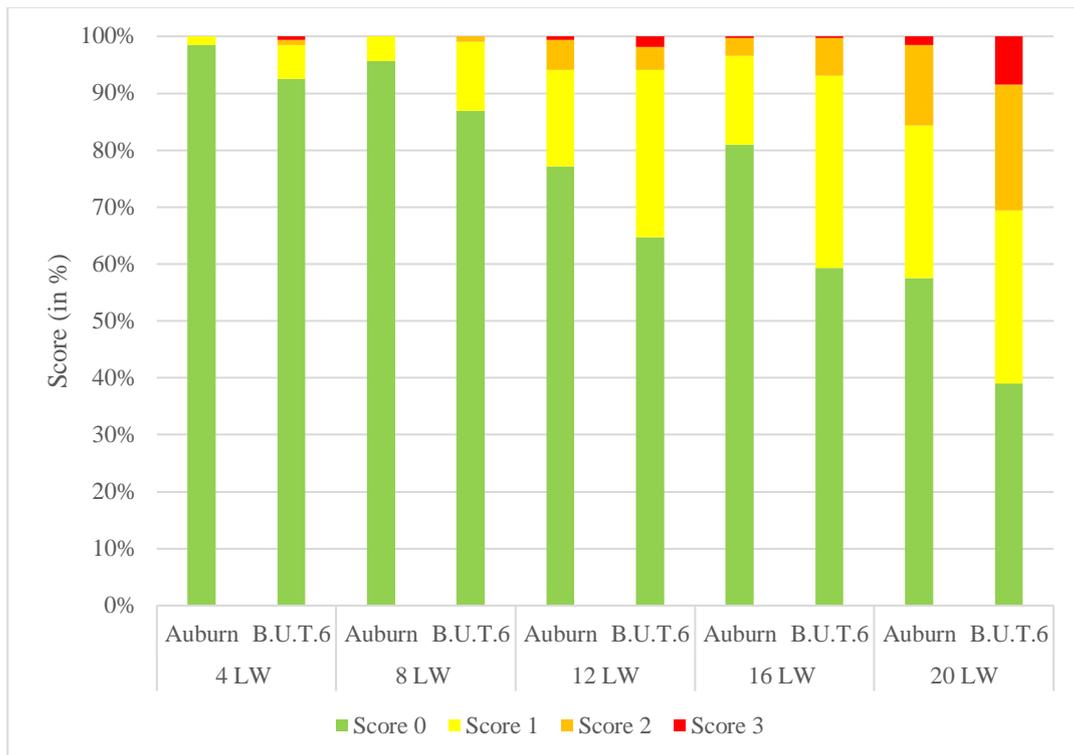


Abbildung 2: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verletzung) bis 3 (schwere Verletzung) für Verletzungen im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche), aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend)

Bereits nach der Aufzucht (8. Lebenswoche) zeigten 70 % der Tiere mindestens leichte Fußballenveränderungen (Abbildung 3 und Abbildung 4). Am Ende der Mast lag der Anteil an starken Fußballenveränderung bei der Genetik Auburn höher als bei B.U.T. 6. Tiere im Feststall ohne Haltungsanreicherung wiesen weniger Fußballenveränderungen auf als in den beiden anderen Haltungssystemen.

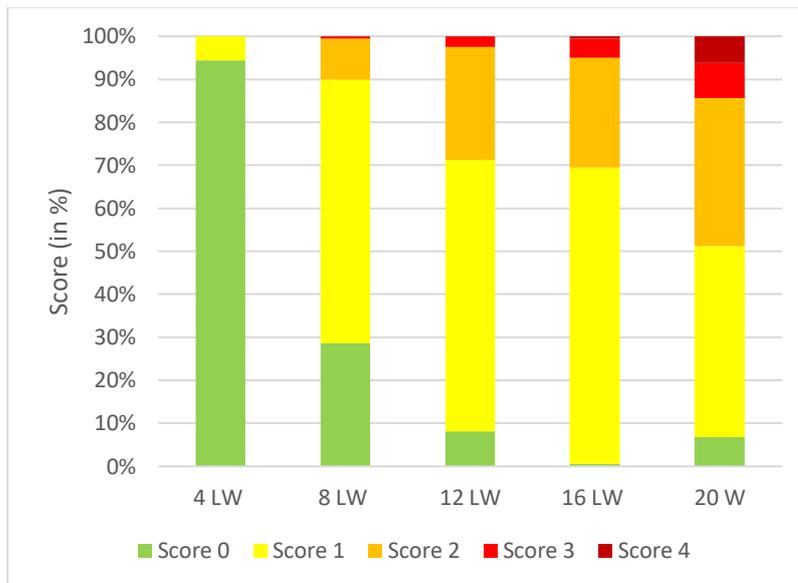


Abbildung 3: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 3 (starke Veränderungen) für Fußballendermatitis im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche) bei B.U.T. 6-Hähnen (schnell-wachsend)

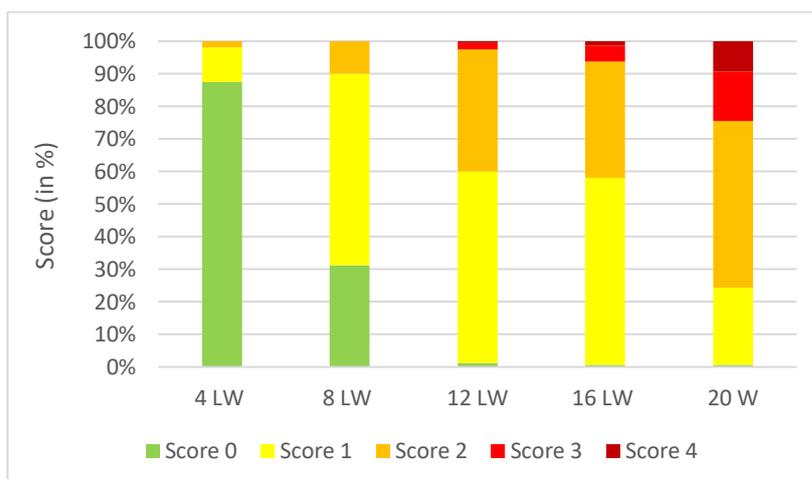


Abbildung 4: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 3 (starke Veränderungen) für Fußballendermatitis im Verlauf der Aufzucht- und Mastphase (20. Lebenswoche) bei Auburn-Hähnen (langsam-wachsend)

4.3.3.3 Fazit

Der Genotyp B.U.T. 6 zeigte für die Indikatoren Verletzungen und Verschmutzungen schlechtere Scores als der Vergleichsgenotyp Auburn, während dieser schlechtere Werte bei der Fußballengesundheit aufwies. Die teilweise hohen Prävalenzen bei den untersuchten Tierwohlindikatoren weisen auf Optimierungsbedarf im Bereich der Haltungssysteme hin.

4.4 Leistungsversuch 2 Hennen

4.4.1 Fragestellung

Aufbauend auf den Ergebnissen aus den vorangegangenen Leistungsversuchen 1 bei Hennen und Hähnen nach denen eine Reduktion an EAS um bis zu 20 %, kombiniert mit einer konstanten Reduktion der AMEN-Gehalte um 10 % im Vergleich zu den Empfehlungen von Aviagen (2015), keine nachteiligen Auswirkungen auf die Mastendgewichte von männlichen Puten hatte, wurde dieser Leistungsversuch durchgeführt. Nach den Ergebnissen können Puten eine restriktive Aminosäure-Versorgung in der Aufzucht durch erhöhte Aminosäuren-Konzentrationen in den Mastmischungen effektiv kompensieren. Die Mobilstallhaltung mit Zugang zum Grünauslauf trägt zur nutritiven Versorgung der Tiere bei und führt zu einer verbesserten Mast- und Schlachtleistung (Göppel et al. 2022). Die Ergebnisse legen nahe, dass ein späteres Schlachtalter eine bessere Nutzung der Wachstumskapazität von beiden Putenherkünften ermöglicht. Insbesondere die Verlängerung der Mastdauer unter Mobilstallhaltung erscheint dabei vorteilhaft, da sie zu einer Reduktion des Futteraufwands und der abdominalen Fettmenge führt, bei gleichzeitiger Steigerung der Lebendmassen und Brustfleischanteile. Darüber hinaus hatte die restriktive Aminosäurenversorgung bei den B.U.T. 6-Tieren keinen und bei den Auburn-Puten nur einen geringfügigen negativen Effekt auf das Wachstum. Darauf basierend, war es Ziel der vorliegenden Studie, das optimale Schlachtalter weiblicher Auburn- und B.U.T. 6-Puten in Abhängigkeit von Haltung und ökologischen Fütterungsstrategien zu untersuchen.

4.4.2 Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale

4.4.2.1 Tiere, Material und Methoden

Insgesamt wurden 432 weibliche Eintagsküken aus zwei Herkünften (Auburn, B.U.T. 6; Aviagen Turkeys Ltd) von August bis Dezember 2023 über 4 Phasen (P) aufgezogen. Die Aufzucht (Fütterungsphasen P1+P2) und Mast (Fütterungsphasen P3+P4) erfolgte zeitgleich am Standort Kitzingen und Freising, um neben dem Einfluss von Kraftfutter in reinen Feststallhaltungen (H1) auch den Einfluss der Mobilstallhaltung mit Zugang zu Grünauslauf (H2) während der Mast zu untersuchen. Die Tiere wurden an jedem Standort auf 24 Abteile aufgeteilt und ausschließlich in Festställen mit Kraftfuttermischungen aufgezogen (12 Abteile pro Genotyp und Standort). Dabei wurden drei unterschiedliche Fütterungsstrategien (F) mit variierenden EAS-Leveln angewendet (Tabelle 18).

Tabelle 18: Fütterungsplan für die drei Fütterungsgruppen in den vier Fütterungsphasen¹

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Gruppe F1	80%	90%	90%	90%
Gruppe F2	80%	80%	90%	90%
Gruppe F3	70%	80%	90%	90%

¹Verhältnis Lysin bzw. Methionin : AME_N (g/MJ) nach den Empfehlungen von Aviagen (Aviagen 2015)

Im Vergleich zu den Empfehlungen von Aviagen (2015) für ein Fütterungsprogramm mit niedriger Energiedichte, wurden die EAS-Versorgungsstufen in der Aufzucht um bis zu 30% und in der Mast um 10% reduziert, während die AME_N-Gehalte isoenergetisch bei allen Behandlungen um 10% gesenkt wurden. Die von Göppel et al. (2022) empfohlene Fütterungsstrategie mit variierenden Aminosäuregehalten (P1 80%, P2 90%, P3 90%, P4 100%) diene als Kontrollvariante (F 1). In den Varianten F2 und F3 wurden die EAS-Gehalte weiter reduziert, um den Ressourceneinsatz zu minimieren. In P4 wurden die EAS-Versorgungsgrade auf 90% reduziert. Die Lebendmassen wurden an den Tagen 98 und 112 erfasst, um ein Mittelwertstier pro Abteil zur Schlachtdatenerhebung zu entnehmen. Die Schlachtung erfolgte am folgenden Tag im Schlachthaus des Staatsguts Kitzingen. Der Kraftfutterverbrauch wurde 14-tägig erhoben, um den durchschnittlichen Kraftfutteraufwand zu berechnen.

4.4.2.2 Ergebnisse

Bei beiden Genotypen führte ein späteres Schlachalter zu einer Steigerung aller untersuchten Mast- und Schlachtleistungsdaten (Tabelle 19). Dies ging jedoch mit einer deutlichen Zunahme des Futteraufwands und der abdominalen Verfettung einher.

Tabelle 19: Ausgewählte Mast- (kg/Tier bzw. kg Kraftfutter/kg Zuwachs) und Schlachtleistungsdaten (% vom Schlachtgewicht) weiblicher Auburn- und B.U.T. 6- Puten in Abhängigkeit von Alter, Haltung und Fütterung (LS-Mittelwerte)

Merkmal	Tag	Haltungssystem (H)		Fütterungsstrategie (F)			P-Wert			
		1	2	1	2	3	H	F		
Auburn	Lebendmasse	98	6,86 ^a	6,21 ^b	6,56 ^a	6,70 ^a	6,36 ^b	<0,001	<0,001	
		112	7,88 ^a	7,42 ^b	7,67 ^{ab}	7,83 ^a	7,46 ^b	<0,001	0,005	
	Kraftfutteraufwand	98	2,41 ^b	2,51 ^a	2,46	2,44	2,48	0,005	0,594	
		112	2,71 ^b	2,90 ^a	2,81	2,77	2,83	<0,001	0,176	
	Ausschlachtung	98	80,1	80,0	79,7	80,3	80,0	0,843	0,778	
		112	81,9 ^a	80,8 ^b	81,4	81,6	80,9	0,009	0,365	
	Brust mit Haut	98	27,2 ^b	29,2 ^a	28,1	29,2	27,2	0,007	0,074	
		112	28,9 ^b	30,6 ^a	29,5	30,2	29,6	0,007	0,571	
	Adominalfett	98	1,03 ^a	0,45 ^b	0,64	0,81	0,77	<0,001	0,299	
		112	1,61 ^a	1,15 ^b	1,19	1,42	1,52	0,007	0,220	
	B.U.T.-6	Lebendmasse	98	10,1 ^a	9,04 ^b	9,90 ^a	9,74 ^a	9,09 ^b	<0,001	<0,001
			112	12,0 ^a	11,4 ^b	11,8 ^a	11,9 ^a	11,3 ^b	0,002	0,011
Kraftfutteraufwand		98	2,21 ^b	2,32 ^a	2,30 ^a	2,27 ^a	2,23 ^b	<0,001	0,002	
		112	2,50 ^b	2,66 ^a	2,63 ^a	2,57 ^{ab}	2,53 ^b	<0,001	0,003	
Ausschlachtung		98	82,2 ^a	80,4 ^b	81,4	81,4	81,1	<0,001	0,662	
		112	83,7 ^a	82,0 ^b	83,2	83,1	82,2	<0,001	0,043	
Brust mit Haut		98	26,7 ^b	28,4 ^a	27,3	28,0	27,3	0,002	0,414	
		112	28,4 ^b	31,3 ^a	30,6	29,8	29,1	<0,001	0,185	
Adominalfett		98	1,16 ^a	0,56 ^b	1,00	0,71	0,87	<0,001	0,108	
		112	1,63 ^a	1,10 ^b	1,17	1,45	1,45	0,009	0,408	

Die Mobilstallhaltung führte bei beiden Herkünften zu einer signifikanten Reduktion des abdominalen Fettanteils und erhöhten Brustfleischanteilen, was mit früheren Ergebnissen übereinstimmt (Göppel et al. 2022). Allerdings führte die Mobilstallhaltung auch zu einer konstanten Abnahme der Lebendmasse bei gleichzeitiger Erhöhung des Futteraufwands. Aufgrund der signifikant höheren Brustfleischanteile im Vergleich zur Feststallhaltung scheint die Mobilstallhaltung auch für weibliche Mastputen vorteilhaft zu sein. Die restriktive EAS-Versorgung in der Aufzucht zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die ausgewählten Schlachtleistungsmerkmale. Bei den B.U.T. 6-Tieren führte die niedrigste

Versorgungsstufe (F3) durchgehend zu den geringsten Lebendmassen mit dem geringsten Futteraufwand an Tag 98 ($P \leq 0,049$). An Tag 112 wurden im Futteraufwand zwischen F2 und F3 keine Unterschiede mehr festgestellt ($P = 0,076$). Am Tag 98 wiesen die Auburn-Puten der F3-Gruppe die niedrigsten Lebendgewichte auf ($P \leq 0,022$) und waren an Tag 112 nur noch leichter als die Tiere der F2-Gruppe ($P = 0,003$). Während die Auburn-Puten der F3-Gruppe durch die Verlängerung der Mastdauer Tendenzen zur Kompensation zeigten, waren die B.U.T. 6-Puten der F3-Gruppe (noch) nicht in der Lage, die niedrigste Versorgungsstufe während der Aufzucht in der Mastphase auszugleichen.

4.4.2.3 Fazit

Eine längere Mastdauer und ein späteres Schlachtalter führten bei den geprüften Auburn- und B.U.T. 6-Putenhennen zu höheren Lebendmassen, Ausschlachtungen und Brustfleischanteilen, wodurch die Wachstumskapazität besser genutzt werden konnte. Allerdings ging dies auch mit einem höheren Futteraufwand und einer Zunahme der abdominalen Verfettung einher. Die Mobilstallhaltung führte bei beiden Putenherkünften zu einer Reduktion der abdominalen Fettmenge und einer Erhöhung der Brustfleischanteile. Die restriktivere Aminosäureversorgung in der Aufzucht hatte keinen signifikanten Einfluss auf ausgewählte Schlachtleistungsmerkmale bei beiden Herkünften und zu jedem Schlachtalter. Es konnten jedoch negative Effekte auf die Lebendmasseentwicklung festgestellt werden.

4.4.3 Tierwohl

4.4.3.1 Tiere, Material und Methoden

Die Fußballengesundheit und Gefiederverschmutzung wurde am Ende der Fütterungsphasen 1, 2 und 3 (Lebenswoche 4, 8 und 12) beurteilt wie in Tabelle 17 dargestellt. Die Stichprobengröße war zufällig und betrug 5 - 10 Tiere pro Stall (abhängig von der Besatzdichte). Für die Betrachtung auf Einzeltierebene wurde nur ein Fuß, eine Körperseite oder ein Flügel pro Tier in die Bewertung einbezogen und immer der Teil mit der stärkeren Veränderung ausgewählt. Wenn die Fußballen verschmutzt waren, wurden sie gereinigt.

4.4.3.2 Ergebnisse

Insgesamt wurden im Vergleich zu den vorangegangenen Leistungsversuche wenige Fußballenveränderungen im mittelgradigen und hochgradigen Bereich festgestellt. Veränderungen waren bei der Herkunft Auburn stärker ausgeprägt als bei B.U.T. 6 (Abbildung 5).

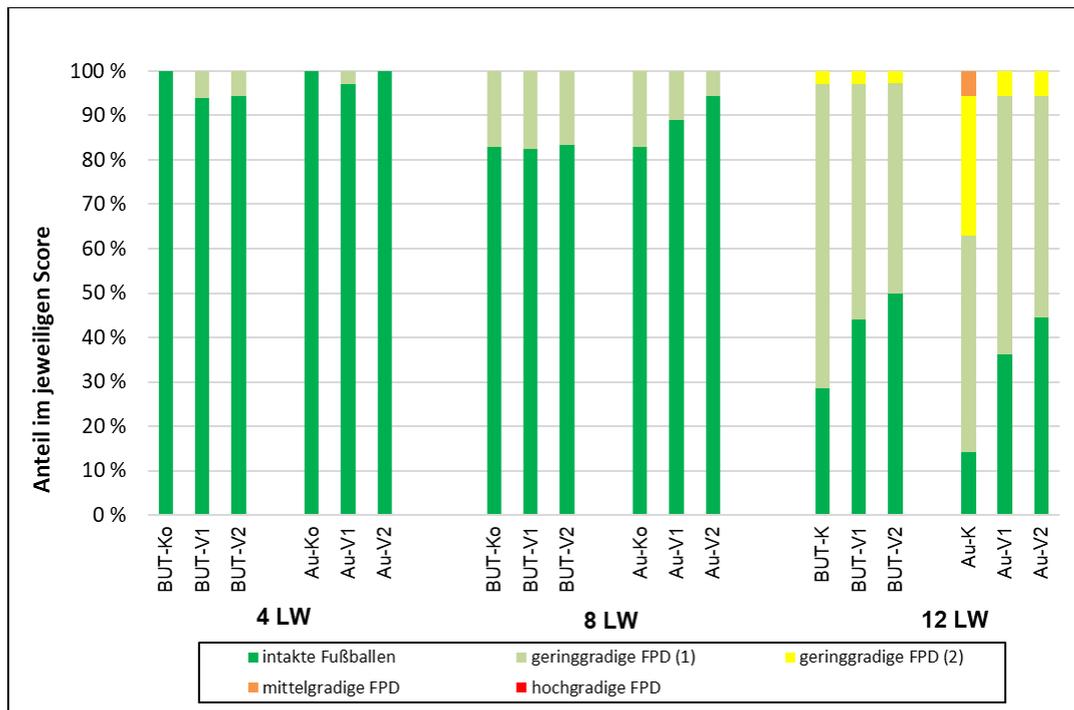


Abbildung 5: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 4 (starke Veränderungen) für Fußballengesundheit in der 4., 8. Und 12. Lebenswoche aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Fütterungsstrategie

Ähnlich wie für die Fußballenveränderungen wurden auch bei der Gefiederverschmutzung im Vergleich zu den anderen Leistungsversuche geringe Verschmutzungsgrade beobachtet (Abbildung 6). In der 12. Lebenswoche war die Gefiederverschmutzung bei B.U.T. 6-Puten stärker ausgeprägt als bei den Auburn-Tieren.

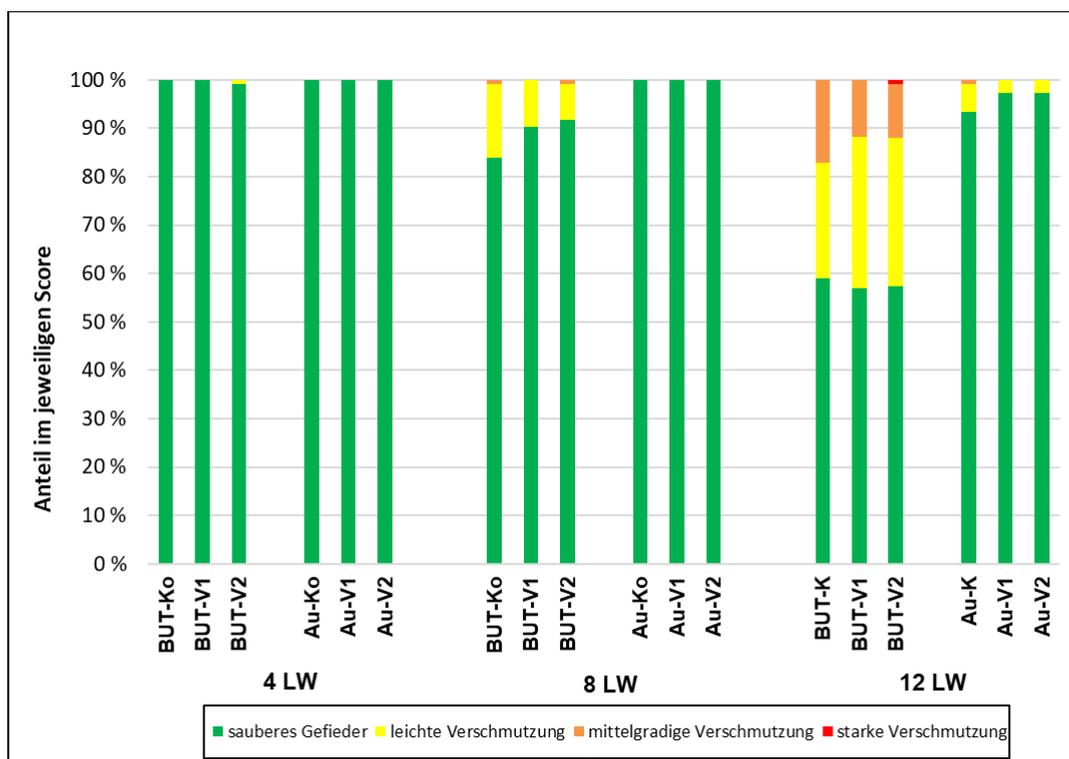


Abbildung 6: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 3 (starke Verschmutzung) für Gefiederverschmutzung in der 4., 8. und 12. Lebenswoche aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Fütterungssystem

4.4.3.3 Fazit

Insgesamt wies dieser Hennendurchgang im Vergleich zu den anderen Leistungsversuchen weniger Fußballenveränderungen und Gefiederverschmutzungen auf. Die Genetik B.U.T. 6 wies höhere Verschmutzungsgrade aber weniger Fußballenveränderungen auf als die Auburn-Tiere.

4.5 Leistungsversuch 2 Hähne

4.5.1 Fragestellung

Aufbauend auf den Ergebnissen aus den vorangegangenen Leistungsversuchen 1 bei Hennen und Hähnen nach denen eine Reduktion an EAS um bis zu 20 %, kombiniert mit einer konstanten Reduktion der AME_N-Gehalte um 10 % im Vergleich zu den Empfehlungen von Aviagen (2015), keine nachteiligen Auswirkungen auf die Mastendgewichte hatte, wurde dieser Leistungsversuch durchgeführt. Ziel war es, das optimale Schlachalter männlicher Auburn- und B.U.T. 6-Puten in Abhängigkeit von Haltung und ökologischen Fütterungsstrategien zu untersuchen.

4.5.2 Leistungs- und Schlachtkörpermerkmale

4.5.2.1 Tiere, Material und Methoden

Im Versuch wurden drei Fütterungsstrategien miteinander verglichen, wobei die Kontrollgruppe der Fütterungsstrategie 3 aus den bisher durchgeführten Versuchen im Arbeitspaket 3 (Tabelle 20). In Versuchsvariante 1 wurden die Tiere in den ersten beiden Fütterungsphasen auf einem Niveau von 80% der Empfehlungen von Aviagen (2018) für die schnell wachsende Herkunft B.U.T. 6 versorgt. In der dritten Fütterungsphase erhalten die Tiere 90% der Empfehlungen, in der vierten entspricht die Versorgung den Empfehlungen (100%) und in der fünften Phase wird das Niveau auf 90% abgesenkt. In der Versuchsvariante 2 wird das Versorgungsniveau von der ersten Fütterungsphase (70%) kontinuierlich bis auf 100% in der vierten Fütterungsphase gesteigert. In der letzten Fütterungsphase erfolgt ein Absenken auf 90% der Empfehlungen. Das Absenken des Versorgungsniveaus in der fünften Phase soll die in der Praxis weit verbreitete Zufütterung von Weizenkörnern widerspiegeln. Die Zusammensetzung der Futtermischungen der drei Fütterungsstrategien ist in Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 20: Angestrebtes Versorgungsniveau der Lysin- und Methioningehalte (100%-90%-80%-70%) in den Kraftfuttermischungen für die Aufzucht- und Mastphasen im Leistungsversuch mit Mastputenhähnen (fünf Fütterungsphasen (P1 bis P5), angelehnt an die Versorgungsempfehlungen für die schnell wachsende Herkunft B.U.T. 6 (Aviagen 2018))

Fütterungsgruppe	Fütterungsphase/Versorgungsniveau (%)				
	P1	P2	P3	P4	P5
Kontrolle	80	90	90	90	90
Versuchsvariante 1	80	80	90	100	90
Versuchsvariante 2	70	80	90	100	90
Lysin- und Methioningehalt (% in der Futtermischung)					
Kontrolle	1,32/0,47	1,24/0,45	1,03/0,40	0,85/0,33	0,72/0,30
Versuchsvariante 1	1,32/0,47	1,10/0,41	1,03/0,40	0,93/0,37	0,72/0,30
Versuchsvariante 2	1,16/0,43	1,10/0,41	1,03/0,40	0,93/0,37	0,72/0,30

Das Schlachalter erfolgte herkunftsspezifisch, und somit angepasst an die Wachstumskapazität bzw. die Wachstumsgeschwindigkeit. Die langsam wachsende Genetik wurde in der 18. und 20. Lebenswoche und die schnell wachsende Genetik in der 20. und 22. Lebenswoche geschlachtet und die relevanten Schlachtleistungsparameter erhoben. Beim ersten Schlachttermin jeder Herkunft wurden zwei Tiere pro Abteil geschlachtet und beim zweiten Schlachttermin die verbleibenden Tiere. Die Erfassung der relevanten Schlachtleistungsparameter erfolgte jeweils an zwei Tieren pro Abteil.

Tabelle 21: Zusammensetzung der Futtermischungen der drei Fütterungsstrategien

Futterkomponente, %	Futtermischung							
	P1-80 %	P1-70 %	P2-90%	P2-80%	P3-90%	P4-90%	P4-100%	P5-90%
Sojakuchen	12,00	12,00	15,00	13,00	12,50	12,00	11,50	8,50
Sonnenblumenkuchen 45 %	23,00	20,00	15,00	13,00				
Sonnenblumenkuchen 38 %			10,00	8,00	18,00	6,50	10,00	
Sonnenblumenkuchen 30%						6,50	8,00	9,00
Erbsenprotein-konzentrat	7,00	5,00				5,50		
Erbsen			15,00	13,00	15,00	12,50	8,50	5,50
Rapskernkuchen	7,00	5,00						
Rapskuchen			8,00	7,00	8,00	7,00	8,00	7,00
Mais	12,45	16,05	13,47	17,97	8,58	18,59	9,30	14,60
Weizen	12,50	16,00	10,00	15,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Triticale					10,00	15,00	13,00	20,00
Rispenhirse					10,00		15,00	20,00
Hafer	10,00	10,00	6,00	6,00				
Weizengries-kleie	5,00	5,00						
Melasse			2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Grünmehl	5,00	5,00						
Sojaöl	1,20	1,00	1,00	0,30	2,00	1,20	1,60	0,50
Vormischung	1,30	1,30	1,10	1,10	0,90	0,90	0,80	0,80
Calcium-carbonat	1,20	1,20	1,20	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
MCP	2,10	2,20	1,50	1,70	1,20	0,60	0,70	0,60
Natriumchlorid	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	3,00	0,20	0,20
EcoVitR (Agrano)	0,05	0,05	0,03	0,03	0,015	0,15		

4.5.2.2 Ergebnisse

Ergebnisse zum Futtermittelverbrauch, den Lebendgewichten und der Futtermittelverwertung sind in den Tabellen 6 bis 8 dargestellt. Über den gesamten Untersuchungszeitraum (P 1-5) nahmen die Auburn-Hähne 40 kg Kraftfutter auf, während es bei den B.U.T. 6-Hähnen über 54 kg waren. Im Haltungssystem H2 (durchgehende Haltung im Feststall mit Beifütterung von Silage) nahmen die Tiere signifikant weniger Kraftfutter auf als in den beiden anderen Haltungssystemen, so dass die Silagefütterung einen stärkeren Einfluss auf die

Kraftfutteraufnahme hatte als die Bereitstellung eines Grünauslaufs im Mobilstall (H 3). Entsprechend dem höheren Kraftfutterverbrauch unterschieden sich die Lebendgewichte nach der P 5 zwischen den beiden Genotypen um mehr als 5 kg. Tiere im Haltungssystem H2 wiesen im Vergleich zu den beiden anderen Haltungssystemen ein um 0,7 bis 1,1 kg geringeres Lebendgewicht auf. Der Futteraufwand pro kg Zuwachs lag bei den B.U.T. 6-Hähnen mit 2,53 kg Futter je kg Zuwachs signifikant niedriger als bei den Auburn-Hähnen. Im Vergleich der Haltungssysteme schnitten die Tiere in H 2 (2,50 kg/kg) besser ab als die Tiere im H3 (Mobilstall mit Auslauf; 2,59 kg/kg) bzw. im H1 (Feststall mit ausschließlicher Kraftfuttermast; 2,71 kg/kg). Bei den Fütterungsgruppen unterschied sich F 1 (2,56 kg/kg) von den beiden anderen Gruppen (2,62 kg/kg).

Die Schlachtleistungen für die beiden Genotypen und in Abhängigkeit des Schlachalters sind in Tabelle 9 dargestellt. Auburn-Hähne erreichten nach 126 Tagen ein signifikant geringeres Schlachtgewicht von 10,0 kg im Haltungssystem H2 und H3 als im Haltungssystem H1. Bei einem Schlachtalter von 140 Tagen lag das Schlachtgewicht 1,5 bis 1,9 kg höher. Bei den B.U.T. 6-Hähnen schwankte das Schlachtgewicht mit 140 Tagen zwischen 17,2 kg in H2 und 18,2 kg in H3. Die Ausschachtung stieg bei beiden Genotypen zwischen dem ersten und zweiten Schlachttermin an. Mit der Ausnahme der Auburn-Hähne in H2 wurde auch für den Brustfleischanteil beim späteren Schlachttermin ein höherer Wert erreicht als beim früheren.

Tabelle 6: Futterverbrauch (kg/Tier) von Putenhähnen während der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler)

Phase (Lebenstag)	Genotyp (G)		Haltungssystem (H)			Fütterungsgruppe (F)			P-Wert				
	Auburn	B.U.T. 6	H1	H2	H3	F1	F2	F3	G	H	F	G*H	G*F
P 1 (1.-28.)	1,15 ^b	1,29 ^a	1,26	1,18	---	1,31 ^a	1,31 ^a	1,05 ^b	<0,001	<0,001	<0,001	---	0,254
P 2 (29.-56.)	4,38 ^b	5,49 ^a	4,92	4,95	---	5,28 ^a	4,93 ^b	4,59 ^c	<0,001	0,72	<0,001	---	0,793
P 3 (57.-84.)	8,22 ^b	11,2 ^a	10,3	8,93	9,92	9,80	9,72	9,62	<0,001	<0,001	0,695	<0,001	0,860
P 4 (85.-112.)	12,7 ^b	17,5 ^a	15,9	13,5	15,7	14,5 ^b	15,4 ^a	15,3 ^a	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,081
P 5 (113.-140.)	13,3 ^b	18,7 ^a	16,7	14,9	16,5	15,7	16,0	16,4	<0,001	<0,001	0,052	0,447	0,408
P 1-5 (1.-140.)	39,7 ^b	54,2 ^a	49,2	43,5	48,3	46,6	47,3	46,9	<0,001	<0,001	0,370	0,002	0,427

Tabelle 7: Lebendmassen (kg/Tier) von Putenhähnen während der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler)

Phase (Lebenstag)	Genotyp (G)		Haltungssystem (H)			Fütterungsgruppe (F)			P-Wert				
	Auburn	B.U.T. 6	H1	H2	H3	F1	F2	F3	G	H	F	G*H	G*F
	Einstallgewicht	0,058 ^b	0,062 ^a	0,060	0,060	---	0,060	0,060	0,060	<0,001	0,976	0,602	---
P 1 (28.)	0,848 ^b	0,982 ^a	0,951 ^a	0,879 ^b	---	0,988 ^a	0,989 ^a	0,769 ^b	<0,001	<0,001	<0,001	---	0,144
P 2 (56.)	3,32 ^b	4,24 ^a	3,87 ^a	3,69 ^b	---	4,04 ^a	3,82 ^b	3,47 ^c	<0,001	0,0008	<0,001	---	0,686
P 3 (84.)	6,96 ^b	9,51 ^a	8,81 ^a	7,97 ^b	7,93 ^b	8,49 ^a	8,29 ^a	7,93 ^b	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,810
P 4 (112.)	11,1 ^b	16,0 ^a	13,9 ^a	13,1 ^b	13,6 ^a	13,7 ^a	13,7 ^a	13,3 ^b	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,710
P 5 (140.)	14,9 ^b	21,5 ^a	18,3 ^b	17,6 ^c	18,7 ^a	18,3	18,2	18,0	<0,001	<0,001	0,265	0,001	0,422

Tabelle 8: Futteraufwand (kg Futter/kg Zuwachs) von Putenhähnen während der Aufzucht (P1+P2) und der Mast (P3-P5) (LS-Mittelwerte und Standardfehler)

Phase (Lebenstag)	Genotyp (G)		Haltungssystem (H)			Fütterungsgruppe (F)			P-Wert				
	Auburn	B.U.T. 6	H1	H2	H3	F1	F2	F3	G	H	F	G*H	G*F
	P 1 (1.-28.)	1,47 ^a	1,41 ^b	1,42 ^b	1,45 ^a	---	1,41 ^b	1,41 ^b	1,49 ^a	<0,001	0,026	<0,001	---
P 2 (29.-56.)	1,77 ^a	1,69 ^b	1,69 ^b	1,76 ^a	---	1,74 ^a	1,75 ^a	1,70 ^b	<0,001	<0,001	<0,001	---	0,366
P 3 (57.-84.)	2,24 ^a	2,13 ^b	2,10 ^b	2,10 ^b	2,37 ^a	2,20	2,19	2,16	<0,001	<0,001	0,432	0,911	0,411
P 4 (85.-112.)	3,06 ^a	2,71 ^b	3,17 ^a	2,68 ^b	2,81 ^b	2,83	2,90	2,92	<0,001	<0,001	0,291	0,213	0,923
P 5 113.-140.)	3,59 ^a	3,42 ^b	3,89 ^a	3,34 ^b	3,29 ^b	3,44	3,60	3,48	0,013	<0,001	0,139	0,300	0,968
P 1-5 (1.-140.)	2,67 ^a	2,53 ^b	2,71 ^a	2,50 ^c	2,59 ^b	2,56 ^b	2,62 ^a	2,62 ^a	<0,001	<0,001	0,008	0,136	0,863

Tabelle 9: Durchschnittliches Schlachtgewicht (kg/Tier) und ausgewählte Schlachtleistungsmerkmale (in % vom Schlachtgewicht) von Putenhähnen bei unterschiedlichem Schlachtalter (Auburn: 126 und 140 Tage; B.U.T. 6: 140 und 156 Tage; LS-Mittelwerte und Standardfehler)

Genotyp	Merkmal	Tag	Haltungssystem (H)			Fütterungsgruppe (F)			P-Wert		
			H1	H2	H3	F1	F2	F3	H	F	H*F
Auburn	Schlachtgewicht	126	11,1 ^a	10,0 ^b	10,4 ^b	10,8	10,5	10,3	<0,001	0,090	0,970
		140	12,6 ^a	11,4 ^b	12,3 ^a	12,3 ^a	12,2 ^{ab}	11,8 ^b	<0,001	0,043	0,842
	Ausschlachtung	126	83,4 ^a	82,1 ^b	81,7 ^b	82,5	82,6	82,0	<0,001	0,201	0,810
		140	83,6 ^a	82,8 ^{ab}	82,3 ^b	83,6 ^a	83,1 ^{ab}	81,9 ^b	0,041	0,003	0,827
	Brust mit Haut	126	26,3	26,3	26,6	26,8	26,8	25,7	0,788	0,134	0,004
		140	28,0 ^a	26,0 ^b	29,0 ^a	28,8 ^a	27,3 ^{ab}	26,9 ^b	<0,001	0,018	0,360
Abdominalfett	126	0,97	0,92	0,92	0,81	1,02	0,98	0,888	0,221	0,214	
	140	1,32 ^a	0,91 ^b	0,79 ^b	0,89	1,10	1,04	0,006	0,408	0,550	
B.U.T. 6	Schlachtgewicht	140	17,8 ^{ab}	17,2 ^b	18,2 ^a	17,8	17,9	17,5	0,001	0,223	0,878
		154	19,2 ^b	18,9 ^b	19,9 ^a	19,3	19,3	19,4	<0,001	0,868	0,251
	Ausschlachtung	140	85,0 ^a	84,1 ^{ab}	83,7 ^b	84,1	84,7	84,0	0,015	0,172	0,398
		154	85,5 ^a	85,1 ^a	84,3 ^b	85,2	84,7	85,0	0,004	0,308	0,436
	Brust mit Haut	140	28,3 ^b	27,3 ^b	29,9 ^a	28,2	28,7	28,7	0,001	0,674	0,265
		154	29,3 ^b	28,6 ^b	31,1 ^a	29,5	30,2	29,3	<0,001	0,297	0,367
Abdominalfett	140	0,94 ^a	0,60 ^b	0,50 ^b	0,58	0,71	0,75	0,002	0,353	0,576	
	154	0,91 ^a	0,82 ^{ab}	0,57 ^b	0,78	0,72	0,81	0,012	0,713	0,200	

4.5.2.3 Fazit

B.U.T. 6- und Auburn-Puten sind in der Lage, ihr Wachstumspotenzial auch bei einer eingeschränkten Energie- und Aminosäureversorgung und unter ökokonformen Haltungsbedingungen auszuschöpfen. B.U.T. 6-Hähne erzielten eine höhere Schlacht- und Wachstumsleistung bei einer geringeren Nährstoffaufnahme pro kg Zuwachs. Die signifikanten Interaktionen (G*H, G*F) weisen darauf hin, dass schnell wachsende B.U.T. 6-Puten unter ökologischen Haltungsbedingungen bessere Leistungen realisieren als die langsam wachsenden Auburn-Tiere. Durch ein späteres Schlachtalter kann das Wachstumspotenzial beider Putenherkünfte besser genutzt werden, insbesondere bei

Zugang zu Grünauslauf ist eine längere Mast sinnvoll. Sowohl die Zugabe von Luzernensilage als auch die Bereitstellung von Grünauslauf führten zu einer Verringerung des Futterfutteraufwands, wobei die Silage einen größeren Verdrängungseffekt auf das Kraftfutter zeigte.

Mit Bezug zur Fütterungsstrategie führte eine Reduzierung der Aminosäuregehalte um bis zu 30 % bei gleichzeitiger Reduzierung der AME_N-Gehalte um 10 % zu keinen nachteiligen Effekten.

4.5.3 Untersuchungen zur Fleischqualität

4.5.3.1 Einleitung und Fragestellung

Die Charakterisierung der Fleischqualität kann zum einen durch chemische und physikalische Merkmale wie End-pH-Wert, Fleischfarbe, Tropfsaftverlust und die oxidative Stabilität mittels Thiobarbitursäure-reaktive Substanzen (TBARS) erfasst werden. Zum anderen kann die chemische Zusammensetzung des Fleisches analysiert werden. Hierfür kann die Bestimmung von Wasser-, Protein- und Fettgehalt sowie der Fettsäuregehalte im intramuskulären Fett erfolgen.

Da im vorliegenden Versuch zwischen den Fütterungs- und Haltungsvarianten die Aufnahme der Aminosäure Methionin variierte, wurde der Gehalt an freien Aminosäuren untersucht und dabei besonderes Augenmerk auf den Anteil schwefelhaltiger Aminosäuren gelegt. Es ist zu beachten, dass der Pool an freien Aminosäuren im Muskel einerseits durch die Eiweißversorgung aus der Fütterung und andererseits durch Abbauprodukte der vorhandenen Skelettmuskulatur entsteht. Die Zusammensetzung beeinflusst neben der Wachstumsleistung auch Parameter der Fleischqualität, da z. B. Methionin auch eine zentrale Rolle im Fettstoffwechsel spielt. Darüber hinaus spielen schwefelhaltige Aminosäuren bedeutende Rollen im Proteinstoffwechsel und können die oxidative Stabilität von Fleisch beeinflussen. Die Oxidation von Methionin zu Methioninsulfoxid kann die Struktur und Stabilität von Proteinen verändern, was die oxidative Stabilität des Fleisches während der Lagerung beeinträchtigen kann.

Mit den nachfolgend dargestellten Untersuchungen zur Fleischqualität sollte geprüft werden, ob die gewählten Fütterungsstrategien Auswirkungen auf die Fleischqualität nach sich ziehen.

4.5.3.2 Tiere, Material und Methoden

Von den Schlachttieren des Hähneversuchs 2023 wurde der große Brustmuskel (*M. pectoralis superficialis*) untersucht. Der kleine Brustmuskel (*M. pectoralis profundus*) wurde nach der Prüfung auf Anomalien entfernt. Die weiteren Messungen wurden ausschließlich am linken Brustmuskel durchgeführt. Die Probenahme erfolgte durch Mitarbeitende des Max-Rubner-Instituts (MRI), Standort Kulmbach. Die Untersuchungen am linken Brustmuskel wurden 48 Stunden nach der Schlachtung am MRI in Kulmbach durchgeführt. Diese beinhalteten Qualitätsmessungen (pH-Wert, Lab-Farbe) und die Probenahme für die

Bestimmungen der Makroinhaltsstoffe (Protein, Fett, Wasser per Nahinfrarotspektroskopie (NIR), teilweise auch per Vollanalyse), der Oxidation (TBARS), der freien Aminosäuren und des Fettsäuremusters.

Bestimmung der Makroinhaltsstoffe

Die Gehalte der Makroinhaltsstoffe Protein, Fett und Wasser wurden mittels Nah-Infrarot-Transmissionsspektroskopie (FoodScan, FOSS) in Brustfilet ermittelt. Dafür wurde das Brustfilet homogenisiert und das Homogenat in die Messschale eingestrichen. Die Messung wurde bei einer Proben temperatur von 15 °C durchgeführt. Genutzt wurde die ANN-Kalibrierung der Fa. FOSS, wobei für die Messungen das Spektrum zwischen 850-1050 nm genutzt wurde. Zur Verifizierung der Schatzwerte wurden 10 % der Proben zusätzlich nass-chemisch analysiert.

Bestimmung des Fettsäuremusters

Die Fettsäuremuster des intramuskulären Fettes (IMF) wurden gaschromatographisch mit einem System der Hewlett-Packard 6890-Serie analysiert. Dabei wurde eine J & W Scientific DB-23-Kapillarsäule (60 m × 0,25 mm, Innendurchmesser 0,25 µm; Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA) und ein Flammenionisationsdetektor genutzt. Der Fettgehalt des Muskelgewebes wurde mit einer Mischung aus Methanol und Dichlormethan extrahiert und dann mit Trimethylsulfonium-hydroxid (TMSH) umgeestert. Anschließend wurde die Probe in das GC-System injiziert. Die Berechnung der Fettsäuren basierte auf der Peakfläche der nachgewiesenen Fettsäuren (Flächen-anteile). Gruppen von Fettsäuren (gesättigte Fettsäuren: SFA, einfach-ungesättigte Fettsäuren: MUFA, mehrfach-ungesättigte Fettsäuren: PUFA) wurden basierend auf allen analysierten Fettsäuren berechnet.

Freie Aminosäuren

Für die Probenvorbereitung wurden 0,2 g Putenbrust in Precellys Cups mit Beads vorgelegt und zusammen mit Thialysin (1 µmol/ml, interner Standard) im Bead Ruptor homogenisiert. Nach der Zugabe von 10%-iger 5-Sulfosalicylsäure wurden die Proben gevortext, für mindestens 30 Minuten im Kühlschrank inkubiert und anschließend für 15 min bei 8°C und 10.000 rpm zentrifugiert. Der Überstand wurde über einen 0,2 µm Zentrifugalfilter filtriert und im Verhältnis 1:30 in 80 % Acetonitril-HCl (10 mM) Lösung aufgenommen. Die Quantifizierung der freien Aminosäuren erfolgte über die Raptor Polar X Säule von Restek mittels HPLC 3000 RS Ultimate (Thermo) und QT5500 (QTRAP, Sciex).

Chemisch, physikalische Merkmale der Fleischqualität

Bestimmung des pH48-Wertes und der Farbe L*a*b* (48 h p. m.)

Der pH-Wert und die Farbe L*a*b* wurden in einem standardisierten Messbereich des linken Brustfilet 48h p. m. jeweils in einer Dreifachmessung gemessen. Die Bestimmung des pH48-Wertes wurde mit dem pH-Messgerät Portamess (Fa. Knick) durchgeführt. Die Farbhelligkeit L*, der Rot- und der Gelbton (a*, b*) wurden mittels Farbmessgerät CR 400 von Minolta ermittelt.

Bestimmung des Tropfsaftverlustes

Die Proben für die Bestimmung des Tropfsaftverlustes wurden mit einer Stanze (Durchmesser 2,5 cm) aus dem linken Brustfilet entnommen und auf ca. 2 cm Länge zugeschnitten. Das so erhaltene Fleischstück hatte durchschnittlich ca. 10 g und wurde in einen Probentrichter überführt. Die exakten Gewichte wurden davor vom leeren Probentrichter und dann mit der Probe ermittelt. Der Probentrichter wurde für 10 min bei 4 °C und 750 rpm zentrifugiert. Danach erfolgte die Rückwaage (ohne ausgetretenen Tropfsaft). Die Ermittlung des Tropfsaftverlustes erfolgte gravimetrisch.

Bestimmung der oxidativen Stabilität (TBARS)

Zur Bestimmung der TBARS-Werte werden ca. 0,2 g der homogenisierten Probe in ein mit Keramikkügelchen versetztes 2ml-Schraubvial eingewogen und 600 µl 5%ige Trichloressigsäure sowie 300µl 0,8%ige BHT-Lösung (in Heptan) zugegeben. Anschließend werden die Proben vorgekühlt und zweimal 7 Sekunden bei 8m/s im Beadruptor bei 10 s Verweilzeit extrahiert. Die Proben werden dann 10min bei ca. 10.000 rpm und 20 °C zentrifugiert. Der Heptan-Überstand wird mit Hilfe einer Pipette abgenommen und verworfen. Die untere wässrige Phase wird in einen Zentrifugalfilter überführt und kurz bis ca. 10.000rpm zentrifugiert. 290 µl des klaren Extrakts werden in ein 1,5 ml Reaktionsgefäß pipettiert und 174 µl einer 0,6 %-igen wässrigen 2-Thiobarbitursäurelösung (TBA) zugegeben und gut durchmischt. Diese werden dann gut verschlossen im Thermoschüttler 30 min bei 70 °C inkubiert und anschließend an der Luft auf RT abgekühlt. 400µl der abgekühlten Probe in ein 96 Well MTP pipettieren und bei 532 nm gegen einen Reagenzienblindwert messen.

Statistische Auswertung

Betrachtet wurde ein balanciertes Versuchsdesign mit zwei Genotypen, für die jeweils zwei individuelle Altersstufen betrachtet wurden, sowie drei Haltungsformen und drei Fütterungsstrategien. Jede Kombination wurde 4-mal beprobt, was zu einer Stichprobengröße von $N=4*2*2*3*3$ (=144) führt. Zur Statistischen Auswertung wurde für alle gemessenen Variablen eine Varianzanalyse (ANOVA) mit den vier Faktoren Genotyp, Alter, Haltung und Fütterungsstrategie durchgeführt, wobei der Faktor Alter in den Faktor Genotyp geschachtelt ist, da hier, zusätzlich zum gewohnten Schlachtzeitpunkt (normal) für den Genotyp Auburn nur ein früherer Termin (jung) und für den Genotyp B.U.T. 6 nur ein späterer Termin (alt) berücksichtigt wurde.

Für die Variablen mit deutlich nicht normalverteilten Residuen wurde das Modell mit logarithmierten Daten neu erstellt. Dies betrifft insbesondere "TBARS MDA 10d" und den "Tropfsaftverlust". Bei der Betrachtung der freien Aminosäuren stachen besonders die Daten des Genotyps B.U.T. 6 mit Grünauslauf (H3) hervor, deren Mittelwerte sowie Varianzen im Vergleich zu allen anderen Beobachtungen deutlich größer waren. Auch nach erfolgter Logarithmierung von "freie Aminosäuren" sowie "freie Aminosäuren (schwefelhaltig)" blieben die Residuen auffällig.

4.5.3.3 Ergebnisse und Diskussion

Nachstehend werden wesentliche Ergebnisse dargestellt und diskutiert. Eine ausführliche Darstellung aller Ergebnisse ist dem gesonderten MRI-Bericht (Brüggemann et al., 2024) zu entnehmen.

Makroinhaltsstoffe (Wasser, Protein, Fett): Im statistischen Modell zeigte der Genotyp bei allen drei Makroinhaltsstoffen die größte Auswirkung auf die Werte. Auch das Schlachtalter und das Haltungssystem erwiesen sich als signifikante Einflussgrößen. Dabei zeigten die B.U.T.-6-Hähne - über alle Haltungs- und Fütterungsgruppen hinweg betrachtet - höhere Wasser- und Fettgehalte sowie niedrigere Proteingehalte im Brustmuskel als die Auburn-Tiere. In der Abbildung 7 sind die Unterschiede in den Gehalten der Makroinhaltsstoffe zwischen den beiden Genotypen in Bezug auf das Schlachtalter dargestellt. Bei normalem Schlachtalter (140 Tage) liegt der Wassergehalt für die B.U.T. 6-Hähne um 1,16 %-Punkte höher, der Proteingehalt dagegen um 1,19 %-Punkte geringer als bei den Auburn-Hähnen.

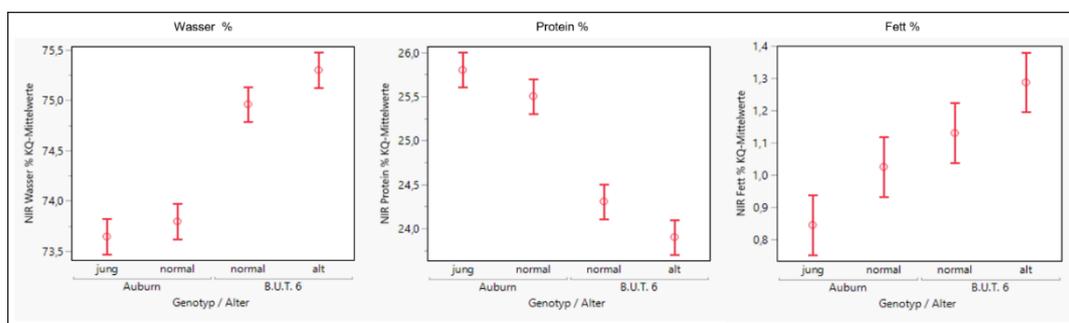


Abbildung 7: Durchschnittliche Gehalte (LS-Mittelwerte) an Wasser, Protein und Fett im Brustfilet der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 bei unterschiedlichem Schlachtalter (18. (jung), 20. (normal) und 22. (alt) Lebenswoche)

In der Abbildung 8 ist der Einfluss der untersuchten Haltungssysteme - getrennt nach Genotypen - auf die durchschnittlichen Gehalte an Wasser, Protein und Fett im Brustfilet dargestellt. Für die B.U.T. 6-Hähne wurden für den Wasser- und den Proteingehalt keine Unterschiede zwischen den drei Haltungsformen festgestellt. Bei dem Genotyp Auburn hatte die Haltungsform ebenfalls keinen Einfluss auf die Wassergehalte. Der Proteingehalt unterschied sich jedoch zwischen den Haltungsformen: Tiere im Haltungssystem H2 zeigten mit 25,9 % Protein den höchsten Proteingehalt, während der Proteingehalt in Haltungsform H1 mit 25,3 % am niedrigsten war. Der Wert für die Haltungsform H3 lag mit 25,75 % Protein dazwischen. Der Fettgehalt im Brustfilet war bei den Auburn-Hähnen insgesamt niedriger und lag zwischen 0,83 % und 1,08 %. Der höchste Fettgehalt für die Auburn-Tiere wurde in Haltungsform H1 mit 1,08 % gemessen, welcher sich nicht von den Fettgehalten des Genotyps B.U.T. 6 unterschied. Die Fettgehalte der B.U.T. 6-Hähne lagen zwischen 1,09 % in Haltungsform H2 und 1,26 % in H1 bzw. 1,27 % in H3. Der größte Unterschied zwischen den Genotypen im Fettgehalt wurde in Haltungsform H3 mit 0,44 %-Punkten festgestellt.

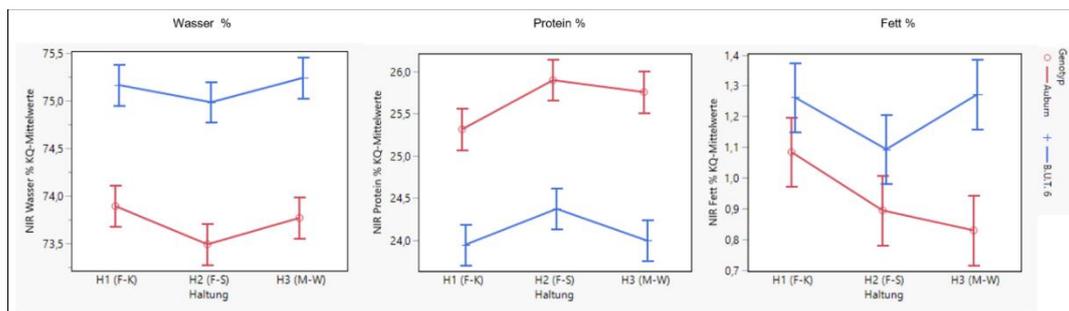


Abbildung 8: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an Wasser, Protein und Fett im Brustfilet der Genotypen Auburn (rot) und B.U.T. 6 (blau) für die untersuchten Haltungssysteme (H1 (Alleinfuttermischungen im Feststall), H2 (Kraftfuttermischungen mit Silagebeifütterung im Feststall) und H3 (Kraftfuttermischungen mit Grünauslauf im Mobilstall))

Gesättigte (SFA), einfach- (MUFA) und mehrfach-ungesättigte (PUFA) Fettsäuren: Im statistischen Modell zeigte sich, dass der Genotyp den größten Einfluss auf alle Fettsäuregruppen ausübte. Für die Gehalte an MUFA und PUFA und ergab sich ein ausgeprägter Fütterungseinfluss. Der Einfluss des Haltungssystems war ebenfalls für alle drei Fettsäuregruppen signifikant. Die Abbildung 9 veranschaulicht - differenziert nach den beiden Genotypen - den Einfluss der untersuchten Fütterungsstrategien auf die Fettsäuregehalte. Die Gehalte an SFA unterschieden sich innerhalb der Genotypen nicht voneinander. Bei den MUFA und PUFA konnte jedoch, bis auf eine Ausnahme, ein signifikanter Unterschied zwischen der Fütterungsstrategie F1 und den Strategien F2 und F3 festgestellt werden. Lediglich beim Genotyp Auburn war der Unterschied zwischen F1 und F3 nicht signifikant, wobei sich eine Tendenz zeigte. Der MUFA-Gehalt in den Strategien F3 und F2 lag bei 35,0 % bzw. 34,5 %, verglichen mit 32,7 % in der Kontrollgruppe (F1).

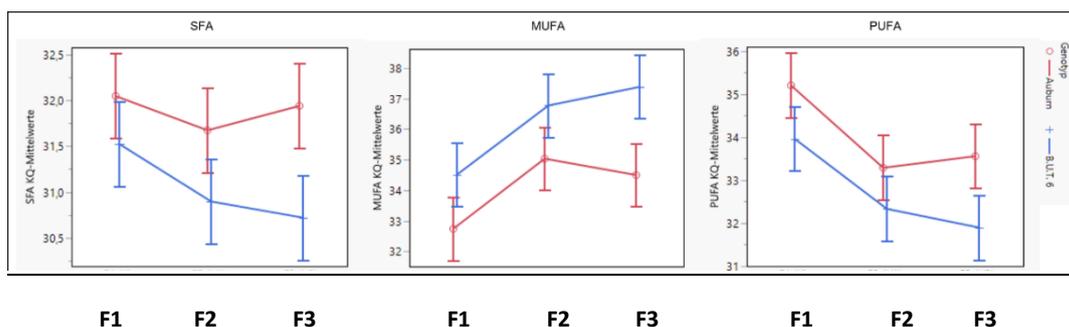


Abbildung 9: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an gesättigten (SFA), einfach-ungesättigten (MUFA) und mehrfach-ungesättigten (PUFA) Fettsäuren im intramuskulären Fettgehalt des Brustfilets der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 für die Fütterungsgruppen F1, F2 und F3

In der Abbildung 10 ist der Einfluss der untersuchten Haltungssysteme auf die Fettsäuregehalte dargestellt.

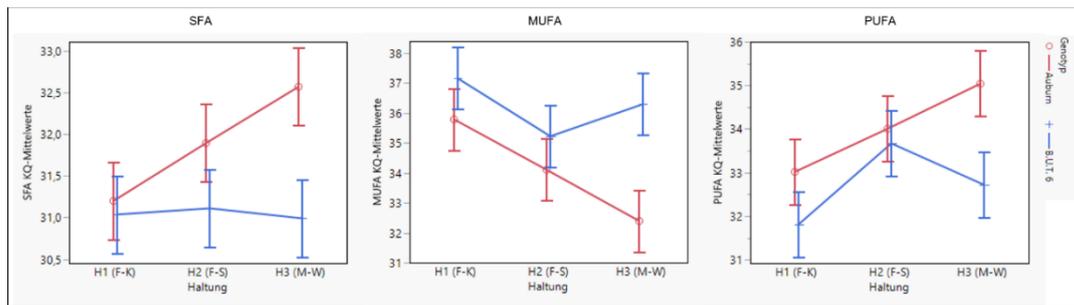


Abbildung 10: Durchschnittliche Gehalte (LS-Means) an gesättigten (SFA), einfach-ungesättigten (MUFA) und mehrfach-ungesättigten (PUFA) Fettsäuren im intramuskulären Fettgehalt des Brustfilets der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 für die untersuchten Haltungssysteme (H1 (Alleinfuttermischungen im Feststall), H2 (Kraftfuttermischungen mit Silagebeifütterung im Feststall) und H3 (Kraftfuttermischungen mit Grünauslauf im Mobilstall))

Innerhalb des Genotyps B.U.T. 6 zeigten die Fettsäuregehalte zwischen den Haltungssystemen keine großen Unterschiede. Lediglich die PUFA lagen in Haltungssystem H1 mit 31,8 % signifikant geringer als in H2, wo sie 33,7 % erreichten. Bei den Auburn-Hähnen stiegen die Anteile an SFA und PUFA von H1 über H2 bis hin zu H3 an, wohingegen die MUFA abnahmen. Zwischen den Haltungssystemen H1 und H3 wurden bei allen Fettsäuregruppen signifikante Unterschiede festgestellt, wobei die Haltung H2 stets eine intermediäre Stellung einnahm.

Freie Aminosäuren: Der durchgehend beobachtete Unterschied im Gehalt an freien Aminosäuren, insbesondere im relativen Gehalt an freien schwefelhaltigen Aminosäuren, zwischen den beiden Genotypen tritt besonders im Haltungssystem H3 deutlich hervor (Abbildung 11). Unter den Bedingungen des Grünauslaufs steigt der Gehalt der schwefelhaltigen Aminosäuren von 81 mg in H1 und 82 mg in H2 auf 120 mg an. Dieser Unterschied entspricht einem Anstieg von etwa 47 %. Im Gegensatz dazu bleiben die Werte bei den Auburn-Hähnen auf dem Niveau der Haltung im Feststall. Dieses Phänomen deutet darauf hin, dass die B.U.T. 6-Tiere im Grünauslauf deutlich höhere Mengen an proteinreichen Materialien (Grünfutter, Würmer, Insekten) aufnahmen als die Auburn-Hähne. Die bessere Versorgung mit der EAS Methionin führte zu signifikant höheren Brustfleischanteilen bei den B.U.T.-Hähnen.

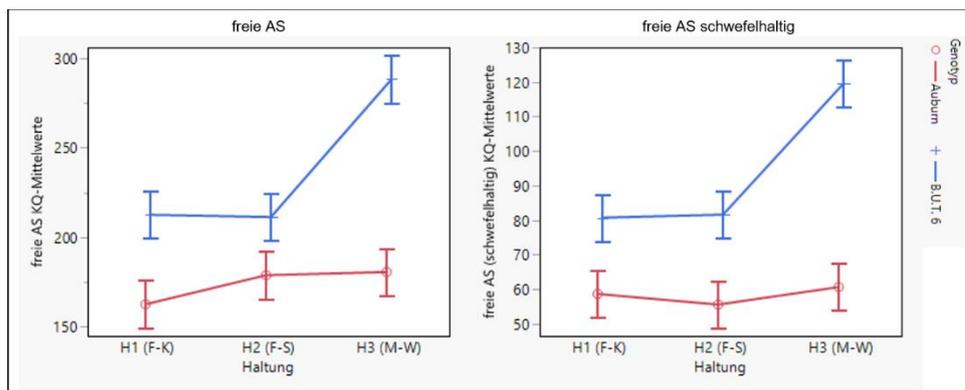


Abbildung 11: Durchschnittliche Gehalte (in mg LS-Means) an freien und freien, schwefelhaltigen Aminosäuren (AS) im Brustfilet, der Genotypen Auburn und B.U.T. 6 für die Haltungssysteme H1, H2 und H3

Tropfsaftverlust: In diesem Versuch konnten keine signifikanten Einflussgrößen ermittelt werden. Das heißt, die einzelnen Gruppen unterschieden sich in diesem Parameter weder in Bezug auf die Genetik, noch auf das Schlachtalter, die Haltungssysteme oder die Futtervariante voneinander.

*Farbwerte ($L^*a^*b^*$):* Die verschiedenen Dimensionen der Fleischfarbe werden jeweils unterschiedlich beeinflusst. Die Helligkeit (L^*) wird vor allem durch den Genotyp bestimmt. So weisen die B.U.T. 6-Hähne gegenüber den Auburn-Tieren signifikant höhere Farbhelligkeitswerte auf (54,4 versus 50,8). Der Rotton (a^*) variiert signifikant zwischen den Fütterungsstrategien. Der Gelbton (b^*) wird hingegen sowohl durch das Haltungssystem als auch das Schlachtalter der Tiere beeinflusst. Mit zunehmendem Alter der Tiere erhöht sich der Gelbton. Der Gelbton steigt vom Haltungssystem H1, über H2 zu H3 kontinuierlich an. Dies kann mit der steigenden Aufnahme an Carotinoiden aus den zusätzlich aufgenommenen Grünfuttersilagen bzw. Grünpflanzen erklärt werden.

Oxidative Stabilität (TBARS): Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den drei Haltungssystemen. Die höchsten TBARS-Werte wurden für Tiere im Mobilstall mit Grünauslauf (H3) gemessen, während das System mit ausschließlich Alleinfutter im Feststall (H1) die niedrigsten TBARS-Werte aufwies. Die TBARS-Werte wurden nicht durch den Genotyp beeinflusst.

4.5.3.4 Fazit

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen, dass vor allem der Genotyp und das Alter der Tiere bei der Schlachtung einen erheblichen Einfluss auf die Merkmale der Fleischqualität ausüben. Die untersuchten Fütterungsstrategien - Verknappung des Angebotes an EAS in der Aufzucht und damit Initiierung kompensatorischer Wachstumseffekte - zeigen keine unerwünschten Effekte auf wesentliche Merkmale der Fleischqualität. Das Angebot zusätzlicher Nahrungsquellen (Grünfuttersilagen, Grünfutter, Würmer, Insekten) durch ökokonforme Haltungssysteme verbessert insbesondere für die B.U.T. 6-Hähne die

Proteinversorgung und damit die Ausbildung des Brustmuskels, ohne erkennbare Nachteile bezüglich der Fleischqualität.

4.5.4 Lebensmittelkonversionseffizienz in der Putenmast

4.5.4.1 Einleitung und Fragestellung

Die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) beschreibt den Nettobeitrag eines Produktionsverfahrens der tierischen Erzeugung zur menschlichen Protein- oder Energieversorgung. Sie ist definiert als der Quotient aus dem potenziell humanernährungstauglichen Output (Fleisch, Milch oder Eier) und dem humanernährungstauglichen Input (eingesetzte Futtermittel) (Steinwider et al., 2017). Hintergrund der Lebensmittelkonversionseffizienz ist die kontrovers geführte Diskussion zur Rolle der Nutztierhaltung in der Ernährungssicherung des Menschen aufgrund der steigenden Ressourcenkonkurrenz zwischen der Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Ausgangsproblem ist hierbei die ineffiziente Umwandlung von pflanzlichen Futtermitteln in tierische Produkte. Mithilfe der LKE soll der Beitrag von verschiedenen Tierkategorien zur Netto-Lebensmittelproduktion für die menschliche Ernährung bewertet werden (Steinwider et al., 2017). Ob Nutztiere das Nahrungsangebot für den Menschen erhöhen oder verringern, hängt maßgeblich von der potenziellen Eignung des Futtermittels für den direkten menschlichen Verzehr ab. Der Schlüsselfaktor für eine nachhaltigere Nutztierhaltung ist somit die Reduktion der Menge an potenziell für den Menschen verwertbaren Futtermitteln in den Futtermischungen bzw. Futtermischungen (Ertl et al., 2016). Die Reduzierung der Menge an potenziell für den Menschen verwertbaren Futtermitteln ist abhängig von der Verdauungsphysiologie der verschiedenen Nutztiergruppen. Während Wiederkäuer durch die Verwertung von struktorkohlenhydratreichen Futtermitteln - diese sind für den Menschen nicht verdaulich - wesentlich zur nahrungskonkurrenzfreien Lebensmittelversorgung beitragen können, konkurrieren die Monogastrier Geflügel und Schwein mit dem Menschen. Ursächlich hierfür sind die ähnlichen Ansprüche an die Nährstoffzusammensetzung in der Nahrung (Ertl et al., 2016; Steinwider et al., 2017).

Für die Beurteilung der Lebensmittelkonversionseffizienz als Nachhaltigkeitsparameter werden nachfolgend drei Kennzahlen herangezogen. Neben der Berechnung der LKE als quantitativer Wert wird auch das Protein-Qualitäts-Verhältnis (PQV) und der Produktwert aus dem $LKE \cdot Protein \cdot PQV$ als qualitativer Beurteilungswert berechnet. Nach Ertl et al. (2016) wirkt sich die Umwandlung von pflanzlichem Protein in tierisches Protein auf die Proteinqualität des für den Menschen essbaren Proteins aus. Die entstehenden tierischen Produkte im Output weisen eine höhere Proteinqualität für den menschlichen Verzehr auf als die im Input essbaren pflanzlichen Produkte. Somit können auch Monogastrier den Wert des für den menschlichen Verzehr verfügbaren Proteins erhöhen. Es sollte das Ziel erreicht werden: $LKE \cdot Protein \cdot PQV \geq 1$.

4.5.4.2 Tiere, Material und Methoden

Die Berechnung der Kennzahlen für den Beurteilungsparameter LKE beziehen sich in dieser Arbeit auf Ertl et al. (2016). Diese Autoren unterscheiden zwischen der LKE für Bruttoenergie (LKE-Energie) und Rohprotein (LKE-Protein). Die Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz für den Nettobeitrag eines Verfahrens der tierischen Erzeugung zur menschlichen Protein- oder Energieversorgung erfolgt anhand der nachstehenden Formel.

$$\text{LKE-Protein oder Energie} = \frac{\text{humanernährungstauglicher Output (Fleisch, Milch, Eier)}}{\text{humanernährungstauglicher Input (humanernährungstaugliche Futtermittel)}}$$

Besonders bedeutsam ist der humanernährungstaugliche Output des LKE-Protein. Er stellt die Summe des gesamten Proteins aus Eiern, Fleisch oder Milch dar, welche durch die Tiere für die menschliche Ernährung erzeugt werden.

Am Beispiel der Daten aus dem Projekt AminoVit soll die Vorgehensweise zur Berechnung der LKE-Protein und deren Bewertung dargestellt werden. In der Tabelle 1 sind relevante Kenndaten zur Fütterung der B.U.T. 6-Hähne dargestellt (Leistungsversuch 2023). Im Unterschied zur konventionellen Putenmast erfolgt unter ökologischen Fütterungsbedingungen ein breiter Einsatz von Eiweißfuttermitteln. In der vorliegenden Studie wurde die Strategie verfolgt, in den ersten beiden Phasen (Aufzucht) hochkonzentrierte Eiweißfuttermittel wie Erbsenproteinkonzentrat, Sojakuchen und Sonnenblumenkuchen (45 % Rohprotein) einzusetzen, um den hohen Bedarf an EAS (insbesondere Lysin und Methionin) sicherzustellen. In der darauffolgenden Mast (Phasen 3 bis 5) wurden diese Futtermittel teilweise bzw. vollständig durch Erbsen, Sonnenblumenkuchen (30 % Rohprotein) oder Rapskuchen ersetzt. Die über die 5 Mastphasen zusammengefasste durchschnittliche Zusammensetzung der Futtermischungen ist in der Tabelle 22 dokumentiert.

Tabelle 22: Kenndaten zur Fütterung in der ökologischen Putenmast¹

Futtermittel	Rohprotein (g/kg TM)	PQS² (%)	Anteil in den Futtermischungen³ (%)	Futter- verzehr (kg/Tier)
Sojakuchen	428	97,0	12,1	6,65
Sonnenblumenkuchen (45 %)	450	46,4	2,5	1,35
Sonnenblumenkuchen (38 %)	435	36,0	7,5	4,10
Sonnenblumenkuchen (30 %)	292	26,0	5,1	2,80
Erbsenproteinkonzentrat	822	97,0	0,2	0,09
Erbsen	201	64,7	7,2	3,94
Rapskuchen	271	70,2	7,2	3,96
Mais	81	42,4	15,8	8,65

Weizen	93	40,2	10,1	5,53
Triticale	100	49,8	13,6	7,48
Rispenhirse	113	45,0	11,1	6,11
Sonstige Proteinlieferanten	(150)	(25)	3,4	1,92
Sojaöl	0	0	1,4	0,78
Mineralfutter	0	0	2,8	1,54
Gesamt				54,89

¹ Daten des Leistungsversuchs 2 Hähne; ² Proteinqualitäts-Score; ³ durchschnittlicher Anteil in der 5-Phasen-Mast

Insbesondere der Sojakuchen, aber auch das Erbsenproteinkonzentrat weisen eine hohe Proteinqualität für die Humanernährung aus, wie der PQS-Score von jeweils 97 % belegt. Die Mastdauer betrug wie in der konventionellen Fütterung 20 Wochen. Die Öko-Putenhähne erzielten mit 17,3 kg ein etwas geringeres Schlachtkörpergewicht als in der konventionellen Putenmast. Der Futterverbrauch lag mit 54,9 kg/Tier etwas höher als bei konventionellen Hähnen.

Die in der Tabelle 23 dargestellten, potenziell essbaren, prozentualen Anteile der Futtermittel (PQS-Input) verdeutlichen auch für die ökologische Fütterung die hohe Nahrungskonkurrenz des eingesetzten Sojaproduktes.

Tabelle 23: Kalkulationsgrundlagen für die Berechnung der Lebensmittelkonversions-effizienz (LKE) – hier: der humanernährungstaugliche Beitrag von Futtermitteln zur LKE-Protein in der ökologischen Putenmast

Futtermittel	gesamter human- ernährungstauglicher Protein-Anteil (g/Tier)	PQS-Input (%)
Sojakuchen	1.708	30,2
Sonnenblumenkuchen (45 %)	279	2,4
Sonnenblumenkuchen (38 %)	641	4,2
Sonnenblumenkuchen (30 %)	213	1,0
Erbsenproteinkonzentrat	70	1,2
Erbsen	634	7,5
Rapskuchen	322	4,1
Mais	490	3,8

Weizen	309	2,3
Triticale	449	4,1
Rispenhirse	345	2,8
Sonstige	23	0,3
Summe	5483	64

Der humanernährungstaugliche Beitrag der tierischen Erzeugnisse zur LKE-*Protein* wird in der Tabelle 24 am Beispiel einer Mastpute dargestellt. Für die Berechnung der essbaren Produkte vom Gesamtgewicht des Schlachtkörpers werden die Knochenmenge sowie die Verluste zwischen Schlachtung und Verzehr und die als Heimtierfutter verwendete Menge abgezogen. Im konkreten Beispiel des Putenhahnes verbleiben vom Schlachtkörpergewicht (17,3 kg) 11,57 kg Putenfleisch (mit Haut). Dieses weist aufgrund der hohen Proteinqualität einen PQS von 104 % auf.

Tabelle 24: Kalkulationsgrundlagen für die Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz(LKE) – hier: der humanernährungstaugliche Beitrag der tierischen Erzeugnisse zur LKE-Protein in der ökologischen Putenmast

Tierisches Produkt	kg	Proteingehalt (g/kg)	Proteinmenge, gesamt g/Tier	Anteil in %	PQS-Output (%)
Putenfleisch mit Haut	11,57	216	2.500	96,0	104
tierische Nebenprodukte	0,62	166	103	4,0	0
Summe			2.603		104

4.5.4.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der kalkulierten Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE-Protein und LKE-Protein*PQV) für das skizzierte Verfahren der ökologischen Putenmast sind in der Tabelle 25 zusammengefasst.

Tabelle 25: Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE-Protein und LKE-Protein*PQV) für verschiedene Verfahren der Putenmast

Merkmal	öko-konforme Alleinfuttermischungen	öko-konforme Fütterung und Haltung	konventionelle Alleinfuttermischungen
Schlachtkörper, kg	17,30	18,00	18,10
Summe Protein-Output, g	2.603	2.709	2.724
Summe Protein-Input, g	5.483	5.571	8.785
LKE-Protein	0,47	0,49	0,31
PQS-Output, %	104	104	104
PQS-Input, %	64	63	80
PQV	1,63	1,64	1,30
LKE-Protein*PQV	0,77	0,80	0,40

Das Proteinqualitätsverhältnis (PQV) ist definiert als Proteinscore (PQS) des Outputs durch den PQS des Inputs. Daneben sind in der Tabelle 25 zwei weitere Beispiele dargestellt. Die im Projekt AminoVit durchgeführte Haltungsvariante „Mobilstall mit Grünauslauf“ bildet eine ökokonforme Fütterung und Haltung ab. Unter diesen Bedingungen stehen den Tieren

weitere Nährstoffquellen zur Verfügung: Grünfütter, Insekten und Würmer. Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass ein attraktiv ausgestalteter Grünauslauf in der Mastperiode (9. bis 20. Lebenswoche) einen nennenswerten Beitrag zur Proteinversorgung der Puten leisten kann. Dies verdeutlichen auch die in der Tabelle 4 dargestellten Kennzahlen. In dieser Tabelle ist als 3. Beispiel ein Verfahren aus der konventionellen Putenmast mit der genetischen Herkunft B.U.T 6 (Hähne) dargestellt (Plesch et al., 2014). In dieser Studie wurde die auch für die Praxis typische Variante mit Sojaextraktionsschrot (Hochprotein; HP-SES) als Basis für die Proteinversorgung betrachtet. Daneben erfolgte in diesem Versuch eine ergänzende Versorgung mit freien Aminosäuren.

In der konventionellen Mast erfolgt ein wesentlich höherer Protein-Input als in der ökologischen Variante (8785 g versus 5483 g/Tier). Dagegen liegen beide Verfahren im Protein-Output auf einem vergleichbaren Niveau (2724 g versus 2603 g/Tier). Somit ergibt sich für die ökologische Putenmast eine höhere *LKE-Protein* als unter konventionellen Fütterungsbedingungen (0,47 versus 0,31). Bei Berücksichtigung der Proteinqualität für die Humanernährung (PQV) zeigt sich für die ökologische Fütterung ein Vorteil. Bei gleichem PQS-Output und geringerem PQS-Input ergibt sich ein höheres PQV (1,63 versus 1,30). Damit verbessert sich für beide Verfahren die Lebensmittelkonversionseffizienz (*LKE-Protein*PQV*), wobei sich der Abstand zugunsten der ökologischen Fütterung vergrößert. Die Leistungsdaten der Putenhähne mit Auslauf liegen praktisch gleichauf mit denen der Tiere aus konventioneller Haltung. Da die zusätzlich aufgenommenen Proteine nicht humanernährungstauglich sind, ergibt sich somit eine nochmals verbesserte Lebensmittelkonversionseffizienz (*LKE-Protein*PQV*). Allerdings muss einschränkend vermerkt werden, dass der erzielte Wert von 0,80 zwar doppelt so hoch liegt wie der von konventionell erzeugtem Putenfleisch aber den Zielwert von ≥ 1 ebenfalls verfehlt.

4.5.4.4 Fazit

Die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) bewertet die Nahrungskonkurrenz eines Produktionsverfahrens in der Tierischen Erzeugung. Hierbei sollte das Ziel erreicht werden: $LKE-Protein*PQV \geq 1$. Für die Geflügelmast kann dieses Ziel kaum erreicht werden. In der ökologischen Putenmast (mit Grünauslauf) lässt sich ein $LKE-Protein*PQV = 0,80$ erzielen und damit ein doppelt so hoher Wert wie in der konventionellen Putenmast.

4.5.5 Ökonomische Auswertung

4.5.5.1 Material und Methoden

Aufbauend auf den bereits dargestellten Mast- und Schlachtleistungsdaten erfolgte abschließend eine ökonomische Bewertung der Versuchsvarianten. Als ökonomische Kennzahl für den Vergleich wurde der IOFC (income over feed costs, Überschuss nach Abzug der Futterkosten) gewählt. Die für die Mischungskalkulation unterstellten Netto-Preise der verwendeten Rohstoffe können Tabelle 26 entnommen werden. Die Mischungsanteile der Rohstoffe in den einzelnen Futtermischungen wurden anschließend mit den jeweiligen Preisen multipliziert.

**Tabelle 26: Unterstellte Futtermittelpreise für die Kalkulation der Futterkosten
(Erhebungszeitraum: Februar-Juli 2023)**

Futtermittel	€/dt (netto)
Sojakuchen	133
Sonnenblumenkuchen aus vollentschälten Kernen (45% Rohprotein)	250
Sonnenblumenkuchen aus teilentschälten Kernen (38% Rohprotein)	100
Sonnenblumenkuchen aus teilentschälten Kernen (30% Rohprotein)	80
Erbsenproteinkonzentrat (konventionell)	300
Erbsen	80
Rapskuchen	75
Mais	62
Weizen	58
Triticale	58
Hafer	45
Rispenhirse	80
Weizengrieskleie	50
Grünmehl	45
Melasse	93
Sojaöl	184
Vormischung	253
Calciumcarbonat	15
Monocalciumphosphat	130
Natriumchlorid	20
EcoVit R (riboflavinreiches Fermentationsprodukt)	600

Die so errechneten und in Tabelle 27 aufgeführten Kosten je dt Futtermischung enthalten zudem jeweils pauschal einen Zuschlag in Höhe von 8 €/dt (netto) für das Schroten, das Mischen sowie die Absackung. Erwartungsgemäß sanken mit abnehmenden Anforderungen an die Aminosäurenkonzentration die Mischungspreise von Phase 1 bis Phase 6 deutlich. Auch innerhalb einer Phase verringerten sich die Kosten je dt Futter bei einer Aminosäurenabsenkung um 10 % um ca. 4 (Phase 4) bis 8 % (Phase 1).

Selbstverständlich handelt es sich bei den konkreten Preiskalkulationen um eine Momentaufnahme. Die Preisrelationen zwischen energie- und proteinbetonten Futtermitteln dürften aber auch mittelfristig auf einem ähnlichen Niveau verbleiben. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse und Erkenntnisse sollten somit auch auf eine zukünftig höher oder niedriger liegende Preisstruktur passen.

Tabelle 27: Kalkulierte Kosten der Mischungen in €/dt (netto, anteilige Rohstoffkosten zzgl. 8 €/dt für Schrotten, Mischen und Absacken)

Zeitraum	Variante	€/dt (netto)
Phase 1 (1.-4. LW)	P1-80 %	137,70 €
	P1-70 %	126,81 €
Phase 2 (5.-8. LW)	P2-90%	124,90 €
	P2-80%	117,13 €
Phase 3 (9.-12. LW)	P3-90%	96,43 €
	P4-100%	93,05 €
Phase 4 (13.-16. LW)	P4-90%	89,04 €
	P5-90%	85,50 €
Phase 5 (17.-20. LW)	P5-90%	85,50 €
Phase 6 (21.-22. LW)	P6-80%	82,94 €

Zur Berechnung des IOFC ist es zudem erforderlich, die Verkaufserlöse in die Kalkulation mit einzubeziehen. Da es in der Praxis sowohl Öko-Putenmastbetriebe gibt, die in der Direktvermarktung aktiv sind wie auch Betriebe, die an Öko-Schlachtbetriebe liefern, erfolgt im Anschluss eine getrennte Auswertung nach Vermarktungswegen. Der Vermarktungsweg hat einen entscheidenden Einfluss darauf, welches Schlachalter letztendlich für den Betrieb optimal ist. Zur Kalkulation der erzielbaren Verkaufserlöse wurden die Werte aus Tabelle 28 herangezogen. Zur leichteren Einordnung sind hier für die wertvollen Teilstücke auch die Brutto-Preise angegeben. Diese dienen rein zur Information. In die Berechnung gingen nur die Netto-Preise ein. Die Preise für die Teilstücke wurden anhand einer Internetrecherche (Stand: November 2023) ermittelt. Der Auszahlungspreis des Schlachthofs anhand eines Experteninterviews geschätzt.

Tabelle 28: Unterstellte Verkaufserlöse in €/kg Teilstück bzw. je kg Lebendgewicht

	€/kg (netto)	€/kg (inkl. 7 % MwSt.)
Direktvermarktung		
Flügel	9,35	10,00
Brust	20,56	22,00

Filet	21,50	23,00
Oberkeule	14,02	15,00
Unterkeule	12,15	13,00
Karkasse	-	-
Vermarktung an Schlachthof		
Auszahlungspreis (lebend, geschätzt)	3,50	

4.5.5.2 Ergebnisse

In Abbildung 12 und Abbildung 13 sind die errechneten Werte für den IOFC in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachalters, der Fütterungsstrategie und der Vermarktung dargestellt.

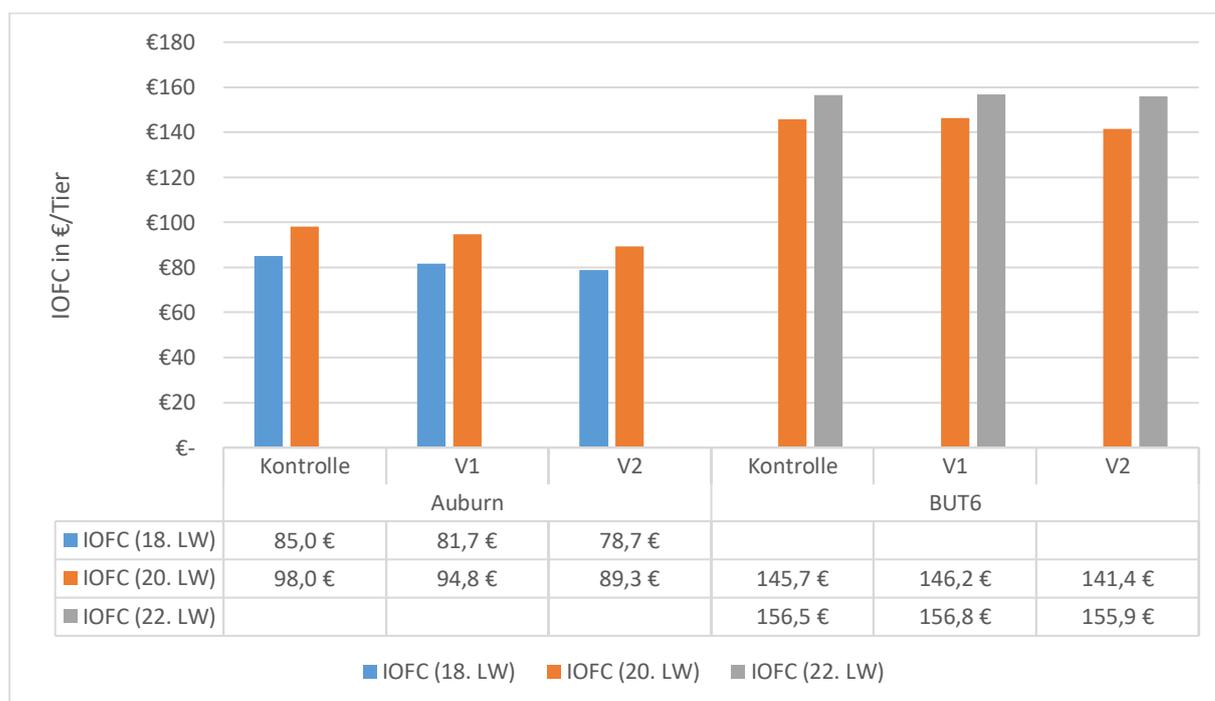


Abbildung 12: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachalters und der Fütterungsvariante in der Direktvermarktung

Auburn-Putenhähne erzielen aufgrund der niedrigeren Lebendmassen und des höheren Futteraufwands je kg Lebendmassezuwachses durchgängig niedrigere IOFC-Werte als B.U.T. 6-Hähne (Abbildung 12). Um denselben IOFC für einen B.U.T. 6-Putenhahn zu erreichen, müssten etwa 1,4 Auburn-Hähne – also ca. 40 % mehr Tiere – am Betrieb gemästet werden. Bei einer Direktvermarktung der wertvollen Teilstücke der Putenschlachtskörper ergeben sich für beide Herkünfte ziemlich hohe Werte pro Tier. An der Stelle muss aber

explizit darauf hingewiesen werden, dass im Gegensatz zur Vermarktung an den Schlachthof, hieraus noch Arbeitserledigungskosten für die Schlachtung, Zerlegung, Weiterverarbeitung und den Verkauf entlohnt werden müssen. Zudem können weitere Festkosten für den mobilen oder stationären Verkauf hinzukommen. Es ist aber nicht Ziel dieses Kapitels, die Verfahren bis zur Ebene des erzielbaren Gewinns zu kalkulieren, sondern lediglich einen ökonomischen Vergleich aufgrund der biologischen Leistungen und der Futterkosten anzustellen und entsprechende Managemententscheidungen daraus abzuleiten. Bei beiden Herkünften steigt der IOFC mit zunehmender Mastdauer noch deutlich an. Dies bedeutet, dass unter der Annahme einer Direktvermarktung der Schlachtkörper, die jeweils spätere Schlachtzeitpunkt (Auburn: 18. LW, B.U.T. 6: 22. LW) ökonomisch sinnvoller war. In Bezug auf die Fütterungsstrategie zeigt sich bei den Auburn-Hähnen zu beiden Schlachtzeitpunkten und bei den B.U.T. 6-Hähnen zumindest bei der Schlachtung nach der 20. Lebenswoche, eine abnehmende Tendenz von der Kontrolle über die V1 zur V2. Daraus lässt sich ableiten, dass die Tiere, die in der Aufzucht restriktiver mit essentiellen Aminosäuren versorgt wurden, dies - mit Ausnahme der B.U.T. 6-Puten mit 22 Lebenswochen – auch aus ökonomischer Sicht nicht vollständig kompensieren konnten. Ein Ergebnis, das doch überrascht, da eigentlich extensivere Herkünfte wie die Auburn-Genetik gerne im Ökolandbau bevorzugt werden mit dem Argument, dass diese Tiere besser mit niedrigeren Aminosäurenkonzentrationen im Futter zurechtkommen als schnellwachsende.

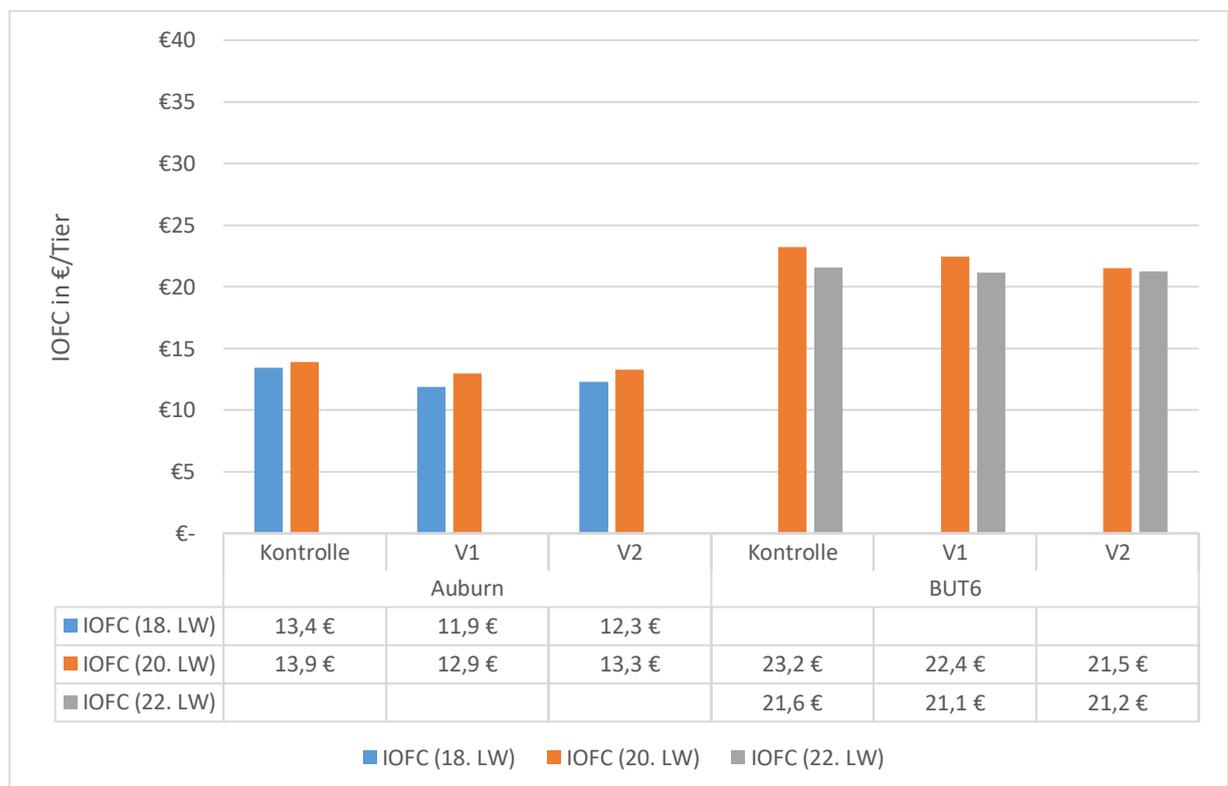


Abbildung 13: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachters und der Fütterungsvariante bei der Lebendvermarktung an einen Schlachthof

Erfolgt die Vermarktung der schlachtreifen Tiere an eine Öko-Schlachtstätte zu einem Festpreis je kg Lebendgewicht, so zeigen sich doch kleine, aber durchaus relevante Unterschiede zum Szenario „Direktvermarktung“ (Abbildung 13). Die Differenzen im IOFC je Tier sind nun bei den Auburn-Tieren sowohl hinsichtlich Fütterungsstrategie wie auch Schlachalter deutlich geringer ausgeprägt. Da die Differenz zwischen der Schlachtung nach der 18. und nach der 20. Lebenswoche nur noch ca. 0,5 bis 1,0 €/Tier beträgt, wäre hier wohl ein früherer Schlachttermin anzuraten, da die geringe Differenz zugunsten des späteren Termins das Risiko (ökonomisch schwerwiegender) Tierverluste in den letzten beiden Wochen nicht ausreichend absichert. Bei den B.U.T. 6-Putenhähnen ergibt sich sogar noch ein ganz anderes Bild: Hier sinkt der IOFC sogar bei einer späteren Vermarktung an den Schlachthof. Basierend auf den vorliegenden Versuchsergebnissen wäre hier die Kontrollvariante und ein Verkauf am Ende der 20. Lebenswoche die wirtschaftlichste Strategie.

In Abbildung 14 und Abbildung 15 sind die errechneten Werte für den IOFC in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachters, der Haltungsbedingungen und der Vermarktung dargestellt.

Bei der ökonomischen Bewertung der Haltungsverfahren zeigen sich im Szenario „Direktvermarktung“ ebenfalls wieder für beide Genetiken höhere IOFC-Werte mit zunehmenden Alter der Tiere (Abbildung 14). Hinsichtlich der Auburn-Hähne nimmt der Effekt v. a. in der Mobilstallhaltung mit Grünauslauf zum Ende der 20. LW nochmal deutlich zu. Die B.U.T. 6-Hähne erreichen zu beiden Schlachtterminen die höchsten IOFC-Werte in dieser Haltungsumwelt. Ein positiver ökonomischer Beitrag der Silagebeifütterung konnte bei den B.U.T. 6-Tieren nicht errechnet werden. Bei den Auburn-Tieren verschlechterte die Silagebeifütterung sogar die Wirtschaftlichkeit gegenüber der Kontrollvariante ohne Raufuttergabe, die aber natürlich so nicht ökokonform ist.

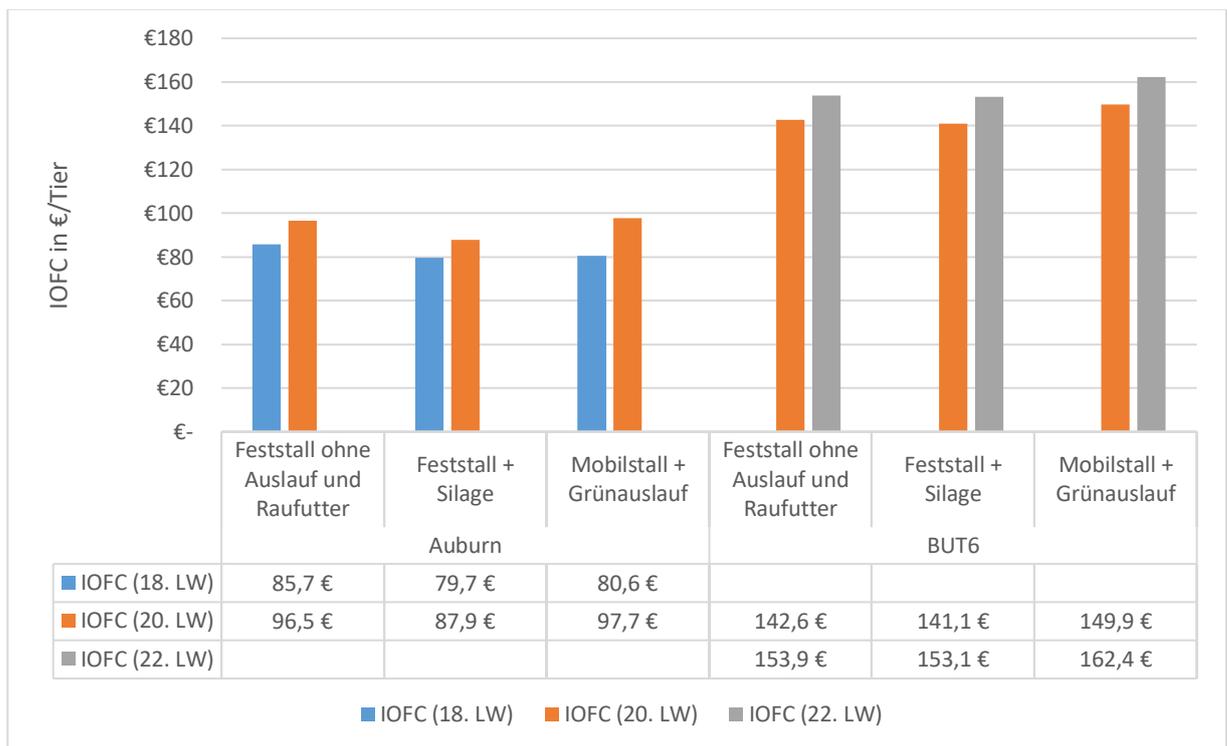


Abbildung 14: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachtalters und der Haltung in der Direktvermarktung

Werden die Putenhähne per Festpreis je kg Lebendgewicht an einen Schlachthof vermarktet so zeigt sich hinsichtlich des optimalen Schlachtalters hier ein ähnliches Bild wie oben gezeigt (Abbildung 15). Die Auburn-Hähne können sich, insbesondere im Mobilstall mit Grünauslauf, noch leicht steigern. Für eine angemessene Risikoprämie als Kompensation für etwaige Tierverluste in den letzten beiden Wochen dürfte das für die meisten Mäster aber zu gering sein, weshalb auch hier ein jüngeres Schlachtalter empfehlenswert ist. Bei den B.U.T. 6-Tieren zeigen sich wiederum verringerte IOFC-Werte bei dem späteren Verkaufstermin, so dass hier die Empfehlung noch eindeutiger ausfällt.

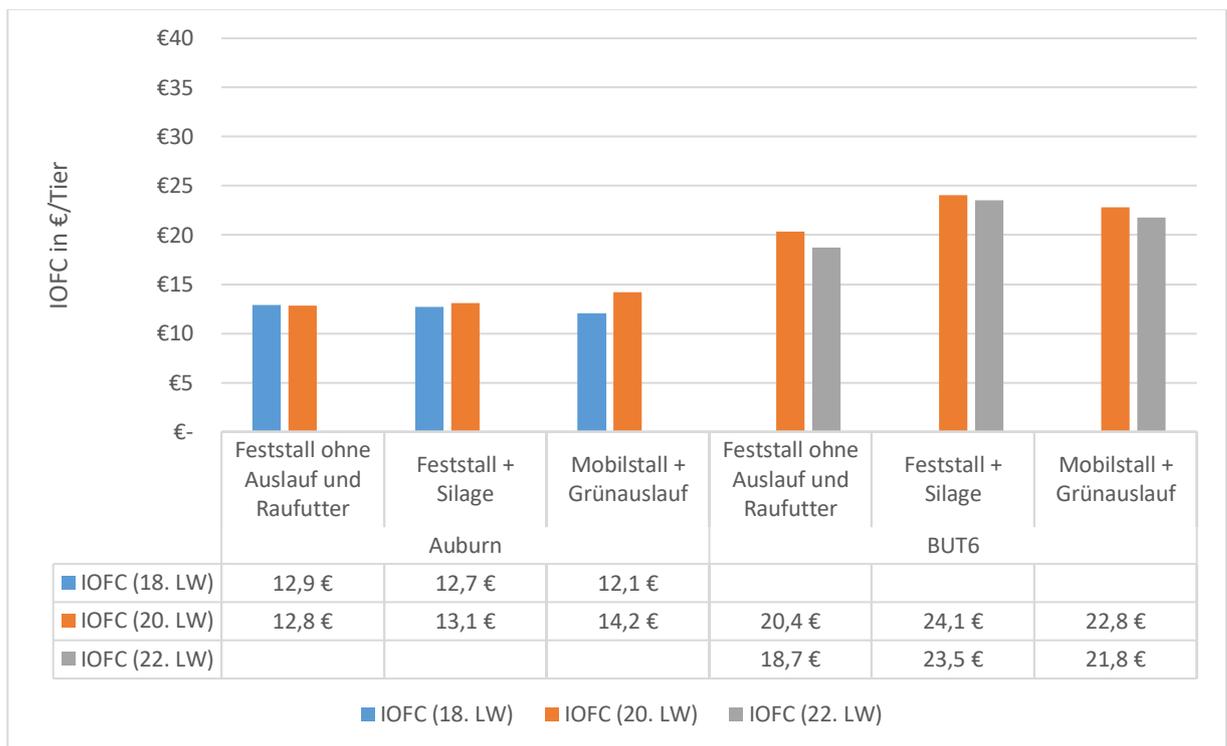


Abbildung 15: Errechneter IOFC (income over feed costs) in €/Tier in Abhängigkeit der Herkunft, des Schlachtalters und der Haltung bei der Lebendvermarktung an einen Schlachthof

4.5.5.3 Fazit

Bei der Direktvermarktung kann festgehalten werden, dass ein attraktiver Grünauslauf auch bei Verwendung von schnell wachsenden B.U.T. 6-Putenhähnen die Ökonomie positiv beeinflussen kann.

Für die Vermarktung über den Schlachthof hat sich gezeigt, dass die B.U.T. 6-Hähne auch ökonomisch sehr positiv auf eine Raufuttergabe bzw. Grünauslauf reagiert haben. Die günstigere Verteilung an wertvollen Teilstücken ist aber in dem Szenario „Lebendvermarktung an einen Schlachthof“ nicht relevant und verbessert somit die Ökonomie nicht.

4.5.6 Tierwohl

4.5.6.1 Material und Methoden

Die Fußballengesundheit und Gefiederverschmutzung wurde am Ende jeder Fütterungsphase (Lebenswoche 4, 8, 12, 16 und 20) beurteilt wie in Tabelle 17 dargestellt. Die Stichprobengröße war zufällig und betrug 5 - 10 Tiere pro Stall (abhängig von der Besatzdichte). Für die Betrachtung auf Einzeltierebene wurde nur ein Fuß, eine Körperseite oder ein Flügel pro Tier in die Bewertung einbezogen und immer der Teil mit der stärkeren Veränderung ausgewählt. Wenn die Fußballen verschmutzt waren, wurden sie gereinigt.

4.5.6.2 Ergebnisse

Am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) zeigten die Auburn-Tiere vor allem im Mobilstall eine höhere Prävalenz an Fußballenveränderungen als die B.U.T. 6-Tiere (Tabelle 17). Der Anteil an starken Veränderungen lag bei beiden Genetiken jedoch in allen Haltungssystemen unter 10 %.

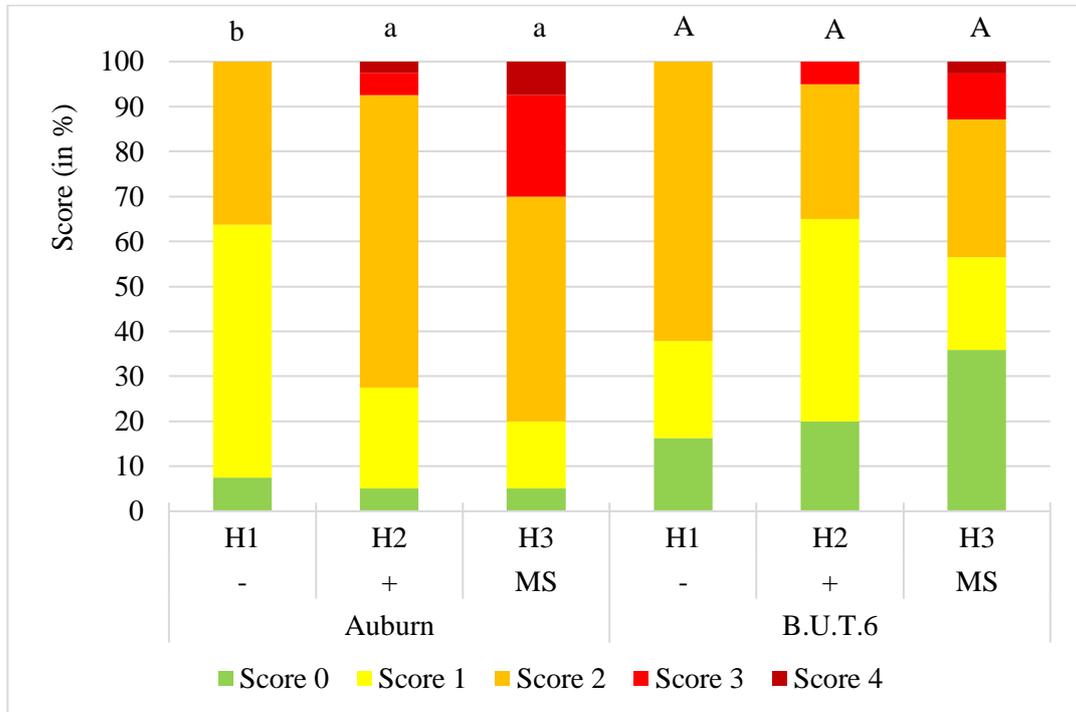


Abbildung 16: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 4 (starke Veränderungen) für Fußballengesundheit am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem

Während der Anteil an Tieren mit sauberem Gefieder am Ende der Mastphase bei den Auburn-Tieren in allen drei Haltungssystemen bei über 60 % lag, konnten bei den B.U.T. 6-Tieren nur etwa 30 % ohne Gefiederverschmutzung beobachtet werden (Abbildung 17). Der Anteil stark verschmutzter Tiere schwankte bei B.U.T. 6 zwischen 20 und 30 % und bei Auburn zwischen 15 und 20 %.

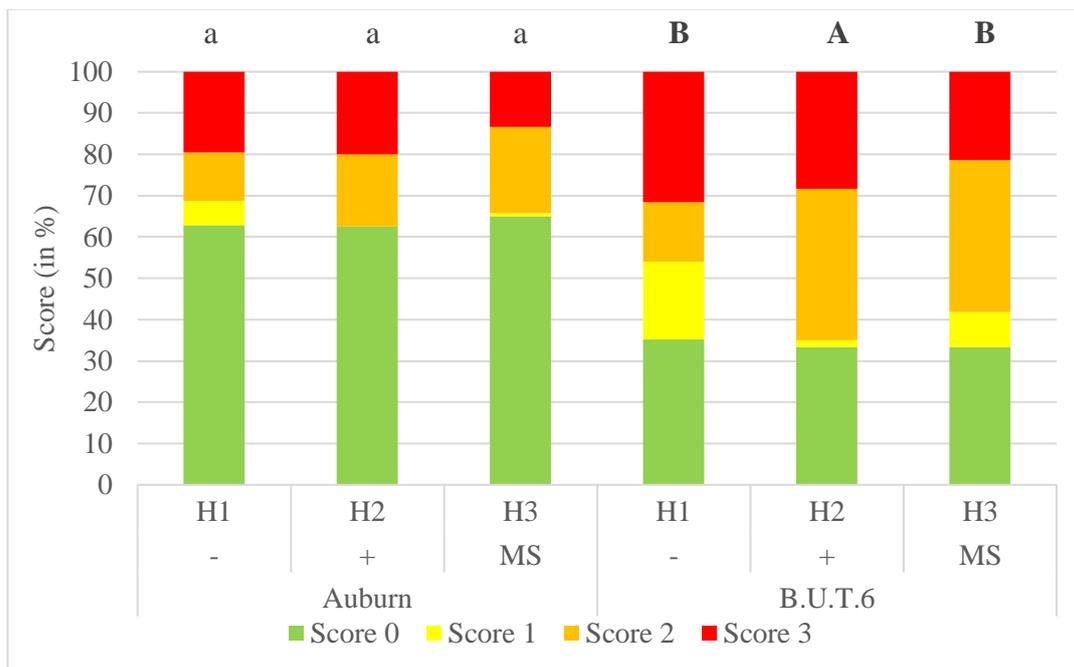


Abbildung 17: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für Gefiederverschmutzung am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem

4.5.6.3 Fazit

Ein reduziertes EAS-Versorgungsniveau führte zu keiner Veränderung der Fußballendermatitis-Prävalenz in der Aufzucht. In der Mast sorgte das reduzierte EAS-Versorgungsniveau (ab Aufzucht, V2) zu einer Reduktion der Fußballen-Läsionen, wobei diese Effekte bei B.U.T. 6-Puten deutlich ausgeprägter war als bei den Auburn-Tieren. Im Vergleich der beiden Genetiken, zeigten B.U.T. 6-Tiere tendenziell Vorteile gegenüber Auburn-Tieren. Am Standort Freising waren die Prävalenzen für Fußballenveränderungen insgesamt höher als am Standort Kitzingen. Die Gefiederverschmutzung war bei den B.U.T. 6-Tieren ausgeprägter als bei den Auburn-Tieren.

5. Bedarfsempfehlungen für die Riboflavinversorgung von Mastputen unterschiedlicher Genotypen unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen (Arbeitspaket 4)

5.1 Fragestellung

Ziel dieses Arbeitspaketes war es, die optimale Riboflavin-Versorgungsstrategie für schnell wachsende B.U.T. 6-Putenhennen und -hähne und langsam wachsende Auburn-Putenhennen und -hähne unter Berücksichtigung von Freilandhaltung und

Silagebeifütterung als riboflavinreiches Ergänzungsfutter in der Mastperiode (nur Putenhähne) zu bestimmen. Weitere Informationen zu diesem Arbeitspaket finden sich in den folgenden Veröffentlichungen:

- B. Thesing, P. Weindl, S. Göppel, S. Born, P. Hofmann, C. Lambertz, B. Schade, E. Schmidt, G. Bellof (2023) Effects of increasing riboflavin content in feed mixtures on selected liver traits and performance of organically reared hens (up to eight weeks of age) of intensive and semi-intensive turkey lines. *European Poultry Science*, 87. DOI: 10.1399/eps.2023.385.
- D. Haug, R. Schreiter, B. Thesing, L. Rathmann, C. Lambertz, P. Hofmann, M. Erhard, G. Bellof, E. Schmidt (2023) Injurious pecking in organic turkey fattening – effects of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T.6) genotype, different husbandry systems and various feeding on injuries and plumage damage. *Poultry Science*, 102, 102746. DOI: 10.1016/j.psj.2023.102746.
- B. Thesing, P. Weindl, D. Haug, L. Rathmann, P. Hofmann, C. Lambertz, E. Schmidt, G. Bellof (2023) Riboflavin supply strategies in male turkey production including either supply of alfalfa silage or free-range access in organic farming. *European Poultry Science*, 87. DOI: 10.1399/eps.2023.379.

5.2 Leistungsversuch Hennen

5.2.1 Leistungsparameter und Riboflavingehalte in der Leber

5.2.1.1 Material und Methoden

Der Versuch zur Riboflavinversorgung bei den Putenhennen bis zur 8. Lebenswoche (P1 + P2) konnte planmäßig Mitte Oktober 2021 abgeschlossen werden. Auf Basis der Ergebnisse aus den Leistungsversuchen zur Aminosäurenversorgung im AP 3 wurde die Fütterungsvariante 3 (80 % Aminosäuren-Versorgungsstufe in P1 und 90 % in P2) als Grundlage für die Inhaltsstoffausstattung der Futtermischungen ausgewählt. Im AP 4 wurden 4 Versuchsmischungen, die sich nur bezüglich des Riboflavin-Gehalt unterschieden (R1 – R4), geprüft. Die kalkulierten und analysierten Riboflavin-Gehalte der Versuchsfuttermischungen für die Fütterungsphasen P1 und P2 sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

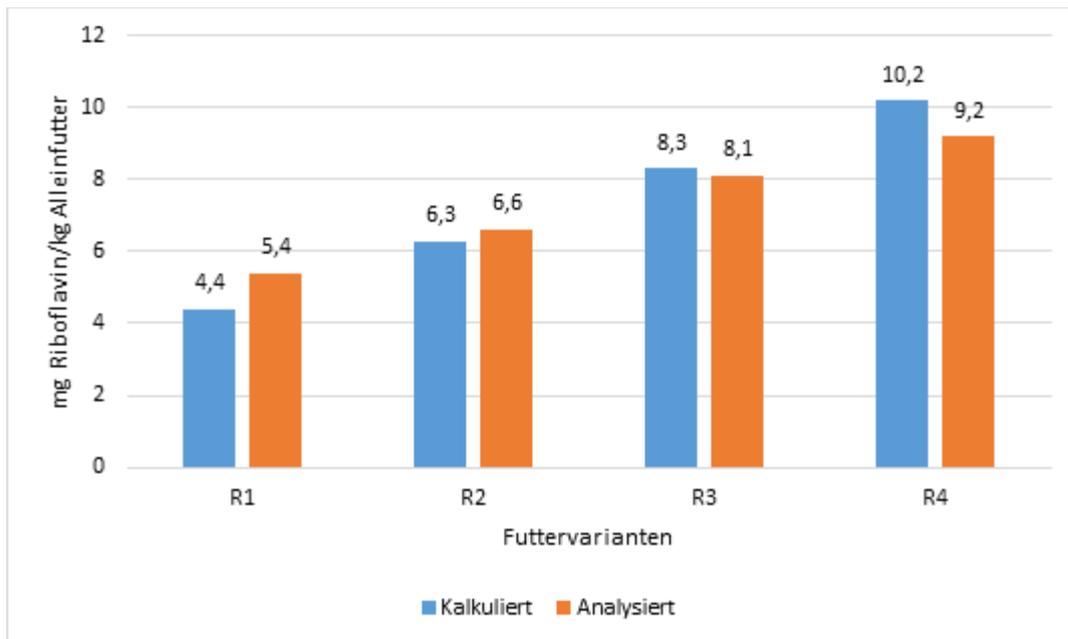


Abbildung 18: Kalkulierter und analysierter Riboflavin-Gehalt in der Futtermischungen R1 bis R4 in der Fütterungsphase P1 (1.-4. Lebenswoche)

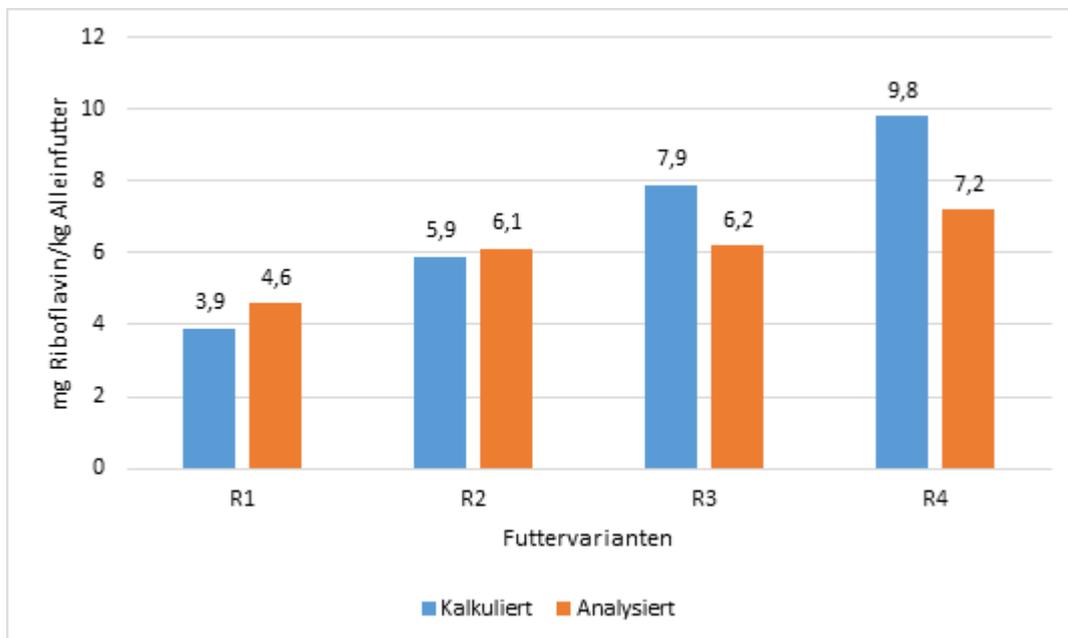


Abbildung 19: Kalkulierter und analysierter Riboflavin-Gehalt in der Futtermischungen R1 bis R4 in der Fütterungsphase P2 (5.-8. Lebenswoche)

5.2.1.2 Ergebnisse

Die Futtermittelaufnahme in der Fütterungsphase P2 lag bei der Herkunft B.U.T. -6 am Standort Freising höher als am Standort Kitzingen. Die B.U.T.6-Tiere der R1-Gruppe zeigten gegenüber der R4-Gruppe eine signifikant höhere Futtermittelaufnahme. Bei Futtermittelverbrauch und Lebendmasse unterschieden sich in P1 und P2 die Fütterungsgruppen und Versuchsstandorte nicht, aber die Genotypen. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die durchschnittlichen Lebensmassen für die entsprechenden Versuchszeiträume. Der Riboflavin-Gehalt in der Leber zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen. Ergebnisse zur Tierwohlbonitur und zum Tierverhalten befinden sich aktuell noch in der statistischen Auswertung.

Tabelle 5: Durchschnittliche Lebendmasse je Tier, aufgeteilt nach Genotyp (G), Haltungsumwelt/Standort (S) und Fütterungsgruppe (F) in der ersten und zweiten Fütterungsphase

Merkmal	Genotyp (G)		Standort (S)		Fütterung (F) ¹				F-Werte p ²			G*F
	Auburn	B.U.T. 6	KT	FS	R1	R2	R3	R4	G	S	F	
Lebendmasse, g/Tier	61,8	63,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	7140	0,82	0,29	0,36
P 0 (0. Tag)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,0001	0,37	0,83	0,78
Lebendmasse, g/Tier	858	1054	952	961	967	950	942	966	393	0,82	1,55	1,35
P 1 (28. Tag)	7,0	7,0	7,0	7,0	9,9	9,9	9,9	9,9	<0,0001	0,37	0,22	0,27
Lebendmasse, g/Tier	2882	3799	3367	3314	3406	3324	3315	3317	1034	3,46	2,34	3,42
P 2 (56. Tag)	20	20	20	20	29	29	29	29	<0,0001	0,07	0,09	0,03

Tabelle 1: Lebergewichte und Riboflavingehalte in der Leber von Putenhennen aufgeteilt nach Genotyp (G), Haltungsumwelt/Standort (S) und Fütterungsgruppe (F) in der ersten und zweiten Fütterungsphase

Merkmal	Genotyp (G)		Standort (S)		Fütterung (F) ¹				F-Werte			
	Auburn	B.U.T. 6	KT	FS	R1	R2	R3	R4	G	S	F	G*F
Lebergewicht, g	25,81	32,77	28,69	29,90	29,29	29,29	29,63	28,96	102,31	3,09	0,16	0,42
P 1 (Tag 28)	0,486	0,486	0,486	0,486	0,688	0,688	0,688	0,688	<0,001	0,087	0,925	0,737
Lebergewicht, g	75,86	103,48	88,71	90,62	94,43 ^a	89,49 ^{ab}	87,56 ^b	87,18 ^b	199,03	0,95	2,90	2,53
P 2 (Tag 56)	1,384	1,384	1,384	1,384	1,958	1,958	1,958	1,958	<0,001	0,335	0,047	0,071
Riboflavin, mg/kg Leber	22,02	21,57	21,28	22,31	21,42	22,16	21,55	22,05	0,78	4,00	0,50	0,53
P 1 (Tag 28)	0,364	0,364	0,364	0,364	0,515	0,515	0,515	0,515	0,383	0,053	0,682	0,662
Riboflavin, mg/kg Leber	15,35	14,90	14,93	15,33	14,48	15,03	15,63	15,35	2,10	1,66	2,54	2,32
P 2 (Tag 56)	0,225	0,225	0,222	0,222	0,314	0,314	0,314	0,314	0,155	0,205	0,071	0,090
Riboflavin, mg/Leber	0,568	0,705	0,609	0,664	0,625	0,649	0,634	0,636	73,63	11,99	0,37	0,14
P 1 (Tag 28)	0,011	0,011	0,011	0,011	0,016	0,016	0,016	0,016	<0,001	0,001	0,775	0,939
Riboflavin, mg/Leber	1,163	1,5367	1,317	1,383	1,362	1,330	1,371	1,338	98,93	3,14	0,27	0,40
P 2 (Tag 56)	0,0266	0,0266	0,027	0,0267	0,038	0,038	0,038	0,038	<0,001	0,084	0,846	0,757

¹ Futtervarianten mit folgenden kalkulierten Riboflavingehalten im Alleinfutter (in mg/kg)
R1: 4,4 (P1) und 3,9 (P2); R2: 6,3 (P1) und 5,9 (P2); R3: 8,3 (P1) und 7,9 (P2); R4: 10,2 (P1) und 9,8 (P2)

5.2.1.3 Fazit

Der Durchgang konnte ohne Komplikationen mit hohen Wachstumsleistungen und geringen Verlusten abgeschlossen werden. Die Genetik Auburn scheint bereits bei der geringsten B₂-Versorgungsstufe ihr Wachstumspotential ausschöpfen zu können. Für die Herkunft B.U.T. 6 zeigte sich bei der niedrigsten Versorgungsstufe eine höhere Futterraufnahme. Dies könnte darauf hindeuten, dass diese Tiere versuchen, geringere B₂-Gehalte auszugleichen. Die Leber scheint keinen wesentlichen Speicher für Vitamin-B₂ darzustellen.

5.2.2 Tierwohlindikatoren

5.2.2.1 Material und Methoden

Die Erhebung der Tierwohlindikatoren Fußballengesundheit, Gefiederverschmutzung und Verletzungen erfolgte entsprechend der vorangegangenen Leistungsversuche. Details zu den Boniturschemata sind in Tabelle 17. Die Bonitur erfolgt nach jeder Fütterungsphase (4., 8. und 12 Lebenswoche). Stichprobengröße war zufällig und betrug 5 - 10 Tiere pro Stall (abhängig von der Besatzdichte).

5.2.2.2 Ergebnisse

Ähnlich wie im Leistungsversuch 2 mit Putenhennen, waren auch in diesem Hennendurchgang Veränderungen der Fußballen am Ende der Aufzucht (8. Lebenswoche) nur in geringem Maße vorhanden (Abbildung 20). Zur 12. Lebenswoche stieg die Prävalenz bei beiden Genetiken an, wobei auch hier mittelgradige Veränderungen die Ausnahme waren. Insgesamt war die Fußballengesundheit bei B.U.T. 6 besser als bei Auburn.

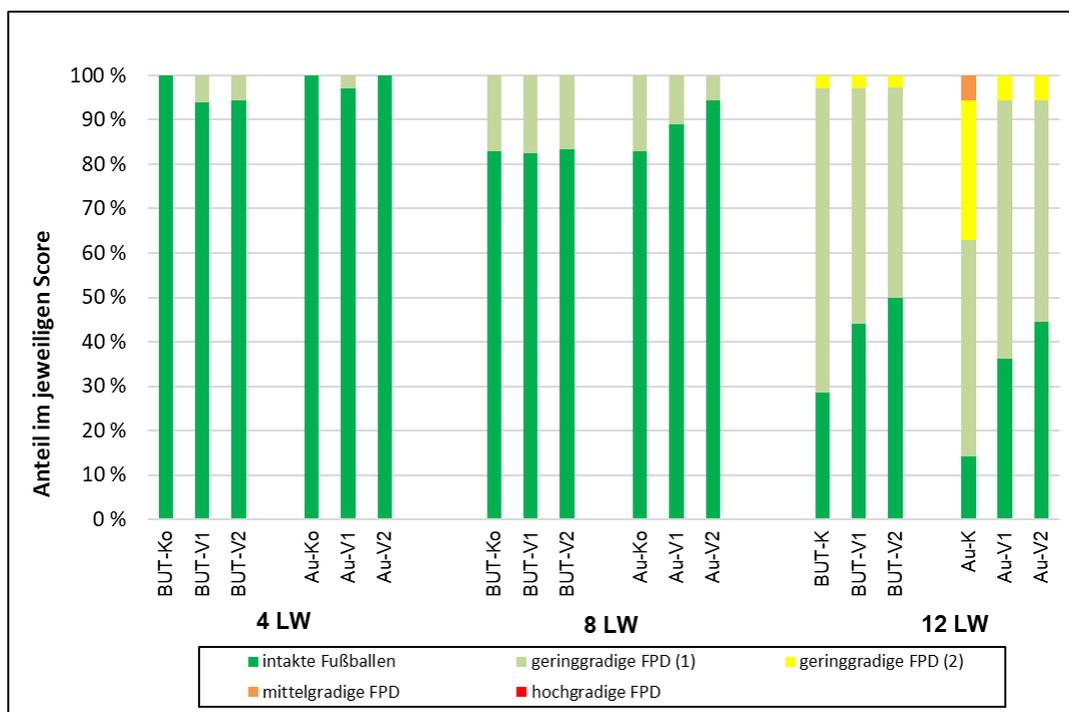


Abbildung 20: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für die Fußballen-Dermatitis am Ende der Aufzuchtphase (8. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Riboflavin-Fütterungsstrategie

Die Genetik Auburn zeigte am Ende der Aufzucht (8. Lebenswoche) keinerlei Gefiederverschmutzung, während bei B.U.T. 6 unabhängig von der Riboflavin-Fütterungsstrategie etwa 10 % ein leicht verschmutztes Gefieder aufwies. Bis zur 12.

Lebenswoche stieg die Gefiederverschmutzung bei B.U.T. 6 auf 10 % mittelgradige und ca. 20 % leichtgradige Verschmutzungen an.



Abbildung 21: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) für die Gefiederverschmutzung am Ende der Aufzuchtphase (8. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Riboflavin-Fütterungsstrategie

5.2.2.3 Fazit

Beeinträchtigungen bei den untersuchten Tierwohlindikatoren waren in diesem Durchgang am Ende der Aufzucht gering und stiegen bis zur 12. Lebenswoche insbesondere bei der Genetik B.U.T. 6 an.

5.3 Leistungsversuch Hähne

5.3.1 Leistungs- und Schlachtkörperparameter und Riboflavingehalte in der Leber

5.3.1.1 Material und Methoden

Aufbauend auf den Erkenntnissen des Leistungsversuches mit Hennen zur Riboflavinversorgung, wurde der Hähneversuch von Februar bis Juli 2022 an den beiden Versuchsstandorten in Freising und Kitzingen durchgeführt. Auf Basis der Ergebnisse aus dem Hennenversuch wurde das Versuchsdesign für den Hähneversuch wie folgt angepasst: In den ersten beiden Fütterungsphasen erhielten beide Genetiken zwei

Riboflavin-Versorgungstufen. Die niedrigere Stufe (4,0 mg Riboflavin / kg Futter) orientierte sich dabei an den Versorgungsempfehlungen der GfE (2004) und den bisherigen Erfahrungen aus den zurückliegenden Versuchen. Die höhere Stufe erhielt einen Aufschlag von 100% (8,0 mg Riboflavin / kg Futter). Ab der dritten Fütterungsphase wurden die langsam-wachsenden Auburn-Hähne dann nur noch mit der niedrigeren Versorgungsstufe gefüttert (Versuchsgruppe V1.2 und V3.2). Bei der schnell-wachsenden Genetik wurden sowohl die niedrigere (Versuchsgruppe V1.1 und V3.1) und höhere Versorgungsstufe (Versuchsgruppe V2.1 und V4.1) gefüttert.

Für den Mastversuch wurden insgesamt 768 männliche Eintagsküken, zu gleichen Teilen der schnell wachsenden Linie B.U.T. 6 und der langsam wachsenden Linie Auburn, eingestallt. Am Standort Freising wurden 20 Tiere je Box und am Standort Kitzingen 12 Tiere je Box eingestallt, wobei an beiden Standorten für die Aufzucht der Tiere 24 Boxen zur Verfügung standen. Die Hähne wurden in fünf Phasen zu je vier Wochen mit nährstoffangepassten Alleinfuttermischungen bis zum Mastende in der 20. Lebenswoche gehalten. Hierbei wurden die Phasen 1 und 2 als Aufzucht und die Phasen 3 bis 5 als Mast definiert.

Als Haltungssysteme wurden sowohl die Feststallhaltung (mit ausschließlicher Kraftfuttermittellieferung) als auch eine Stallhaltung mit Vorlage von Grünfuttersilage und die Mobilstallhaltung (mit Grünauslauf) in die Untersuchungen einbezogen. Es wurden vier verschiedene Fütterungsstrategien, respektive Fütterungsgruppen, betrachtet, die sich in den Riboflavingehalten unterschieden. Die Basis-Futtermischungen wurden anhand der Ergebnisse aus dem Hähneversuch des Arbeitspaketes 3 (Aminosäurenversorgung) ausgewählt. Die Basis-Mischungen der einzelnen Fütterungsphasen enthielten durchgängig abgesenkte AME_N- und abgestufte Aminosäuregehalte (z.B. für Phase 1 (1. bis 4. Woche) 0,118 g (80% der Empfehlungen von Aviagen) Lysin/MJ AME_N und 0,043 g (80%) Methionin/MJ AME_N). In den weiteren Phasen bis zum Versuchsende entsprach der Lysin- und Methionin-Gehalt jeweils 90% der Empfehlungen. Alle Fütterungsgruppen erhielten in der jeweiligen Phase isoenergetische Mischungen. Die Zusammensetzung der Basis-Futtermischung in den einzelnen Fütterungsphasen ist in Tabelle 29 dargestellt. Der Riboflavin-Gehalt in den Versuchsfuttermischungen wurde durch Zugabe des Produktes EcoVit R der Firma Agrano GmbH und Co. KG (Riegel am Kaiserstuhl, Deutschland) auf die in Tabelle 30 dargestellten Zielwerte eingestellt.

Am Standort Freising erfolgte ab der 3. Fütterungsphase für die Hälfte der Tiere aus jeder Box im Feststall die Haltung in Mobilställen mit Zugang zu einem etablierten Grünauslauf (24 flächengleiche Boxen mit entsprechender Auslaufparzelle). Die im Feststall verbliebenen Tiere erhielten über einen Fütterungsroboter (Fa. Hetwin, Langkampfen, Österreich) Luzernesilage. Diese wurde dreimal täglich in dazu vorgesehene, spezielle Futterraufen abgelegt. Die Silagevorlage betrug zu Beginn von P3 200g je Tier und Tag und wurde zu Beginn jeder Phase um 50g erhöht.

Tabelle 29: Zusammensetzung der Basis-Futtermischungen (% im Alleinfuttermittel) in den fünf Fütterungsphasen (jeweils 4 Wochen)

Futtermittel	Fütterungsphase				
	P1-80%	P2-90%	P3-90%	P4-90%	P5-90%
Sojakuchen	12,0	12,0	12,0	12,0	10,0
Sonnenblumen-Kuchen 45 %	23,0	11,5	-	-	-
Sonnenblumen-Kuchen 38 %	-	11,5	21,0	8,0	-
Sonnenblumen-Kuchen 30 %	-	-	-	5,0	12,5
Erbsenproteinkonzentrat	7,0	5,0	-	-	-
Erbsen	-	-	15,0	5,0	5,0
Rapskuchen	7,0	9,0	8,0	7,0	5,0
Mais	12,8	14,9	16,5	21,9	21,7
Weizen	12,5	17,0	13,0	20,0	20,0
Triticale	-	-	7,0	15,0	20,0
Hafer	10,0	12,0	-	-	-
Grieskleie	5,0	-	-	-	-
Grünmehl	5,0	-	-	-	-
Melasse	-	2,5	2,5	2,5	2,5
Sojaöl	1,0	0,5	1,6	0,7	0,7
Calciumcarbonat	1,1	1,3	1,2	1,0	0,9
Monocalciumphosphat	2,1	1,5	1,1	0,9	0,7
Natriumchlorid	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Vormischung	1,5	1,1	0,9	0,8	0,8

Tabelle 30: Riboflavin-Gehalt (mg/kg Alleinfutter, kalkuliert) in den Futtermischungen

Fütterungsphase	V1.B	V1.A	V2.B	V3.B	V3.A	V4.B
	BUT	Auburn	BUT	BUT	Auburn	BUT
Phase 1	4,0	4,0	4,0	8,0	8,0	8,0
Phase 2	4,0	4,0	4,0	8,0	8,0	8,0
Phase 3	2,9	2,9	5,8	2,9	2,9	5,8
Phase 4	2,4	2,4	4,8	2,4	2,4	4,8
Phase 5	2,4	2,4	4,8	2,4	2,4	4,8

5.3.1.2 Ergebnisse

Die Mastleistungsdaten (Tabelle 31) zeigen einen deutlichen Unterschied zwischen beiden Genotypen. Die B.U.T. 6-Hähne wiesen durchgehend höhere Mastleistungen als die Auburn-Hähne auf. Die Ergebnisse liegen – unter Berücksichtigung der abgesenkten Energiekonzentration – auf dem Niveau der Orientierungswerte von Aviagen (2020). In der Aufzucht (P1+P2) lag der Kraftfutterverbrauch am Standort Kitzingen bei 6,69 kg/Tier, die Tiere am Standort Freising wiesen einen Kraftfutterverbrauch von 7,08 kg/Tier auf. Im Gesamtvergleich zu den Tieren ohne Bei-futter, führte die Silagebeifütterung während des gesamten Versuchs zu einem Kraftfutterrückgang von insgesamt 8 kg/Tier. Die Tiere im Mobilstall zeigten einen um 4 kg/Tier reduzierten Kraftfutterverbrauch. An Tag 140 erreichten die Tiere im Mobilstall eine höhere Lebendmasse als die mit Silage gefütterten Tiere. Die Lebendmasse der Tiere mit reiner Kraftfutterfütterung lag zwischen den beiden anderen Varianten. In den vorangegangenen Phasen wiesen die Tiere mit reiner Kraftfutterfütterung die höchste Lebendmasse auf.

Tabelle 31: Mastleistung der Putenhähne am Ende der 5-phasigen Mast (20. Lebenswoche)

Merkmal	Genotyp (G)		Beifütterung (B)		
	Auburn	B.U.T. 6	KF	KF+Si	KF+G
Kraftfutter-Aufnahme Phase 1-5 (kg)	41,9 ^b	57,6 ^a	53,7 ^a	45,7 ^b	49,9 ^a
Lebendmasse (kg) Phase 5	15,2 ^b	21,8 ^a	18,5 ^{ab}	18,2 ^b	18,8 ^a
Kraftfutter-Verwertung Phase 1-5 (kg/kg)	2,77 ^b	2,65 ^a	2,91 ^c	2,53 ^a	2,69 ^b

KF = reine Kraftfutterfütterung in Feststallhaltung am Standort Kitzingen; KF+Si = Kraftfutterfütterung und Silagebeifütterung in Feststallhaltung ab Fütterungsphase 3 am Standort Freising; KF+A = Kraftfutterfütterung und Grünauslauf in Mobilstallhaltung am Standort Freising ab Fütterungsphase 3

^{a, b)} kennzeichnen signifikante Unterschiede, $P < 0,05$

Die Schlachtwerte der Genotypen unterschieden sich in der prozentualen Aufteilung der wertvollen Teilstücke am Mastende nur gering (Tabelle 32). Die Silage-Beifütterung, wie auch die Nutzung des Grünauslaufs führten zu einer geringeren Ausschachtung. Dagegen war Brustmuskelanteil der Tiere mit Grünauslauf gegenüber den Tieren mit ausschließlicher Kraftfuttermittelfütterung um 6,6 Prozentpunkte signifikant erhöht.

Tabelle 32: Ausgewählte Merkmale des Schlachtkörpers der Putenhähne am Ende der 5-phasigen Mast (20. Lebenswoche)

Merkmal	Genotyp (G)		Beifütterung (B)		
	Auburn	B.U.T. 6	KF	KF+Si	KF+G
Schlachtkörpergewicht (kg)	11,9 ^b	17,4 ^a	15,0 ^a	14,2 ^b	14,8 ^a
Ausschlachtung (%)	78,60	79,84	80,78 ^a	78,39 ^b	78,48 ^b
Brustmuskel (%)	30,91	31,91	27,67 ^b	32,27 ^{ab}	34,29 ^a
Oberkeule (%)	16,82 ^a	15,82 ^b	16,37	16,85	15,75
Unterkeule (%)	12,27	11,71	11,95	12,73	11,28
Abdominalfett (%)	1,29	0,95	1,34	1,01	1,00

KF = reine Kraftfutterfütterung in Feststallhaltung am Standort Kitzingen; KF+Si = Kraftfutterfütterung und Silagefütterung in Feststallhaltung ab Fütterungsphase 3 am Standort Freising; KF+A = Kraftfutterfütterung und Grünauslauf in Mobilstallhaltung am Standort Freising ab Fütterungsphase 3

^{a, b)} kennzeichnen signifikante Unterschiede, $P < 0,05$

Die Ergebnisse zeigen, dass die Riboflavin-Strategie keinen Einfluss auf Wachstum und Schlachtleistung oder auf die Leberwerte hatte. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Riboflavinempfehlungen auf dem Niveau von NRC/GfE für schnell-wachsende männliche Puten unter ökologischen Bedingungen ausreichend sind. Hohe Leistungen können durch die Zufütterung von Silage oder Grünauslauf bei gleichzeitiger Reduzierung der Kraftfutteraufnahme erreicht werden.

Die Ergebnisse der Riboflavinuntersuchungen in den Lebern sind in Tabelle 33 dargestellt und beziehen sich auf den Genotyp B.U.T. 6.

**Tabelle 33: Lebergewichte und Riboflavingehalte in der Leber von B.U.T. 6-
Putenhähnen aufgeteilt nach Riboflavin-Fütterungsstrategie (R) und Beifütterung (B) in
der dritten, vierten und fünften Fütterungsphase (LS-Means und Standardfehler)**

Merkmal	Riboflavin- Fütterungsstrategie (R) ¹				Beifütterung (S) ²			F-Wert P	
	V1.B	V2.B	V3.B	V4.B	KF	KF+Si	KF+G	R	B
Lebergewicht, g	127,6	139,6	138,1	142,3	124,6 ^b	150,3 ^a	135,70 ^b	2,09	10,95
P 3 (Tag 84)	4,380	4,155	4,155	4,798	3,599	4,155	3,599	0,120	0,0002
Lebergewicht, g	213,6	220,9	211,3	209,5	270,6 ^a	182,4 ^b	188,6 ^b	1,04	138,2
P 4 (Tag 112)	4,923	4,923	5,393	4,670	4,045	4,814	4,045	0,388	<0,0001
Lebergewicht, g	208,2	197,3	201,1	200,2	220,0 ^a	188,2 ^b	196,9 ^b	0,42	7,17
P 5 (Tag 140)	7,093	7,093	7,093	7,093	6,143	6,143	6,143	0,737	0,002
Riboflavin, mg/kg Leber	32,11	30,27	30,53	31,12	29,23 ^b	29,51 ^{ab}	34,28 ^a	0,27	4,51
P 3 (Tag 84)	1,595	1,513	1,513	1,747	1,310	1,513	1,310	0,845	0,019
Riboflavin, mg/kg Leber	21,88	21,14	21,19	21,61	19,47 ^b	22,71 ^a	22,19 ^a	0,49	16,37
P 4 (Tag 112)	0,501	0,501	0,547	0,475	0,411	0,490	0,411	0,694	<0,0001
Riboflavin, mg/kg Leber	20,83	22,80	21,27	21,63	19,16 ^b	23,65 ^a	22,08 ^a	2,56	24,70
P 5 (Tag 140)	0,529	0,529	0,529	0,529	0,458	0,458	0,458	0,070	<0,0001
Riboflavin, mg/Leber	4,050	4,207	4,113	4,413	3,628 ^b	4,303 ^a	4,656 ^a	0,63	11,26
P 3 (Tag 84)	0,189	0,179	0,179	0,207	0,155	0,179	0,155	0,599	0,0002
Riboflavin, mg/Leber	4,646	4,627	4,367	4,463	5,261 ^a	4,144 ^b	4,172 ^b	0,82	27,81
P 4 (Tag 112)	0,143	0,143	0,156	0,135	0,117	0,139	0,117	0,491	<0,0001
Riboflavin, mg/Leber	4,263	4,436	4,271	4,282	4,174	4,423	4,341	0,44	1,39
P 5 (Tag 140)	0,124	0,124	0,124	0,124	0,107	0,107	0,107	0,726	0,262

¹) Riboflavin-Fütterungsstrategie mit folgenden Riboflavin-Gehalten: siehe Tabelle 30; ² KF = reine Kraftfutterfütterung in Feststallhaltung am Standort Kitzingen; KF+Si = Kraftfutterfütterung und Silagebeifütterung in Feststallhaltung ab Fütterungsphase 3 am Standort Freising; KF+A = Kraftfutterfütterung und Grünauslauf in Mobilstallhaltung am Standort Freising ab Fütterungsphase 3; ^{a, b, c}) kennzeichnen signifikante Unterschiede, P < 0,05

5.3.1.3 Fazit

Zusammenfassend bestätigt diese Studie, dass die Riboflavinempfehlungen von GfE und NRC für männliche, schnell wachsende Putenlinien, die unter ökologischen Bedingungen aufgezogen und gemästet werden, ausreichend sind. Ergänzende Nahrungsquellen in Form von Silage oder Grünfutter (Auslauf) können einen positiven Einfluss auf die Riboflavin-Homöostase haben, indem sie den Riboflavingehalt in der Leber erhöhen. Die Kraftfutteraufnahme wird reduziert, wenn Silage oder Grünfutter angeboten wird. Die ernährungsphysiologischen Effekte des Futters kompensieren jedoch die Kraftfutterreduzierung, und es können hohe Körpergewichte erreicht werden. Durch Silagebeifütterung oder Grünfutteraufnahme im Auslauf sinkt der Fettanteil im Schlachtkörper. Zudem trägt die Auslaufhaltung zu einem Anstieg des Brustmuskelanteils bei.

5.3.2 Tierwohlintikatoren

5.3.2.1 Material und Methoden

Die Erhebung der Tierwohlintikatoren Fußballengesundheit, Gefiederverschmutzung und Verletzungen erfolgte entsprechend der vorangegangenen Leistungsversuche. Details zu den Boniturschemata sind in Tabelle 17 dargestellt. Die Bonitur erfolgt nach jeder Fütterungsphase (4., 8., 12., 16. und 20. Lebenswoche). Stichprobengröße war zufällig und betrug 5 - 10 Tiere pro Stall (abhängig von der Besatzdichte).

5.3.2.2 Ergebnisse

Die Fußballengesundheit zeigte einen progressiven Verlauf mit dem Alter ($p < 0,001$). Veränderungen sind früh erkennbar, beginnend in der 4. Lebenswoche. Nur 13,3 % der Tiere hatten in der 20. Lebenswoche keine Fußballenveränderungen (Abbildung 22). Die univariaten Analysen zeigten, dass der Einfluss des Genotyps das Auftreten von Pododermatitis in der 8. Lebenswoche ($p = 0,049$) und weiter in der 12. ($p = 0,008$), 16. ($p < 0,001$) und 20. Woche ($p = 0,020$) beeinflusst. Auburn zeigte während der gesamten Mastperiode mehr Fußballenveränderungen (55,4 %) als B.U.T. 6 (43,2 %). In der 20. Lebenswoche hatten 93,8 % der Auburn-Tiere und 75 % der B.U.T. 6 eine Fußballendermatitis. Davon hatten 56,3 % der Auburn- und 49 % der B.U.T. 6-Tiere einen Score von 2 bis 4 (mäßige bis starke FPD). In der 16. Woche wurde eine starke Zunahme der Veränderungen festgestellt. Zu diesem Zeitpunkt wiesen nur noch 13,7 % der Auburn- und 30,8 % der B.U.T. 6-Tiere gesunde Fußballen auf.

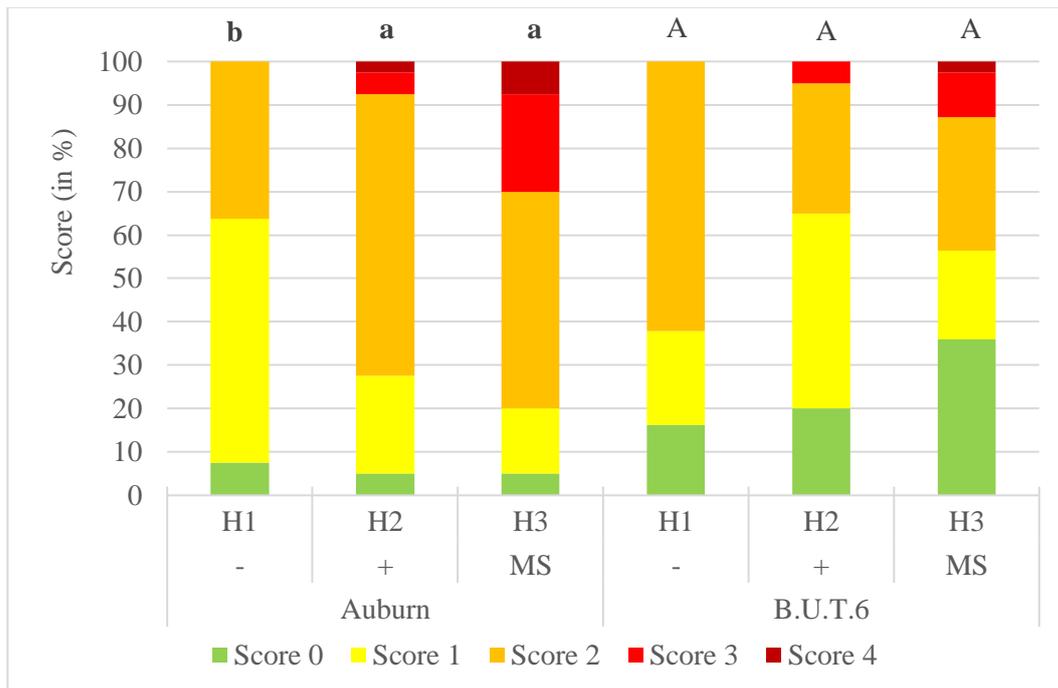


Abbildung 22: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Veränderungen) bis 4 (starke Fußballendermatitis) am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem

H1 - = Feststallhaltung ohne Umwelanreicherung; H2 + = Feststallhaltung mit Haltunganreicherung und Silage-Beifütterung ab der 9. Lebenswoche; H3 (MS) = Mobilhaltung mit Haltunganreicherung und Grünauslauf ab der 9. Lebenswoche; Boniturschema mit Definitionen der Scores in Tabelle 17 dargestellt; *a,b,c A,B,C* Unterschiedliche Indizes zwischen den Varianten weisen auf signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) innerhalb eines Genotyps hin.

Die Gefiederverschmutzung stieg mit dem Alter an (Abbildung 23). In der 20. Lebenswoche gab es in keiner der untersuchten Körperregionen ein Tier ohne Verschmutzung. Bereits in der 8. Lebenswoche war eine Verschmutzung erkennbar. Von der 8. bis zur 12. Woche gab es einen Peak mit einem massiven Anstieg des Verschmutzungsgrades. Statt 49,2 % (8. Woche) hatten nur noch 9,5 % der Puten ein sauberes Gefieder. Die meisten Verschmutzungen fanden sich im Brustbereich.

Durch univariate Tests wurde festgestellt, dass der Genotyp das Auftreten von Verschmutzungen zu allen fünf Untersuchungszeitpunkten und in verschiedenen Körperregionen beeinflusst. B.U.T. 6 (78,3 %) wies zu allen Erhebungszeitpunkten durchweg ein höheres Maß an Verschmutzung auf als Auburn (65,5 %) (ergänzende Abbildung 5). Die Bereiche Brust/Flügel und Po sowie der Gesamtverschmutzungsgrad waren von der 4. bis zur 20. Lebenswoche hoch signifikant ($p < 0,001$). Im Rückenbereich waren signifikante Auswirkungen des Genotyps nur in Woche 8 ($p = 0,009$) und Woche 12 ($p = 0,026$) erkennbar. Die B.U.T. 6-Puten wiesen eine konstante Zunahme der

Verschmutzung im Brust-/Flügel- und Gesäßbereich auf. Bei den Auburn-Puten war dies nur im Bereich Brust/Flügel der Fall, und am Gesäß war in der 12. Auf dem Rücken gab es bei beiden Herkünften keine oder nur geringe Verschmutzungen.

Univariate Tests zeigten, dass auch die Haltungsform einen Einfluss auf das Auftreten von Verschmutzungen hatte. Der Effekt war zu allen fünf Erhebungszeitpunkten in den Bereichen Brust/Flügel und Po sowie in der Gesamtverschmutzungszahl erkennbar. Der Rücken wurde nicht signifikant beeinflusst, da dort keine oder nur wenige Verschmutzungen auftraten. Der Gesamtscore war bei allen Haltungssystemen von Woche 4 bis Woche 16 unterschiedlich ($p < 0,001$). In der 20. Woche war die Haltungsform jedoch nicht mehr signifikant ($p = 0,199$). Bis zur 16. Woche war die Feststallhaltung ohne Haltungsanreicherung signifikant besser. Es kam jedoch zu einer starken Zunahme der Verschmutzung im Brust-/Flügelbereich (Punktzahl 3 stieg um 40 %). Von der 16. bis zur 20. Lebenswoche. Somit war der gruppierte Median ähnlich hoch wie die Werte der beiden anderen Haltungssysteme. Zwischen der Feststallhaltung mit Haltungsanreicherung und der mobilen Haltung waren in den bereits erwähnten Regionen (außer Rücken) keine Effekte erkennbar.

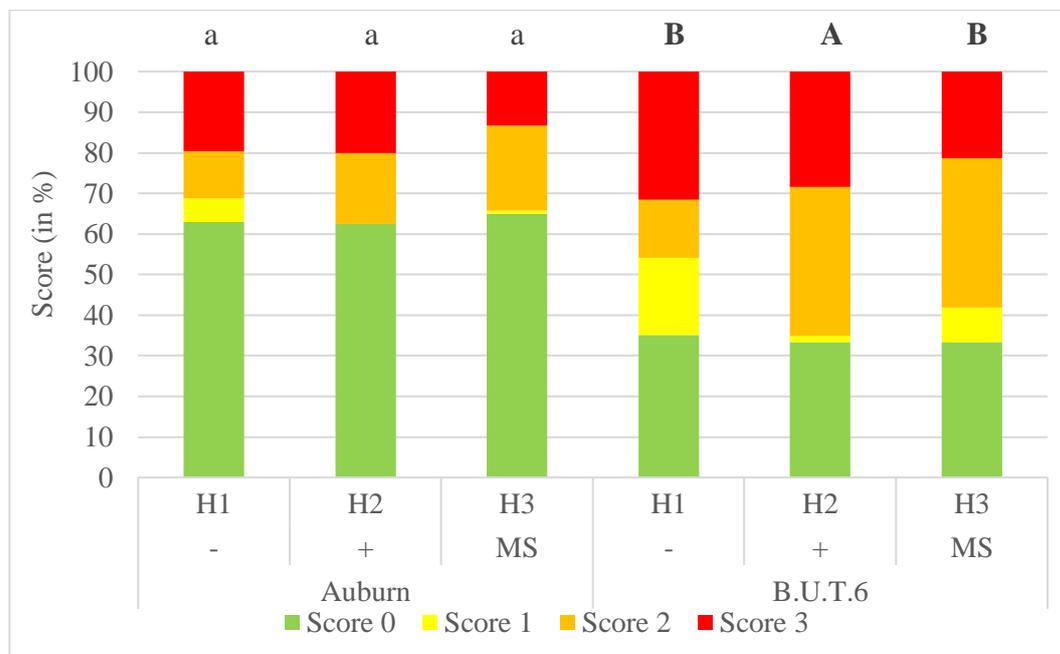


Abbildung 23: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verschmutzung) bis 3 (starke Verschmutzung) am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem

H1 - = Feststallhaltung ohne Umwelanreicherung; H2 + = Feststallhaltung mit Haltungsanreicherung und Silage-Beifütterung ab der 9. Lebenswoche; H3 (MS) = Mobilhaltung mit Haltungsanreicherung und Grünauslauf ab der 9. Lebenswoche; Boniturschema mit Definitionen der Scores in Tabelle 17 dargestellt; a, b, c A, B, C Unterschiedliche Indizes zwischen den Varianten weisen auf signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) innerhalb eines Genotyps hin.

Abbildung 24 stellt die prozentuale Aufteilung der Verletzung an Hals/Kopf/Kehllappen/Zapfen am Ende der Mastperiode dar. Zum Zeitpunkt der Bonitur zeigten nur 14,8% der Tiere keine Verletzung in einer der genannten Regionen, wobei geringgradige Verletzung am häufigsten auftraten und der Anteil Tiere mit schweren Verletzungen auf einem niedrigen Niveau lag.

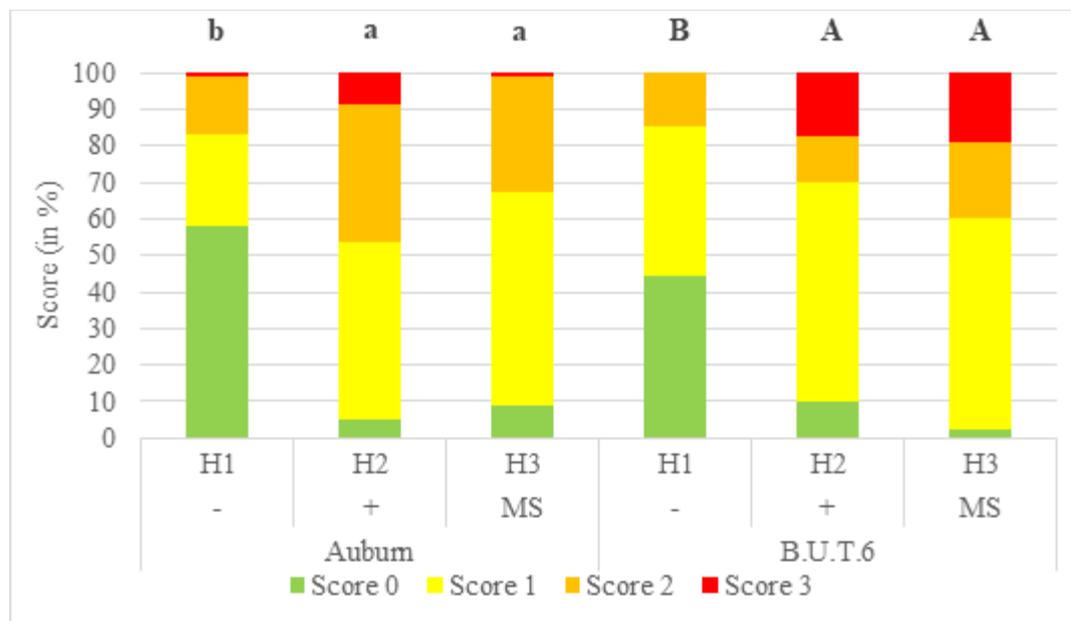


Abbildung 24: Relative Aufteilung (in %) der Scores 0 (keine Verletzungen) bis 3 (schwere Verletzungen) an Hals/Kopf/Kehllappen/Zapfen am Ende der Mastphase (20. Lebenswoche) aufgeteilt nach Genetik (Auburn, langsam-wachsend; B.U.T.6, schnell-wachsend) und Haltungssystem

H1 = Feststallhaltung am Standort Kitzingen; H2 + = Feststallhaltung und Silagefütterung ab Fütterungsphase 3 am Standort Freising; H3 (MS) = Mobilstallhaltung am Standort Freising ab Fütterungsphase 3; A, B, a, b: Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Genetik stellen signifikante Unterschiede dar ($P \leq 0.05$).

5.3.2.3 Fazit

Im Vergleich der beiden untersuchten Genotypen wurde kein Unterschied in Bezug zu Fußballendermatitis und Gefiederverschmutzung festgestellt. Auch bei den Haltungssystemen zeigte sich noch deutlicher Verbesserungsbedarf. Die Feststallhaltung ohne Haltunganreicherung hat in dieser Studie in Bezug zu diesen beiden Tierwohlindikatoren die besten Ergebnisse gezeigt. Da das natürliche Verhalten der Tiere am ehesten mit einer Freilandhaltung zu vereinbaren ist, scheint diese Haltungsform am besten geeignet zu sein. Bei den Auburn-Puten in diesem Versuch ist diese Haltungsform jedoch nicht mit einer besseren Tiergesundheit und einer Verringerung der haltungsbedingten Krankheiten, wie z. B. Pododermatitis, verbunden.

Die männliche, langsam wachsende Alternativrasse (Auburn) wies im Vergleich zur schnell wachsenden B.U.T. 6 insgesamt weniger Pickverletzungen auf. Die Mobilstallhaltung mit Grünauslauf wirkte sich nicht auf die Verletzungen aus. Im Sommer spielen Lichtdauer und Lichtintensität in der mobilen Unterbringung eine entscheidende Rolle, was vor allem zu agonistischen Interaktionen führen kann. Vergleichende Untersuchungen in den Wintermonaten wären hier hilfreich. Verletzendes Picken verursachte in dieser Studie eine erhebliche Anzahl von Hautverletzungen. Diese traten bereits ab der 8. Lebenswoche auf. Die bevorzugte Stelle war der Kopf und insbesondere der Zapfenbereich.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verwendung leichter alternativer Rassen (Auburn) in der ökologischen Putenmast sowie die Haltung in Freilandhaltung mit Zugang zu Grünauslauf nicht zu einer Verringerung von Fußballendermatitis und Gefiederverschmutzungen im Brustbereich führte, verglichen mit der reinen Feststallhaltung oder der Haltung schwerer schnell wachsender Genotypen. Ebenfalls zeigte sich, dass in der ökologischen Putenmast bereits in der Aufzucht vom ersten Tag an ein gutes Stallklima- und Einstreumanagement wichtig sind, damit bereits während der Aufzucht weniger Schäden an den Fußballen und Gefiederverschmutzungen auftreten. Da Fußballendermatitis einerseits reversibel und andererseits progressiv ist, muss das Management durchgehend auf einem hohen Niveau gehalten werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine bessere Struktur im Auslaufbereich der Mobilstallhaltung und zusätzliche Unterschlupfmöglichkeiten helfen könnten, die Verschmutzung zu verbessern, insbesondere im Brustbereich.

6. Abschließende Diskussion der Ergebnisse

6.1 Fütterungsstrategien

Ein zentrales Ziel des Projekts «AminoVit» war es, für relevante Putenherkünfte Fütterungsstrategien zu entwickeln, welche die Forderung einer 100 %-Bio-Fütterung erfüllen, Aspekte des Tierwohls berücksichtigen und auch wirtschaftlich tragfähig sind. Hierbei wurde zum einen auf die in der konventionellen Putenmast in Deutschland weit verbreitete genetische Herkunft B.U.T. 6 zurückgegriffen. Für diese als schnell wachsende Genetik bezeichnete Herkunft liegen fundierte Versorgungsempfehlungen seitens des Zuchtunternehmens (Aviagen, 2015) vor, auf die zurückgegriffen wurde. Daneben wurde die langsam wachsende Genetik Auburn herangezogen. Für diese Herkunft lagen bislang keine fundierten Leistungsdaten und somit auch keine Versorgungsempfehlungen vor. In der Putenmast besteht ein ausgesprochener Geschlechtsdimorphismus. Deshalb wurden für beide Genotypen sowohl Hähne als Hennen geprüft.

Der zentrale Problempunkt in der Putenmast unter ökologischen Bedingungen ist die Sicherstellung einer bedarfsgerechten Versorgung mit essentiellen Aminosäuren (EAS). Dies gilt insbesondere für die ersten Lebenswochen. In der vorliegenden Studie wurde die Bezeichnung Aufzucht für die Lebenswochen 1 bis 8 gewählt (Phasen (P) 1 und 2). In den beiden ersten Leistungsversuchen (Hennen und Hähne) wurden - ausgehend von den Aviagen-Empfehlungen - die Gehalte der beiden erstbegrenzenden Aminosäuren (Methionin, Lysin) in den Kraftfuttermischungen schrittweise abgesenkt (Aufzucht: 100 % → 80 %). Hierbei kam zusätzlich das im Kapitel 2 skizzierte Konzept «Energieabgesenkte Kraftfuttermischungen» zur Anwendung. Zielgedanke war es, zu prüfen, ob eine knappe EAS-Versorgung in der Aufzucht in der anschließenden Mast (Phasen 3-5) von den Tieren kompensiert werden kann.

Verknüpft wurde das Kraftfutterkonzept mit unterschiedlichen Beifütterungsstrategien in der anschließenden Mast. Neben der reinen Kraftfutterbetrachtung im Feststall wurden die Beifütterung mit Grünfuttersilagen (im Feststall) und der Grünauslauf (im Mobilstall) systematisch geprüft. Die letztgenannte Variante entspricht somit einer ökokonformen Haltung und Fütterung in der Vegetationszeit. Die Variante «Beifütterung mit Grünfuttersilage» steht für die ökokonforme Fütterung in der vegetationsarmen Zeit. Ziel war es hierbei zu prüfen, ob das aus den Vorgaben zur ökologischen Geflügelhaltung abgeleitete Gebot zur Vorlage von Raufutter bzw. Auslaufnutzung - neben dem Beschäftigungsaspekt - einen wirksamen, nutritiven Beitrag für die Tiere leisten kann.

Aus den Ergebnissen der ersten beiden Fütterungsversuche wurde abgeleitet, dass die Fütterungsstrategie 3 (80 % des EAS-Niveaus in P1 von F1) zu vergleichbaren Mast- und Schlachtleistungen führt. Insbesondere die Variante «Grünauslauf» zeigte, dass diese einen nennenswerten Beitrag zur nutritiven Versorgung der Hähne leisten kann. Hervorzuheben sind hier die signifikant erhöhten Schlachtkörpergewichte bei hohen Brustmuskelanteilen.

Auch die für den Hähneversuch durchgeführten Ganzkörperuntersuchungen verdeutlichten, dass für die in der Aufzucht knapp versorgten Tiere ein kompensatorisches Wachstum in den Mastphasen stattfindet. Putenhähne der schnell wachsenden Herkunft

B.U.T. 6 können auch unter den Bedingungen einer 100 %- Bio-Fütterung ihr genetisches Potential entfalten und zeigen sich im Ganzkörperzuwachs sowie im Proteinansatz der langsam wachsenden Herkunft Auburn deutlich überlegen.

Aufgrund der positiven Ergebnisse wurden in den nachfolgenden Leistungsversuchen für Hähne und Hennen geprüft, ob eine weitere Absenkung der EAS in den Kraftfuttermischungen für die Aufzucht möglich ist. Daneben erfolgte die Prüfung erhöhter Mastendgewichte durch die Verlängerung der Mast (z. B. B.U.T. 6-Hähne: Schlachalter 20 versus 22 Wochen).

Die Ergebnisse des zweiten Hähneversuches zeigten, dass eine Reduzierung der Aminosäuregehalte (Methionin, Lysin) um bis zu 30 % (F3: P1) bei gleichzeitiger Reduzierung der AME_N-Gehalte um 10 % zu keinen nachteiligen Effekten in der Mast- und Schlachtleistung führte. Diese Fütterungsstrategie (F3 und F2) erbrachte ein ausgeprägtes kompensatorisches Wachstum. Dies verdeutlicht auch die nachstehende Abbildung 25.

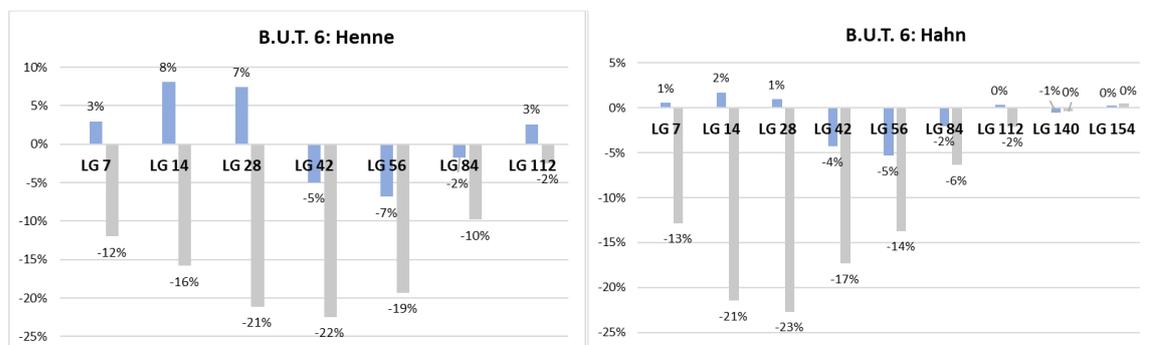


Abbildung 25: Entwicklung der Lebendgewichte (LG) von unterschiedlich versorgten (F2 und F3 zur F1 in % (F1=100%)) Putenhennen (bis LG 112. Tag) und -hähnen (bis LG 154. Tag) der Herkunft B.U.T. 6

B.U.T. 6- und Auburn-Puten sind in der Lage, ihr Wachstumspotenzial auch bei einer eingeschränkten Energie- und Aminosäureversorgung und unter ökokonformen Haltungsbedingungen auszuschöpfen. B.U.T. 6-Hähne erzielten eine höhere Schlacht- und Wachstumsleistung bei einer geringeren Nährstoffaufnahme pro kg Zuwachs. Die signifikanten Interaktionen weisen darauf hin, dass schnell wachsende B.U.T. 6-Puten unter ökologischen Haltungsbedingungen bessere Leistungen realisieren als die langsam wachsenden Auburn-Tiere. Dies spiegelt sich auch in deren verbesserter Wirtschaftlichkeit (IOFC) deutlich wider. Durch ein späteres Schlachalter kann das Wachstumspotenzial beider Putenherkünfte besser genutzt werden, insbesondere bei Zugang zu Grünauslauf erscheint eine längere Mast sinnvoll. Eine höhere Wirtschaftlichkeit (IOFC) für ein erhöhtes Schlachalter ist allerdings nur unter den Bedingungen der Direktvermarktung gegeben.

Sowohl die Zugabe von Grünfuttersilage als auch die Bereitstellung von Grünauslauf führten zu einer Verringerung des Kraftfutteraufwands, wobei die Silage einen größeren Verdrängungseffekt auf das Kraftfutter zeigte.

Der zweite Leistungsversuch mit Putenhennen wurde im Herbst-Frühwinter durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass die nachlassende Vegetation zu einem weniger attraktiven Grünauslauf führte. In Verbindung mit den niedrigeren Umgebungstemperaturen ergaben sich für die im Mobilstall gehaltenen Tiere geringere Mast- und Schlachtleistungen. Die restriktive EAS-Versorgung in der Aufzucht zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die relevanten Schlachtkörpermerkmale.

Die untersuchten Fütterungsstrategien zeigten keine unerwünschten Effekte auf wesentliche Merkmale der Fleischqualität. Das Angebot zusätzlicher Nahrungsquellen (Grünfuttersilagen, Grünfütter, Würmer, Insekten) durch ökokonforme Haltungssysteme verbessert insbesondere für die B.U.T. 6-Hähne die Proteinversorgung und damit die Ausbildung des Brustmuskels, ohne erkennbare Nachteile bezüglich der Fleischqualität. Auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit - hier: Parameter Lebensmittelkonversions-effizienz - weist die ökologische Putenmast Vorteile auf.

6.2 Tierwohl

Über alle Leistungsversuche mit schnabelunbehandelten Putenhennen und Putenhähnen der beiden Genetiken B.U.T. 6 und Auburn zeigte sich, dass sowohl Fußballen-Dermatitis, Verletzungen als auch Gefiederverschmutzungen in erster Linie vom Genotyp, der Haltung und dem Alter abhängen. Der Einfluss der untersuchten Fütterungsstrategien, die sich hinsichtlich ihrer Gehalte an EAS bzw. des Riboflavin-Gehaltes unterschieden, war hingegen gering. Die erhobenen Tierwohlindikatoren zeigten durchgangsabhängig Prävalenzen in nicht unerheblichem Maße. Verletzendes Picken wurde teilweise schon ab der 8. Lebenswoche beobachtet. Jedoch bestand kein manifestes Problem mit den Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. Die Verletzungen sind überwiegend auf agonistisches Verhalten zurückzuführen. Die Prädilektionsstelle war hierbei der Zapfen. Gefiederschäden waren vor allem im Stoß- und Schwingenbereich zu sehen. In diesen beiden Bereichen wurde möglicherweise ein großer Teil der Beschädigungen durch die in den Untersuchungen vorhandenen praxisunüblichen, kleineren und länglichen Abteilen verursacht, die entsprechenden Federabbruch und -abrieb begünstigen. Sowohl für Verschmutzungen als auch für das Auftreten von Fußballen-Dermatitis wurde der Beginn von Veränderungen in der Aufzucht nachgewiesen. Grundsätzlich weisen die Auburn-Tiere bessere Werte in Bezug auf Verletzungen und Gefiederverschmutzungen aber schlechtere in Bezug zur Fußballengesundheit auf. Die Mobilstallhaltung mit Auslauf verbesserte das Wohlergehen der Tiere vor allem in Bezug auf Verletzungen als solches nicht ohne Einschränkungen. Eine große Rolle scheint dabei das Sonnenlicht zu spielen. Obwohl die Strukturelemente (erhöhte Ebenen) und das Beschäftigungsmaterial (Luzerne-Silage und Picksteine) eine hohe Akzeptanz im Feststall aufwiesen, konnte verletzendes Picken und vor allem agonistisches Verhalten aufgrund vermutlich zu vieler anderer Einflussfaktoren, die zu Pickverletzungen führten, nicht verhindert werden.

Auch bei der Fußballen-Dermatitis waren die größten Läsionen gegen Ende der Mastperiode in der Auslaufhaltung zu finden, wobei hierbei die Gestaltung des Auslaufes

und die Witterung eine große Rolle spielen. Der Riboflavingehalt im Futter hatte hierbei keinen Einfluss.

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

7. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertung der Ergebnisse

Bereits zu Beginn des Projektes bestanden bei den Verbundpartnern durch gemeinsame Projektaktivitäten im Bereich der ökologischen Geflügelhaltung intensive Kontakte zu den unterschiedlichen Stakeholdern der Öko-Geflügelerzeugung wie Fachberatern, Futtermittelherstellern, Zuchtunternehmen und Schlachtbetrieben. Diese Kontakte konnten während der Projektlaufzeit weiter ausgebaut werden, so dass bereits während des Projektes Ergebnisse in die Praxis transferiert werden konnten und wirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt wurden (z.B. Verfügbarkeit und Preiswürdigkeit von Eiweißfuttermitteln).

Mit Hilfe einer detaillierten Recherche in Arbeitspaket 2 wurden aktuelle Entwicklungen und eine Einschätzung von rechtlichen Rahmenbedingungen (z.B. neue EU-Öko-Verordnung), Verfügbarkeit und wirtschaftlichen Erfolgsaussichten analysiert.

Die im Projekt getesteten Fütterungsstrategien können nach Projektabschluss direkt in die Produktion von Kraftfuttermischungen für Öko-Puten integriert werden. Eine hohe Akzeptanz der Forschungsergebnisse durch die Geflügel-haltenden Betriebe scheint somit gegeben. Auf Basis der durchgeführten Leistungsversuche hat sich gezeigt, dass insbesondere eine Optimierung der Kraftfuttermischungen in den ersten Lebenswochen aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist, da die eingesetzten Futtermengen im Vergleich zu den folgenden Mastphasen gering sind. Eine Optimierung zielt dabei nicht nur darauf ab, die Tiere entsprechend ihres Bedarfs zu ernähren und Mangelsituationen mit eventuell gesundheitlichen Folgeerscheinungen zu vermeiden, sondern stellt auch sicher, dass Futtermittel möglichst ressourceneffizient in der ökologischen Putenerzeugung eingesetzt werden und Nährstoffverluste reduziert werden.

Vor dem Hintergrund, dass die Datenlage zum Bedarf an essentiellen Aminosäuren und Riboflavin bei der Mastpute veraltet ist, werden Futtermischungen für Mastputen im ökologischen Landbau vor allem aufgrund von Annahmen als auf Basis experimenteller Daten konzipiert. Die Ergebnisse dieses Projektes geben daher wichtige Hinweise zum Methionin- und Riboflavin-Bedarf von weiblichen und männliche Mastputen und beziehen hierbei auch Genetiken unterschiedlicher Wachstumsintensität und -kapazität ein.

Die Betrachtung unterschiedlicher Haltungssysteme im Projekt geben darüber hinaus vielfältige Optimierungsmöglichkeiten aufgrund vergleichsweiser heterogener Produktionsbedingungen in der ökologischen Erzeugung (z.B. Wachstumspotential der eingesetzten Putenherkunft, Auslaufangebot mit variablen Grünfutterangebot, usw.).

8. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

8.1 Zielerreichung

Zur Erreichung der in Kapitel 1.2 aufgezählten Projektziele wurden vier Arbeitspakete nach dem in Tabelle 34 dargestellten Ablauf durchgeführt. Die Versuche und Untersuchungen in den einzelnen Arbeitspaketen konnten alle störungsfrei durchgeführt werden, dass die folgenden Themenbereiche planmäßig bearbeitet werden konnten:

- Identifikation ökokonformer Futtermittel mit hohen nativen Aminosäuregehalten
- Identifikation ökokonformer Futtermittel mit hohen nativen Riboflavingehalten
- Ermittlung der Verdaulichkeit von EAS in ökokonformen und -relevanten Futtermitteln
- Ableitung von Richtwerten für den Bedarf an EAS für schnell und langsam wachsende Putenherkünfte unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
- Ableitung von Richtwerten für den Bedarf an Riboflavin für schnell und langsam wachsende Putenherkünfte unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
- Abschätzung und Bewertung des Beitrags von Grünfuttermitteln und Grünauslauf für die Aminosäurenversorgung
- Abschätzung und Bewertung des Beitrags von Grünfuttermitteln und Grünauslauf für die Riboflavinversorgung
- Bewertung von Möglichkeiten zur Reduktion einer fütterungs- und haltungsbedingten Pododermatitis
- Bewertung der Auswirkungen von Strukturelementen zur Vermeidung von Federpicken und Kannibalismus.

Tabelle 34: Arbeitsplan

Versuche	Zeitraum															
	2020				2021				2022				2023			
	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q
Akzeptanzversuch		Hähne (P I-II)														
1. Leistungsversuch (Aminosäuren)			Hennen (P I-II)													
Verdauungsversuch (Aminosäuren)				Hähne (5 Wo.)												
2. Leistungsversuch (Aminosäuren)					Hähne (P I-II)	Hähne (P III-V)										
3. Leistungsversuch (Riboflavin)							Hennen (P I-II)	Hennen (P III-IV)								
4. Leistungsversuch (Riboflavin)									Hähne (P I-II)	Hähne (P III-V)						
5. Leistungsversuch (Aminosäuren)													Hähne (P I-II)	Hähne (P III-V)		
6. Leistungsversuch (Aminosäuren)															Hennen (P I-II)	Hennen (P III-IV)

8.2 Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Mit Bezug zur Haltungsumwelt bedarf es weiterer Untersuchungen insbesondere mit der Fragestellung inwieweit die Haltung, vor allem in der Auslaufhaltung, weiter optimiert werden kann. Bei langsam wachsenden Herkünften ist eine züchterische Selektion auf eine bessere Fußballengesundheit notwendig. Veränderungen und Läsionen am Integument können bereits sehr früh in der Aufzucht auftreten, so dass der Grundstein für Verbesserungen immer in der Aufzucht gelegt werden sollte. Dies muss bei künftigen Untersuchungen stets berücksichtigt werden muss.

Der Einfluss des Riboflavingehaltes im Futter bezüglich Verletzungen und Gefiederschäden konnte abschließend nicht geklärt werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

9. Zusammenfassung

Ziel dieses Projektes war es, in Abhängigkeit von Genotyp, Fütterungsstrategien und Haltungsbedingungen, Versorgungsempfehlungen für essentielle Aminosäuren (EAS) und Vitamine abzuleiten. Der Fokus lag dabei auf der in der ökologischen Putenhaltung erstlimitierenden Aminosäure Methionin und dem in aktuellen Rezepturen häufig im Mangel vorliegenden Vitamin B₂ (Riboflavin). Dabei wurden schnell und langsam wachsende Herkünfte einbezogen, die aktuell in der ökologischen Putenhaltung weit verbreitet sind. Als Fütterungsstrategien wurden Konzepte, die auf der Verfütterung von Alleinfuttermischungen basieren, mit der Fütterung von Grünfuttersilagen und der Grünauslaufhaltung bei Verfütterung von Ergänzungsfuttermitteln verglichen. Mit einer angereicherten Haltungsumwelt sollten Federpicken und Kannibalismus minimiert werden. Als Haltungssysteme wurden sowohl die Feststallhaltung als auch die Mobilstallhaltung in die Untersuchungen einbezogen.

In den beiden ersten Leistungsversuchen (Hennen und Hähne) wurden - ausgehend von den Aviagen-Empfehlungen - die Gehalte der beiden erstbegrenzenden Aminosäuren (Methionin, Lysin) in den Kraftfuttermischungen schrittweise abgesenkt (Aufzucht: 100 % → 80 %). Hierbei kam zusätzlich das im Kapitel 2 skizzierte Konzept «Energieabgesenkte Kraftfuttermischungen» zur Anwendung. Zielgedanke war es, zu prüfen, ob eine knappe EAS-Versorgung in der Aufzucht in der anschließenden Mast (Phasen 3-5) von den Tieren kompensiert werden kann.

Aus den Ergebnissen der ersten beiden Fütterungsversuche wurde abgeleitet, dass die Fütterungsstrategie 3 (80 % des EAS-Niveaus in P1 von F1) zu vergleichbaren Mast- und Schlachtleistungen führt. Insbesondere die Variante «Grünauslauf» zeigte, dass diese einen nennenswerten Beitrag zur nutritiven Versorgung der Hähne leisten kann. Hervorzuheben sind hier die signifikant erhöhten Schlachtkörpergewichte bei hohen Brustmuskelanteilen.

Auch die für den Hähneversuch durchgeführten Ganzkörperuntersuchungen verdeutlichten, dass für die in der Aufzucht knapp versorgten Tiere ein kompensatorisches Wachstum in den Mastphasen stattfindet. Putenhähne der schnell wachsenden Herkunft B.U.T. 6 können auch unter den Bedingungen einer 100 %- Bio-Fütterung ihr genetisches

Potential entfalten und zeigen sich im Ganzkörperzuwachs sowie im Proteinansatz der langsam wachsenden Herkunft Auburn deutlich überlegen.

Die Ergebnisse des zweiten Hähneversuches zeigten, dass eine Reduzierung der Aminosäuregehalte (Methionin, Lysin) um bis zu 30 % (F3: P1) bei gleichzeitiger Reduzierung der AMEN-Gehalte um 10 % zu keinen nachteiligen Effekten in der Mast- und Schlachtleistung führte. Diese Fütterungsstrategie (F3 und F2) erbrachte ein ausgeprägtes kompensatorisches Wachstum.

B.U.T. 6- und Auburn-Puten sind in der Lage, ihr Wachstumspotenzial auch bei einer eingeschränkten Energie- und Aminosäureversorgung und unter ökokonformen Haltungsbedingungen auszuschöpfen. B.U.T. 6-Hähne erzielten eine höhere Schlacht- und Wachstumsleistung bei einer geringeren Nährstoffaufnahme pro kg Zuwachs. Die signifikanten Interaktionen weisen darauf hin, dass schnell wachsende B.U.T. 6-Puten unter ökologischen Haltungsbedingungen bessere Leistungen realisieren als die langsam wachsenden Auburn-Tiere. Dies spiegelt sich auch in deren verbesserter Wirtschaftlichkeit (IOFC) deutlich wider. Durch ein späteres Schlachalter kann das Wachstumspotenzial beider Putenherkünfte besser genutzt werden, insbesondere bei Zugang zu Grünauslauf erscheint eine längere Mast sinnvoll. Eine höhere Wirtschaftlichkeit (IOFC) für ein erhöhtes Schlachalter ist allerdings nur unter den Bedingungen der Direktvermarktung gegeben.

Sowohl die Zugabe von Grünfuttersilage als auch die Bereitstellung von Grünauslauf führten zu einer Verringerung des Kraftfutteraufwands, wobei die Silage einen größeren Verdrängungseffekt auf das Kraftfutter zeigte.

Der zweite Leistungsversuch mit Putenhennen wurde im Herbst-Frühwinter durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass die nachlassende Vegetation zu einem weniger attraktiven Grünauslauf führte. In Verbindung mit den niedrigeren Umgebungstemperaturen ergaben sich für die im Mobilstall gehaltenen Tiere geringere Mast- und Schlachtleistungen. Die restriktive EAS-Versorgung in der Aufzucht zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die relevanten Schlachtkörpermerkmale.

Die untersuchten Fütterungsstrategien zeigten keine unerwünschten Effekte auf wesentliche Merkmale der Fleischqualität. Das Angebot zusätzlicher Nahrungsquellen (Grünfuttersilagen, Grünfutter, Würmer, Insekten) durch ökokonforme Haltungssysteme verbessert insbesondere für die B.U.T. 6-Hähne die Proteinversorgung und damit die Ausbildung des Brustmuskels, ohne erkennbare Nachteile bezüglich der Fleischqualität. Auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit - hier: Parameter Lebensmittelkonversions-effizienz - weist die ökologische Putenmast Vorteile auf.

Mit Bezug zum Tierwohl hat sich über alle Leistungsversuche mit schnabelunbehandelten Putenhennen und Putenhähnen der beiden Genetiken B.U.T. 6 und Auburn gezeigt, dass sowohl Fußballen-Dermatitis, Verletzungen als auch Gefiederverschmutzungen in erster Linie vom Genotyp, der Haltung und dem Alter abhängen. Der Einfluss der untersuchten Fütterungsstrategien, die sich hinsichtlich ihrer Gehalte an EAS bzw. des Riboflavin-Gehaltes unterschieden, war hingegen gering. Die erhobenen Tierwohlindikatoren zeigten durchgangsbabhängig Prävalenzen in nicht unerheblichem Maße. Verletzendes Picken wurde teilweise schon ab der 8. Lebenswoche beobachtet. Jedoch bestand kein manifestes Problem mit den Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus. Die Verletzungen

sind überwiegend auf agonistisches Verhalten zurückzuführen. Grundsätzlich weisen die Auburn-Tiere bessere Werte in Bezug auf Verletzungen und Gefiederverschmutzungen aber schlechtere in Bezug zur Fußballengesundheit auf. Die Mobilstallhaltung mit Auslauf verbesserte das Wohlergehen der Tiere vor allem in Bezug auf Verletzungen als solches nicht ohne Einschränkungen. Eine große Rolle scheint dabei das Sonnenlicht zu spielen. Obwohl die Strukturelemente (erhöhte Ebenen) und das Beschäftigungsmaterial (Luzerne-Silage und Picksteine) eine hohe Akzeptanz im Feststall aufwiesen, konnte verletzendes Picken und vor allem agonistisches Verhalten aufgrund vermutlich zu vieler anderer Einflussfaktoren, die zu Pickverletzungen führten, nicht verhindert werden.

Auch bei der Fußballen-Dermatitis waren die größten Läsionen gegen Ende der Mastperiode in der Auslaufhaltung zu finden, wobei hierbei die Gestaltung des Auslaufes und die Witterung eine große Rolle spielen. Der Riboflavingehalt im Futter hatte hierbei keinen Einfluss.

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

10. Literaturverzeichnis

- Aulrich K., Witten S. (2018) Erarbeitung von Daten zu Inhaltsstoffen, Aminosäuren und Vitaminen in Öko Futtermitteln zur optimierten Rationsgestaltung in der Monogastrierernährung. Thünen-Institut für Ökologischen Landbau. Online verfügbar unter <https://orgprints.org/id/eprint/35255/>.
- Abbas C.A., Sibirny A.A. (2011) Genetic control of biosynthesis and transport of riboflavin and flavin nucleotides and construction of robust biotechnological producers. *Microbiology and Molecular Bbiology Reviews*, 75 (2), 321–360.
- Alpers A. (2017) Öko-Masthähnchen, Öko-Mastputen. Managementhandbuch für Niedersachsen. Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH.
- Aviagen (2008) Feeding guidelines for Nicholas and B.U.T. heavy lines. Verfügbar unter: <http://www.aviagenturkeys.com/uploads/2015/11/20/NU06%20Feeding%20Guidelines%20for%20Nicholas%20&%20BUT%20Heavy%20Lines%20EN.pdf>.
- Aviagen Turkeys (2015) Feeding Guidlines for Nicholas and B.U.T. Heavy Lines. Online verfügbar unter <https://www.aviagenturkeys.com/de-de/documents?page=3>.
- Aviagen (2018) Ranger Gold Broiler performance objectives. Verfügbar unter: http://www.http//eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Rowan_Range/RangerGold-Broiler-PO-18-EN.pdf.
- Aviagen Turkeys (2019) B.U.T. 6 performance objectives. Verfügbar unter: http://http://www.aviagenturkeys.com/uploads/2020/03/11/POBRB6_V5_BUT%206_Breeder%20Goals_UK_2020.pdf.
- Aviagen Turkeys (2020) Performance Goals Ayrshire Auburn.
- Baltes W., Matissek R. (2011) Lebensmittelchemie. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Backhaus K., Erichson B., Gensler S., Weiber R., Weiber T. (2021): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 16., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler (Springer eBook Collection).
- Bellof G., Aulrich K., Weiss J. (2013): Körnerleguminosen in der Fütterung. Körnerleguminosen anbauen und verwerten, KTBL-Heft (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 100, S. 36-41.
- Bellof G., Brandl M., Schmidt E., Carrasco S., Schade, B., 2014: Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensität und Haltungsform auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert von langsam oder schnell wachsenden Genotypen in der ökologischen Putenmast. *European Poultry Science* 78; ISSN 1612-9199.
- Bellof G., Granz S. (2018) Tierproduktion: Nutztiere züchten, halten und ernähren. Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag.
- Bellof G., Schmidt E. (2007) Ökologische Geflügelmast - Lösungsmöglichkeiten für eine 100 % Bio-Fütterung. In: K. Wiesinger, K. Cais und S. Obermaier (Hg.): *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern*. Freising (Schriftenreihe der LfL, 3), S. 23–33. Verfügbar unter: <http://orgprints.org/13840/>.

Berwanger E, Vianna Nunes R, Moraes de Oliveira TM, Bayerle DF & Giusti Bruno LD (2017) Performance and Carcass Yield of Broilers fed increasing Levels of Sunflower Cake. *Revista Caatinga* (30): 201–212.

Cai Z., Finnie J.W., Blumbergs P.C. (2006) Avian riboflavin deficiency: An acquired tomaculous neuropathy. *Veterinary Pathology*, 43(5), 780–781.

Crawley K. (2015) Fulfilling 100% organic poultry diets: roughage and foraging from the range. In: Smith, J., Gerrard, C.L., Sumption, P. (eds) ICOPP Technical Note, Organic Research Center, UK.

Du Prel J.-B., Röhrig B., Hommel G., Blettner M. (2010): Auswahl statistischer Testverfahren. *Deutsches Ärzteblatt*, 107, 19, 343.

Ertl P., Steinwidder A., Schönauer M., Krimberg K., Knaus W., Zollitsch W. (2016). Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* Volume 67, Issue 2, 91–103.

Förster C., Santos M.A., Ruffert S., Krämer R., Revuelta J.L. (1999) Physiological consequence of disruption of the VMA1 gene in the riboflavin overproducer *Ashbya gossypii*. *The Journal of Biological Chemistry* 274 (14), 9442–9448.

Frikha M, Valencia DG, de Coca-Sinova A, Lázaro R & Mateos GG (2013) Ileal digestibility of amino acids of unheated and autoclaved pea protein concentrate in broilers. *Poultry Science* 92 (7): 1848–1857.

Ganzer C (2008) Methodische Aspekte bei der Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit von Aminosäuren beim Broiler. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

GfE (2000) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler) 1999. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

GfE (2004) Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Mastputen. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, 13, 199–233.

Gul W., Perveen S., Anwar Z., Qadeer K., Ahmad I. (2014) Methods of Analysis of Riboflavin (Vitamin B2): A Review. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 2(2), 10–21.

Hafez H. M., Jodas S. (1997) *Putenkrankheiten*. Stuttgart, Enke Verlag.

Hocking P.M., Mayne R.K., Else R. W., French N. A., Gatcliffe J. (2008): Standard European footpad dermatitis scoring system for use in turkey processing plants. In: *World's Poultry Science Journal* 64 (3), S. 323–328.

Hubbard (2017) *Breeder nutrition guide*. Verfügbar unter: https://www.hubbardbreeders.com/media/breeder_nutrition_guideen__033215800_1521_26062017.pdf.

INRA (2017) *Vitamin B2 riboflavin*. Verfügbar unter: <https://www.feedtables.com/content/vitamin-b2-riboflavin>.

Jeroch H., Simon A., Zentek J. (2013) Fütterung des Mastgeflügels, in *Geflügelernährung*. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, S. 389–484.

Johnson W.D., Storts, R.W. (1988) Peripheral neuropathy associated with dietary riboflavin

deficiency in the chicken I. Light microscopic study. *Veterinary Pathology*, 25(1), S. 9–16.

Jortner B. S., Cherry J.; Lidsky T.I., Manetto C., Shell L. (1987) Peripheral neuropathy of dietary riboflavin deficiency in chickens. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology* 46 (5), 544–555.

Kalmendal R, Elwinger K & Holm L (2011) High-fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens. *British Poultry Science* (52): 86–96.

Khajali F., Khoshoei E. A., Moghaddam A.K.Z. (2006) Effect of vitamin and trace mineral withdrawal from finisher diets on growth performance and immunocompetence of broiler chickens. *British Poultry Science* 47 (2), 159–162.

Kato T., Park E.Y. (2012) Riboflavin production by *Ashbya gossypii*. *Biotechnology Letters* 34 (4), 611–618.

Ketz H.-A., E. Kolb, H. Gürtler (1972) *Ernährungsphysiologie der Landwirtschaftlichen Nutztiere*. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag.

Kirchgeßner M., Stangl G.I., Schwarz F.J., Roth F.X., Südekum K.H., Eder K. (2014) *Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis*. Frankfurt am Main, DLG-Verlag.

Kluth H, Mantei M, Elwert C & Rodehutsord M (2005a) Variation in precaecal amino acid and energy digestibility between pea (*Pisum sativum*) cultivars determined using a linear regression approach. *British Poultry Science* 46 (3): 325–332.

Kluth H, Mehlhorn K & Rodehutsord M (2005b) Studies on the intestine section to be sampled in broiler studies on precaecal amino acid digestibility. *Archives of Animal Nutrition* 59 (4): 271–279.

Kluth H & Rodehutsord M (2006) Comparison of Amino Acid Digestibility in Broiler Chickens, Turkeys, and Pekin Ducks. *Poultry Science* (85): 1953–1960.

Kozłowski K, Helmbrecht A, Lemme A, Jankowski J & Jeroch H (2011) Standardized ileal digestibility of amino acids from high-protein feedstuffs for growing turkeys – a preliminary study. *Archiv für Geflügelkunde* (3): 185–190.

Krautwald-Junghanns M. E., Bartels T., Berk J., Deerberg F., Dressel A., Erhard M. H., Thieme S. (2017). Indikatoren einer tiergerechten Mastputenhaltung unter den Bedingungen der ökologischen Geflügelmast. Verfügbar unter: <http://orgprints.org/34305/>

Kurth R., Paust W., Haenlein W. (1996) Vitamins, Chapter 7. In: *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*. 27. Aufl. Weinheim, S. 521–530.

Leeson S. (2007) Vitamin requirement: is there basis for re-evaluating dietary specifications?. *World's Poultry Science Journal*, 63, 255–266.

Leeson S., Reinhart B.S., Summers J.D. (1979a) Response of White Leghorn and Rhode Island Red breeder hens to dietary deficiencies of synthetic vitamins. 1. Egg production, hatchability and chick growth', *Canadian Journal of Animal Science*. NRC Research Press Ottawa, Canada, 59(3), 561–567.

Leeson S., Reinhart B.S., Summers J.D. (1979b) Response of White Leghorn and Rhode Island Red breeder hens to dietary deficiencies of synthetic vitamins. 2. Embryo mortality

and abnormalities, *Canadian Journal of Animal Science*. NRC Research Press Ottawa, Canada, 59(3), 569–575.

Leeson S., Summers J.D. (2005) *Commercial poultry nutrition*. Guelph, Ontario, Canada: University Books.

Lohmann Tierzucht (2019) *Management Guide. Alternative Haltung*. Available at: https://www.ltz.de/de-wAssets/docs/management-guides/de/Legehennen/Alternativ/LTZ_MG-AlternHaltung_DE.pdf.

Mack M., Grill S. (2006) Riboflavin analogs and inhibitors of riboflavin biosynthesis. *Applied Microbiology and Biotechnology* 71 (3), 265–275.

Marcu A., Vacaru-Opriş I., Dumitrescu G., Ciochină L.P.; Nicula M., et al. (2013) The influence of genetics on economic efficiency of broiler chickens growth. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 46 (2), 339–346.

Naber E.C., Squires M.W. (1993a) Research note: Early detection of the absence of a vitamin premix in layer diets by egg albumen riboflavin analysis, *Poultry Science*, 72(10), 1989–1993.

Naber E.C., Squires M.W. (1993b) Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: Diet to egg transfer and commercial flock survey, *Poultry Science*, 72(6), 1046–1053.

NRC (1994) *Nutrient requirements of poultry*. 9th edn. Washington, DC: National Academy Press.

Ogunmodede B.K. (1977) Riboflavin requirement of starting chickens in a tropical environment, *Poultry Science*, 56, 231–234.

Olkowski A.A., Classen H.L. (1998) The study of riboflavin requirement in broiler chickens, *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 68(5), 316–27.

Olschewsky A. (2019a): *Untersuchung der Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem*. Dissertation. Universität Kassel.

Pleger L, Weindl PN, Weindl PA, Carrasco LS, Leitao C, Zhao M, Aulrich K & Bellof G (2021) Precaecal digestibility of crude protein and amino acids from alfalfa (*Medicago sativa*) and red clover (*Trifolium pratense*) leaves and silages in broilers. *Animal Feed Science and Technology* 275.

Plesch P., Carrasco L.S., Schade B., Bellof G. (2014). Effects of increasing rapeseed meal levels in diets of male B.U.T. 6 fattening turkeys. *European Poultry. Science*, 78.

Puntigam R, Brugger D, Slama J, Inhuber V, Boden B, Krammer V, Schedle K, Wetscherek-Seipelt G, Wetscherek W (2020) The effects of a partial or total replacement of ground corn with ground and whole-grain low-tannin sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) on zootechnical performance, carcass traits and apparent ileal amino acid digestibility of broiler chickens. *Livestock Science*, 241, 104187.

Revuelta J.L., Ledesma-Amaro R., Lozano-Martinez P., Díaz-Fernández D., Buey R.M., Jiménez A. (2017) Bioproduction of riboflavin. A bright yellow history. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 44 (4-5), 659–665.

Rezaei M., Yngvesson J., Gunnarsson S., Jönsson L., Wallenbeck A. (2018) Feed efficiency,

growth performance, and carcass characteristics of a fast- and a slower-growing broiler hybrid fed low- or high-protein organic diets. *Organic Agriculture*. Springer Netherlands, 8(2), 121–128.

Ritteser C., Grashorn M. (2015) Bestimmung präcecaler Verdaulichkeitskoeffizienten für heimische Energiefuttermittel für die Hühnermast (Schlussbericht), abrufbar unter <https://orgprints.org/id/eprint/29363/>

Roth-Maier D., Kirchgeßner M. (1997) Investigations on riboflavin requirement of fattening chickens. *European Poultry Science*, 61, 14–16.

Rodehutschord M., Kapocius M., Timmler R., Dieckmann A. (2004) Linear regression approach to study amino acid digestibility in broiler chickens. *British Poultry Science* 45(1): 85–92.

Ruiz N., Harms R.H. (1988) Riboflavin requirement of broiler chicks fed a corn-soybean diet. *Poultry Science*, 67(5), 794–799.

Rychen G., Aquilina G., Azimonti G., Bampidis V., Bastos M. de L., Bories G., Chesson A., Flachowsky G., Gropp J., Kolar B., Kouba M., López-Alonso M., López Puente S., Mantovani A., Mayo B., Ramos F., Saarela M., Villa R.E., Wallace R.J., Wester P., Herman L., Glandorf B., Kärenlampi S., Aguilera J., Cocconcelli P.S. (2018) Safety of vitamin B2 (80%) as riboflavin produced by *Bacillus subtilis* KCCM-10445 for all animal species. *EFSA Journal*, 16(3).

Salami S.A., Oluwatosin O.O., Oso A.O., Fafiolu A.O., Sogunle O.M., Jegede A.V. (2016) Bioavailability of Cu, Zn and Mn from Mineral Chelates or Blends of Inorganic Salts in Growing Turkeys Fed with Supplemental Riboflavin and/or Pyridoxine. *Biological Trace Element Research* 173 (1), 168–176.

Sato M., Tachibana T., Furuse M. (2006) Heat production and lipid metabolism in broiler and layer chickens during embryonic development. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. Pergamon, 143(3), 382–388.

Schreiter, Ruben; Damme, Klaus; Klunker, Michael; Raoult, Camille; Borell, Eberhard von; Freick, Markus (2020): Effects of edible environmental enrichments during the rearing and laying periods in a littered aviary-Part 1: integument condition in pullets and laying hens. *Poultry Science* 99, 11, 5184–5196.

Schulze Bisping, M. (2015): Auswirkungen eines Verzichts auf das Schnabelkürzen sowie von tierischem Eiweiß im Mischfutter auf Federpicken und Kannibalismus bei Mastputenhennen. Zugl.: Hannover, Tierärztl. Hochsch., Inst. für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Dissertation. 1. Aufl. München: Dr. Hut.

Shepherd E.M., Fairchild B.D. (2010) Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*, 89(10), 2043–2051.

Siegel P.B. (2014) Evolution of the modern broiler and feed efficiency. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2(1), 375–385.

Skinner J. T.; Waldroup A. L.; Waldroup P. W. (1992): Effects of Removal of Vitamin and Trace Mineral Supplements from Grower and Finisher Diets on Live Performance and Carcass Composition of Broilers. *The Journal of Applied Poultry Research* 1 (3), S. 280–286. DOI: 10.1093/japr/1.3.280.

Spindler B., Habig C., Berk J., Hartung J. (2013): Abschlussbericht Management- und Haltungsbedingungen bei unkupierten Ökoputen. Verfügbar unter: www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=32025&article_id=110863&_psm and=7.

Squires M.W., Naber E.C. (1993) Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: Riboflavin study. *Poultry Science*, 72(3), 483–494.

Stahmann K.-P., Revuelta J.L., Seulberger H. (2000) Three biotechnical processes using *Ashbya gossypii*, *Candida famata*, or *Bacillus subtilis* compete with chemical riboflavin production. *Applied Microbiology and Biotechnology* 53 (5), 509–516.

Steinwider A., Ertl P., Guggenberg T., Häusler J., Starz W. (2017). Analysen zur Netto-Lebensmittelproduktion und zum Ackerflächenbedarf von Rindermastssystemen. *Züchtungskunde*, 89, (3), S. 205–218. ISSN 0044-5401, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S.

Tang J., Hegeman M.A., Hu J., Xie M., Shi W., Jiang Y. (2017) Severe riboflavin deficiency induces alterations in the hepatic proteome of starter Pekin ducks. *The British Journal of Nutrition* 118 (9), 641–650.

Tang J., Hu J., Xue M., Guo Z., Xie M., Zhang B. (2019) Maternal diet deficient in riboflavin induces embryonic death associated with alterations in the hepatic proteome of duck embryos. *Nutrition & Metabolism*, 16, 19.

Thorne M.H., Collins R.K., Sheldon B.L. (1991) Chromosome analysis of early embryonic mortality in layer and broiler chickens. *British Poultry Science*, 32(4), 711–22.

Turck D., Bresson J.-L., Burlingame B., Dean T., Fairweather-Tait S., Heinonen M., Hirsch-Ernst K.I., Mangelsdorf I., McArdle H.J., Naska A., Nowicka G., Pentieva K., Sanz Y., Siani A., Sjödin A., Stern M., Tomé D., Van Loveren H., Vinceti M., Willatts P., Lambert-Allardt C., Przyrembel H., Tetens I., Dumas C., Fabiani L., Forss A.C., Ioannidou S., Neuhäuser-Berthold M. (2017) Dietary Reference Values for riboflavin. *EFSA Journal*, 15(8).

Vogt-Kaute W. (2022) Evaluierung von geeigneten Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) Linien und Sorten zur Körnernutzung für Geflügel (Schlussbericht, Projekt Highproteinmillet), abrufbar unter <https://orgprints.org/id/eprint/43324/>.

Watts D.L. (1990) Nutrient interrelationships. Minerals, vitamins, endocrines. *Journal of Orthomolecular Medicine*, 5 (1), 11.

Welfare Quality® (2009) Welfare Quality® Assessment protocol for poultry. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

Weiß J., Rau M., Geier A. (2014) Non-alcoholic fatty liver disease. *Epidemiology, clinical course, investigation, and treatment. Deutsches Ärzteblatt international*, 111 (26), 447–452.

Witten S., Aulrich K. (2018) Effect of variety and environment on the amount of thiamine and riboflavin in cereals and grain legumes. *Animal Feed Science and Technology*, 238, 39–46.

Witten S., Aulrich K. (2019) Exemplary calculations of native thiamine (vitamin B1) and riboflavin (vitamin B2) contents in common cereal-based diets for monogastric animals. *Organic Agriculture. Springer Netherlands*, 9, 155–164.

Wyatt R.D., Tung H.T., Donaldson W.E., Hamilton P.B. (1973) A new description of

riboflavin deficiency syndrome in chickens. *Poultry Science*, 52(1), 237–244.

Youssef I.M.I., Beineke A., Rohn K., Kamphues J. (2011). Effects of litter quality (moisture, ammonia, uric acid) on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. *Avian Diseases* 55, 51-58.

II. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

II.1 Veröffentlichungen in referierten Fachzeitschriften

- A.I. Kirn, P. Hofmann, P.A. Weindl, C. Lambertz, G. Bellof (...) Effects of reduced dietary energy and essential amino acids levels on the growth and slaughter performance of female Auburn and B.U.T. 6 turkeys in organic farming. *European Poultry Science* (submitted, EPS-D-24-00033).
- A.I. Kirn, P. Hofmann, P.A. Weindl, C. Lambertz, G. Bellof (2024) Using compensatory growth by reducing AMEN and essential amino acid contents in feed mixtures for male Auburn and B.U.T. 6 turkeys in organic farming. *European Poultry Science* (accepted, EPS-D-24-00015R).
- B. Thesing, P. Weindl, S. Göppel, S. Born, P. Hofmann, C. Lambertz, B. Schade, E. Schmidt, G. Bellof (2023) Effects of increasing riboflavin content in feed mixtures on selected liver traits and performance of organically reared hens (up to eight weeks of age) of intensive and semi-intensive turkey lines. *European Poultry Science*, 87. DOI: 10.1399/eps.2023.385.
- D. Haug, R. Schreiter, B. Thesing, L. Rathmann, C. Lambertz, P. Hofmann, M. Erhard, G. Bellof, E. Schmidt (2023) Injurious pecking in organic turkey fattening – effects of a slow- (Auburn) and a fast-growing (B.U.T.6) genotype, different husbandry systems and various feeding on injuries and plumage damage. *Poultry Science*, 102, 102746. DOI: 10.1016/j.psj.2023.102746.
- B. Thesing, P. Weindl, D. Haug, L. Rathmann, P. Hofmann, C. Lambertz, E. Schmidt, G. Bellof (2023) Riboflavin supply strategies in male turkey production including either supply of alfalfa silage or free-range access in organic farming. *European Poultry Science*, 87. DOI: 10.1399/eps.2023.379.
- S. Göppel, P. Weindl, C. Lambertz, B. Thesing, S. Born, E. Schmidt, G. Bellof (2022) Effects of reduced energy and amino acid contents in complete feed mixtures on fattening and slaughter performance of slow or fast growing turkey genotypes in different organic housing systems. *European Poultry Science*, 86. DOI: 10.1399/eps.2022.362.

II.2 Sonstige Veröffentlichungen

- G. Bellof (2023). Strategien für Puten – Proteinversorgung mit Bio-Rohstoffen. In: *bioland-fachmagazin 7/23*. Bioland Verlags GmbH, Mainz.
- S. Göppel, P.A. Weindl, C. Lambertz, B. Thesing, S. Born, E. Schmidt, G. Bellof (2022) Welche genetischen Herkünfte und Fütterungsstrategien eignen sich für die ökologische Putenmast? *Proteinmarkt*, 07.11.2022. Verfügbar unter: <https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/details/news/welche-genetischen->

herkuenfte-und-fuetterungsstrategien-eignen-sich-fuer-die-oekologische-putenmast

- C. Lambertz, S. Göppel, P. Weindl, B. Thesing, E. Schmidt, G. Bellof, S. Born (2022) Fütterungsstrategien für die ökologische Putenmast. BioTOPP, 5/2022, S. 32-33.

11.3 Präsentationen auf Fachveranstaltungen

- S. Göppel, K. Schmaus, P.A. Weindl, C. Lambertz, G. Bellof (2024) Untersuchungen zur praecaecalen Verdaulichkeit von Eiweißfuttermitteln für die ökologische Putenmast. Öko-Landbautagung 2024, Triesdorf, 24.10.2024.
- D. Haug, R. Schreiter, B. Thesing, L. Rathmann, C. Lambertz, P. Hofmann, M. Erhard, G. Bellof, E. Schmidt (2024) Effects of genotype and husbandry system on pododermatitis and plumage soiling in organic turkey production. 75. Jahrestagung der European Federation of Animal Science (EAAP), Florenz, Italien, 01.09.-05.09.2024, p361.
- A.I. Kirn, P.A. Weindl, C. Lambertz, P. Hofmann, G. Bellof, R. Schreiter (2024) Effects of reduced energy and essential amino acid diets on plumage damage and skin injuries of male slow- (Auburn) and fast- (B.U.T. 6) growing turkey strains. 75. Jahrestagung der European Federation of Animal Science (EAAP), Florenz, Italien, 01.09.-05.09.2024, p727.
- P. Weindl, R. Schreiter, A. I. Kirn, P. Hofmann, C. Lambertz, G. Bellof (2024) Untersuchungen zur Fußballengesundheit männlicher Puten der Herkunft B.U.T. 6 und Auburn bei unterschiedlichen Fütterungsstrategien und Haltungssystemen 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Giessen, 05.-08.03.2024, p346-347.
- A. I. Kirn, P. Weindl, P. Hofmann, C. Lambertz, G. Bellof (2024) Untersuchungen zum optimalen Schlachalter männlicher Mastputen in Abhängigkeit von Genotyp, ökologischer Fütterungsstrategie und Haltung. 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Giessen, 05.03.-08.03.2024, p268-269.
- A.I. Kirn, S. Göppel, P.A. Weindl, P. Hofmann, C. Lambertz, G. Bellof (2023) Einfluss abgesenkter AMEN- und Aminosäuregehalte in Alleinfuttermischungen für Mastputen auf die Ganzkörperzusammensetzung von langsam oder schnell wachsenden Genotypen in der ökologischen Putenmast. 16. Tagung Schweine- und Geflügelfütterung, Halle-Wittenberg, 14.11.-16.11.2023.
- P. A. Weindl, S. Born, P. Hofmann, C. Lambertz, W. Vogt-Kaute, G. Bellof (2023) Einsatz von Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) in der Fütterung weiblicher Mastputen der Herkünfte B.U.T.6 und Auburn. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Frick, Schweiz, 07.03.-10.03.2023.
- C. Lambertz, B. Thesing, S. Göppel, D. Haug, S. Born, L. Rathmann, P. Hofmann, E. Schmidt, G. Bellof (2023) Genotyp-angepasste Fütterung von Ökoputen. Bioland-Tagung, Tambach-Dietharz, 01.03.2023.
- S. Göppel, P. Weindl, C. Lambertz, B. Thesing, S. Born, E. Schmidt, G. Bellof (2022) Fütterungsstrategien für die ökologische Putenmast unter Berücksichtigung von

langsam und schnell wachsenden Herkünften, unterschiedlicher Haltung und 100% Bio-Fütterung. 22. Tagung Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT), Grub-Poing, 13.10.2022.

- B. Thesing, P. Weindl, S. Göppel, S. Born, P. Hofmann, C. Lambertz, G. Bellof (2022) Riboflavin supply of different turkey lines fed diets with an organic-compliant riboflavin product. 73. Jahrestagung der European Federation of Animal Science (EAAP), 04.09.-09.09.2021, p473.
- D. Haug, B. Thesing, S. Göppel, S. Born, R. Schreiter, C. Lambertz, G. Bellof, E. Schmid (2022) Feather pecking and cannibalism of non-beaktrimmed turkeys in organic husbandry. 73. Jahrestagung der European Federation of Animal Science (EAAP), 04.09.-09.09.2021, p476.
- S. Göppel, P. Weindl, C. Lambertz, B. Thesing, S. Born, E. Schmidt, G. Bellof (2022) Fütterungsstrategien für die Öko-Putenmast unter Berücksichtigung von langsam und schnell wachsenden Herkünften, unterschiedlicher Haltung und 100% Bio-Fütterung. 26. Bioland-Geflügeltagung, online, 29.02.-31.02.2022.
- S. Göppel, P. Weindl, B. Thesing, C. Wild, C. Lambertz, E. Schmidt, G. Bellof (2021) Amino acid supply of slow- and fast-growing female turkeys in organic production. 72. Jahrestagung der European Federation of Animal Science (EAAP), 30.08.-03.08.2021, p491.

11.4 Sonstige Veranstaltungen

- Wissenstransfer-Veranstaltung "Ökologische Putenmast: Bedarfsgerechte Aminosäuren- und Vitaminversorgung", gefördert im Rahmen des BÖL, online, 21.06.2024.

11.5 Dissertationen

- Désirée Margot Haug (2024) Auswirkungen von Genotyp, Haltungssystem und Fütterung auf den Integumentzustand von schnabelungekürzten Putenhähnen. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Benedikt Thesing (2023) Organic turkey fattening: Adequate riboflavin supply as a function of genotype, feeding strategies, and housing conditions. Dissertation. Universität für Bodenkultur Wien, Österreich.