

Aus dem
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung
des Veterinärwissenschaftlichen Departements
der Tierärztlichen Fakultät München
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. M. Erhard

Angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. M. Erhard

**Gesundheit, Leistung und Fleischqualität von gemischt gehaltenen
B.U.T BIG 6 und KELLY BRONZE Puten in der Auslaufhaltung**

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

von
Claudia Heidi Schweizer
aus Gräfelfing

München 2009

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

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Braun
Referent:	Univ.-Prof. Dr. Erhard
Koreferent:	Prof.-Dr. Rambeck

Tag der Promotion: 06. Februar 2009

Meinen Eltern und Geschwistern

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
2 LITERATUR	2
2.1 Abstammung und züchterische Entwicklung der Pute	2
2.1.1 Zuchtlinien/Putenherkünfte und Organisation der Putenzucht	2
2.1.2 Mastverfahren und Haltungsformen in der Putenmast	5
2.2 Brustblasen und Breast Buttons	8
2.3 Blutparameter	9
2.3.1 Hämatokrit.....	9
2.3.2 Hämoglobin	10
2.3.3 Immunglobuline (IgY)	11
2.3.4 Kalzium und Phosphor	12
2.4 Postmortale Untersuchungen	13
2.4.1 Knochenbruchfestigkeit und Knochengrößen.....	13
2.4.2 Muskelfaserdicke.....	15
2.4.3 Fleischqualität	18
2.4.4 Sensorische Faktoren	21
3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN	22
3.1 Zeitplan des Versuches	22
3.2 Tiere.....	22
3.3 Haltung	23
3.3.1 Aufzuchtphase	23
3.3.2 Mastphase.....	24
3.4 Management.....	27
3.4.1 Hygienemaßnahmen und Kontrolle der Bestandsgesundheit	27
3.4.2 Krankheitsprophylaxe (Impfungen).....	28
3.4.3 Futter und Fütterung.....	29
3.5 Erfassung von Leistungsdaten.....	32
3.5.1 Lebendgewicht	32
3.5.2 Erfassung der Morbiditäts- und Mortalitätsrate.....	32
3.5.3 Parasitologische und bakteriologische Kotuntersuchung	32
3.6 Bewertung von Brustblasen und Breast Buttons.....	32
3.7 Blutparameter	33
3.7.1 Blutentnahme und Aufbereitung der Proben	33

3.7.2 Hämatokrit-Messung	34
3.7.3 Hämoglobin-Bestimmung	34
3.7.4 Immunglobulin (Ig Y)-Bestimmung	35
3.7.5 Calcium/Phosphor-Verhältnis	38
3.8 Postmortale Untersuchungen	39
3.8.1 Schlachtkörpergewicht	39
3.8.2 Knochenparameter	39
3.8.3 Histologische Untersuchung	41
3.8.4 Digitale pH-Wert Messung	42
3.8.5 Sensorische Prüfung	43
3.9 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	45
4 ERGEBNISSE	46
4.1 Erfassung von Leistungsdaten	46
4.1.1 Lebendgewicht	46
4.2 Bewertung von Brustblasen und Breast Buttons	47
4.2.1 Brustblasen	47
4.2.2 Breast Buttons	48
4.3 Morbiditäts- und Mortalitätsrate	49
4.4 Blutparameter	50
4.4.1 Hämatokrit	50
4.4.2 Hämoglobin	52
4.4.3 Immunglobulin (IgY)	54
4.4.4 Calcium und Phosphor	56
4.5 Postmortale Untersuchungen	60
4.5.1 Schlachtgewichte	60
4.5.2 Knochenparameter	62
4.5.3 Muskelfaserquerschnittsfläche in der histologischen Untersuchung	69
4.5.4 Digitale pH-Wert Messung	72
4.5.5 Sensorische Prüfung	74
5 DISKUSSION	79
5.1 Leistung	79
5.2 Bewertung von Brustblasen und Breast Buttons	80
5.3 Blutparameter	80
5.4 Postmortale Untersuchungen	82

5.5 Sensorik.....	84
5.6 Schlussfolgerung	85
6 ZUSAMMENFASSUNG	87
7 SUMMARY	89
8 LITERATURVERZEICHNIS	91
9 DANKSAGUNG	101

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
BBB	Broad Breasted Bronze
B6	B.U.T. Big 6
B.U.T.	British United Turkeys
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
DFD	Dark Firm Dry (dunkel, fest, trocken)
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
ELISA	Enzyme-linked-immunosorbent-assay
h	Stunde
Hb	Hämoglobin
Hkt	Hämatokrit
Ig Y	Immunglobulin der Klasse Y
IMF	intramuskuläres Fett
k / konv.	konventionell
KB	Kelly Bronze
LT	Lebenstag
LW	Lebenswoche
max.	Maximum
min.	Minimum
Min.	Minuten
N	Newton
n	verwendete Anzahl von Proben oder Tieren
n.s.	nicht signifikant
ö / öko.	ökologisch
P	Phosphor
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PBS	Phosphate buttered saline
p. m.	post mortem
Pr	Probe
PSE	Pale Soft Exudative (blass, weich, wässrig)
r	Korrelationskoeffizient
SEM	Standard error of the mean (Standardfehler des Mittelwertes)
STD	Standard
So	Sommer
t	Tonnen
Tab.	Tabelle
TMB	Tetramethylbenzidine
Vit.	Vitamin
VO	Verordnung
vs.	versus
Wi	Winter

1 EINLEITUNG

Intensive Haltungsverfahren in der Putenfleischerzeugung stehen im Fokus des öffentlichen Interesses. Zum einen ist die extreme Selektion auf Fleischfülle verbunden mit einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit, besonders des Herz- Kreislauf- und Skelettsystems (HAFEZ, 1996) und kollidiert so mit dem im deutschen Tierschutzgesetz geforderten Grundsatz der Schadensvermeidung, zum anderen bedingen die hohen Besatzdichten intensiver Produktionsformen erhebliche Einschränkungen hinsichtlich der Möglichkeit einer bedarfsdeckenden Ausübung artspezifischen Verhaltens (BERK und WARTEMANN, 2006).

Trotz des steigenden Verzehrs von Putenfleisch auf 1,78 Mio Tonnen/Jahr im Jahre 2007 (BECK, 2007) und der damit verbundenen Ausweitung der Putenhaltung existieren derzeit keine nationalen, rechtsverbindlichen Vorgaben für die Haltung von Puten. Erfahrungen über alternative Haltungsformen in der Mast schwerer Putenhybridlinien fehlen weitgehend.

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel der vorliegenden Arbeit zu untersuchen, ob und inwieweit Auswirkungen einer strukturierten Haltungsumwelt im Freiland auf Tiergesundheit, Leistung und Fleischqualität vorhanden sind. Außerdem sollte geklärt werden, ob eine gemeinsame Haltung von zwei verschiedenen Herkünften (B.U.T. Big 6 und Kelly Bronze) möglich ist und ob, bei unterschiedlicher Fütterung (ökologisch und konventionell) unter identischen Haltungsbedingungen, unterschiedliche Ergebnisse zu erkennen sind. Dafür wurden jeweils zwei gemischte Putengruppen in einem Sommer- und einem Wintermastdurchgang vergleichend miteinander untersucht.

2 LITERATUR

2.1 Abstammung und züchterische Entwicklung der Pute

2.1.1 Zuchtlinien/Putenherkünfte und Organisation der Putenzucht

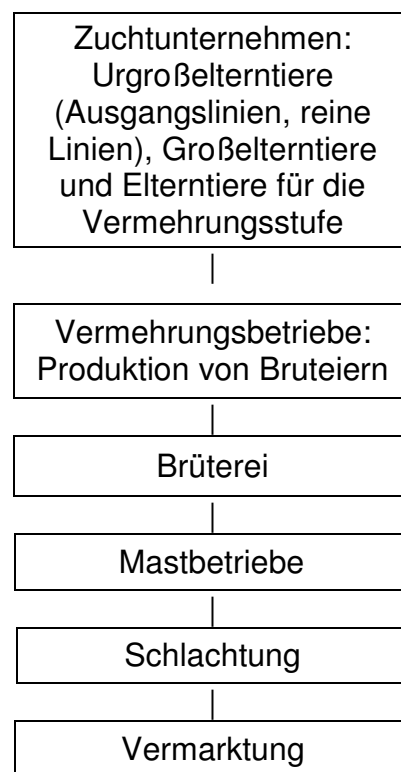
Das Verbreitungsgebiet der Wildpute (*Meleagris gallopavo*) war ursprünglich der Südwesten der USA und Mexiko (HAFEZ, 1997), wo sie von unterschiedlichen Indianerkulturen domestiziert wurde (OESTER, FRÖHLICH und HIRT, 1997). Erst im späten Mittelalter wurde die Pute auch auf anderen Kontinenten vorgefunden (BERK, 2002) und bald nach der Entdeckung des amerikanischen Kontinents 1492 wurden Truthühner auch nach Europa eingeführt.

Durch Selektion und Zucht entstanden in England schwarze und später auch weiße Rassen, die durch europäische Auswanderer in die USA gebracht wurden. Die ersten Kreuzungsversuche von Bedeutung zwischen den eingeführten Puten und den Wildputen wurden dort zwischen 1830 und 1840 getätigt. Es entstand die Narragansett Pute und durch weitere Kreuzungen mit Wildputen, im Jahre 1928, die Bronze-Pute (Sheffield-Pute). Bei den Puten orientierte sich die Zucht und Selektion, nicht wie bei den Hühnern und Tauben auf Formen- und Farbenvielfalt, sondern es standen immer vor allem wirtschaftliche Merkmale im Vordergrund (BERK, 2002). Mit Erfolg wurde auf steigenden Fleischansatz selektiert und die Bronze-Pute 1938 als Broad-Breasted-Bronze standardisiert. Sie gilt als Vorfahre aller in der Wirtschaft genutzten Putenstämme. Weitere Selektion und Kreuzungen führten 1950 zu weißer Befiederung, die mit höheren Zunahmen einherging, und die Ausbreitung dieser weißen Puten in den 60-er Jahren beschleunigte (HAFEZ, 1997). Im Jahr 1962 wurde die Breitbrust-Pute als „bb-Pute“ in Deutschland eingeführt. Darunter versteht man alle Züchtungen, die auf Fleischansatz, Futteraufwand, Zuwachsrate und gute Ausschlachtergebnisse gezüchtet worden sind und eine breite und vollfleischige Brust besitzen (MEYER, 2004). Durch Anwendung von Kunstbrut, der Hybridzucht und der künstlichen Besamung wurde es möglich, insbesondere auf Leistung und Qualität hin zu selektieren (HAFEZ, 1997). Da sich die Auswahl geeigneter Linien als sehr aufwändig und kostspielig herausstellte, hat sich die Zucht der wirtschaftlich genutzten Mastpute auf nur wenige Unternehmen beschränkt (HAFEZ, 1997), denen

Vermehrungsbetriebe nachgeordnet sind, die ihrerseits die Hybriden zur eigentlichen Eier- und Fleischproduktion stellen (SIEGMANN und NEUMANN, 2005).

Die Putenproduktion besteht in Deutschland aus dem so genannten 4-Säulenprinzip. Dazu zählen Zuchtunternehmen mit angeschlossener Brüterei, Mäster, Futterhersteller und Schlachtbetriebe (HAFEZ, 1999; siehe Tab. 2-1). Derzeit existieren weltweit nur noch drei Zuchtunternehmen (MEYER, 2004): „British United Turkeys (B.U.T.)“ mit Sitz in England und Frankreich, „Hybrid Turkeys“ in Kanada und „Nicholas Turkey Breeding Farms“ (N.T.B.F., Schottland/USA), die alle seit dem Jahr 2005 unter der Dachorganisation „Aviagen-Turkeys“ vereint sind (MEYER, 2007). Diese halten somit den gesamten genetischen Pool der Wirtschaftsputen in ihren Händen (HAFEZ, 1999; MOORGUT KARTZFEHN, 2000). Die modernen Mastputen sind das Ergebnis einer Drei-Linien-Kreuzung einer schweren und fleischbringenden Hahnenlinie, einer Hennenlinie mit guten Reproduktionseigenschaften und einer Hennenlinie, die auf Fleischertrag ausgelegt ist (HAFEZ, 1997).

Tabelle 2-1: Darstellung der an der Putenfleischproduktion beteiligten Betriebe
(nach HAFEZ, 1999)



LITERATUR

Seit 1982 ist die schwere Masthybridpute **B.U.T. Big 6** die dominierende Pute mit einem Marktanteil von 95–97 % in der deutschen Putenfleischerzeugung (HAFEZ, 1996; BERK, 2002; DAMME und HILDEBRAND, 2002; GRASHORN und BESSEI, 2004; MEYER, 2004).

Diese moderne Mastpute entspricht den Zielsetzungen in der Zucht von Masttieren (DISTL und SIEGMANN, 2005) bezüglich der Kostenstrukturen der Erzeuger, Schlachtereien und Integrationen welche die Wirtschaftlichkeit der Mast primär bestimmen (MEYER, 2004; siehe Tab. 2-2). Dazu zählen:

- rascher Zuwachs der Lebendmasse
- niedrige Futterkosten pro kg Schlachtgewicht
- hohe Schlachtkörperqualität
- hoher Anteil hochwertiger Fleischteile
- geringe Tierverluste

Tabelle 2-2: Selektionskriterien in der Putenzucht (MEYER, 2004)

1960	Heute	Zukunft
Lebendgewicht Legeleistung Konformation	Lebendgewicht Legeleistung Konformation Beinstabilität Fitness Schlachtausbeute Brustfleisch Fruchtbarkeit Gewichtsentwicklung Futtermittelnutzung Eigewicht Kükenqualität Lebensfähigkeit	Krankheitsresistenz Fleischqualität Verhalten

Männliche B.U.T. Big 6 Mastputen erreichen mit der 22. Lebenswoche (154. Lebenstag) ein Lebendgewicht von durchschnittlich 22,8 kg. Das Schlachtgewicht beläuft sich nach der Entnahme der Organe auf 17,6 kg. Die Überlebensrate wird mit 91,4 % der ursprünglich eingestellten Masttiere angegeben (BRITISH UNITED TURKEYS, 2008). Diese Tiere entsprechen also im Hinblick auf die Gewichtsentwicklung, die Schlachtausbeute und die Tierverluste durchaus den Anforderungen. Aber auch die Verzehrsgewohnheiten, der Grad der Veredelung, die Gesellschaftsstruktur und die Umwelt beeinflussen entscheidend die Auswahl der Putenherkunft für den jeweiligen Markt (MEYER, 2004). Die Reaktionszeit auf eine sich ändernde Marktsituation dauert in der Regel drei bis fünf Jahre und kommt erschwerend zur Zuchtstrategie hinzu.

2.1.2 Mastverfahren und Haltungsformen in der Putenmast

Puten stellen im Vergleich zu den anderen Mastgeflügelarten bezüglich Umwelt und Haltungsmanagement die höchsten Anforderungen (DLG, 1995/2000). Die Putenproduktion kann unterteilt werden in eine Aufzucht- (bis zur 6. Woche) und eine Mastphase (ab der 7. Woche) und erfolgt in der Regel getrennt nach Geschlecht.

2.1.2.1 Stallhaltung und konventionelle Putenmast

Die konventionelle Putenmast ist die hauptsächlich betriebene Haltungsform in Deutschland (HAFEZ, 1996). Für diese Art der Putenmast gibt es derzeit keine gesetzlichen Regelungen. Eine Putenvereinbarung über die Mindestanforderungen in der Putenhaltung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der niedersächsischen Geflügelwirtschaft wurde von Landwirtschaftsministerien und Geflügel- und Tierschutzverbänden im Januar 1999 unterzeichnet. Dieses Übereinkommen ist die Grundlage der bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen und erschien im September 1999. Demnach soll die Besatzdichte in der Hennenmast 45 kg Lebendgewicht/m² nutzbare Stallfläche und in der Hahnenmast 50 kg Lebendmasse/m² nutzbare Stallfläche in der Endphase der Mastperiode nicht überschreiten. Werden bestimmte Zusatzanforderungen eingehalten, können Hennen bis 52 kg Lebendgewicht/m² nutzbare Stallfläche und Hähne bis 58 kg Lebendgewicht/m² nutzbare Stallfläche gemästet werden. Als

LITERATUR

Beschäftigungsmaterial ist täglich geeignetes Material zur Verfügung zu stellen. Folgende Zahlen für die Besatzdichte können als Ausgangspunkt für die Planung zum Zeitpunkt der Ausstallung dienen (BERK, 2007):

Aufzucht bis zur 5. Lebenswoche, Hennen und Hähne	9-10 Tiere/m ²
Hennen bis zur 16. Lebenswoche	5,1 Tiere/m ²
Hähne bis zur 21. Lebenswoche	2,8 Tiere/m ²
Gemischte Einstallung von Hähnen und Hennen	4,4 Tiere/m ²

Steht nur ein Stall zur Verfügung wird das Rein-Raus-Verfahren ("all in - all out") betrieben. Das bedeutet, dass sowohl die Aufzucht, als auch die Mast während des Zeitraumes **von 22 bis 24 Wochen** in einem Stall mit Tieren gleichen Alters und Herkunft stattfindet. Hahn und Henne werden als Küken gemeinsam eingestallt. Nach der Schlachtung der Hennen in der 15. bis 17. Lebenswoche steht der gesamte Stall für die Mast der Hähne zur Verfügung, die erst in der 22. bis 24. Lebenswoche geschlachtet werden. Pro Jahr besteht dabei die Möglichkeit 2,0 bis 2,2 Durchgänge pro Jahr durchzuführen (MOORGUT KARTZFEHN, 2002/2003). Da durch dieses Verfahren der gesamte Stall nach jeder Mast gereinigt und desinfiziert werden kann kommt es zu einer Unterbrechung der Infektionskette (BERK, 2002).

Im so genannten Rotationsverfahren (**18-Wochen-Rhythmus**) werden die Hennen- und Hahnenküken zunächst gemeinsam eingestallt, wobei die Hähne nach fünf bis sechs Wochen in den Hahnenstall umgetrieben werden, in dem sie bis zu ihrer Schlachtung in der 21. bis 22. Lebenswoche verbleiben. Da die Hennen früher schlachtreif werden und somit zwischen der 15. und 17. Lebenswoche ausgestallt werden, kann der Aufzuchtstall in der 19. Woche erneut mit Küken belegt werden. Mit diesem Verfahren können ca. 2,7 bis 2,9 (BERK, 2007) Durchgänge pro Jahr durchgeführt werden.

Eine gemeinsame Einstallung von Hennen und Hähnen erfolgt auch im **13-Wochen-Rhythmus**. Hier erfolgt eine Umstallung der Hennen nach vier bis fünf Wochen in den Maststall, wobei die Hähne bis zur 11. Lebenswoche im Aufzuchtstall verbleiben und erst danach in den inzwischen leeren Maststall umgesetzt werden. Eine Neubelegung des Aufzuchtstalles ist nach 13 Wochen wieder möglich. Für die zwei zuletzt genannten Verfahren ist als nachteilig anzusehen, dass sich zeitweise

unterschiedliche Altersstufen aus verschiedenen Kükenanlieferungen auf einem Betrieb befinden (FELDHAUS und SIEVERDING, 1995) und somit keine hygienische Trennung erfolgen kann.

In der konventionellen Haltung gibt es bereits neue Ansätze zur Strukturierung des Stalles. Dazu wurden von BIRCHER et al. (1996) erhöhte Sitzstangen angeboten, die ein arttypisches Ruheverhalten und zusätzliche Aufenthaltsorte mit einer Reduzierung von aggressiven Auseinandersetzungen gewährleisten soll. Die Verwendung von Kanthölzern mit einer Breite von 5 cm x 5 cm kann dabei nicht empfohlen werden, die Autoren berichten aber über gute Erfahrungen mit 11 cm breiten Latten. BERK und WARTEMANN (2003) untersuchten über einen Zeitraum von sechs Mastperioden mit schweren B.U.T. Big 6 Tieren die Auswirkungen eines überdachten Außenklimabereiches auf Produktivität und Rentabilität dieser Haltungsform. Ebenso untersuchte SPINDLER (2007) in einem Untersuchungszeitraum von vier Mastdurchgängen in zwei parallel besetzten Ställen mit jeweils 1500 Tieren den Einfluss eines Außenklimabereiches auf das Wohlbefinden, die Gesundheit und Leistung männlicher Mastputen der Linie B.U.T. Big 6.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein Außenklimabereich positive Auswirkungen auf die Tiergesundheit hat und keine negative Beeinflussung der Leistung der Tiere erfolgt. Eine verringerte Mortalität wurde in den Untersuchungen von BERK und WARTEMANN (2004) erreicht. Fundierte Empfehlungen könnten aber erst nach weiterführenden Untersuchungen abgegeben werden. Die Versuche von SPINDLER (2007) zeigen, dass Gesundheits- und Verhaltensprobleme in der Putenmast nicht allein durch einfache Änderungen der Haltungsbedingungen auf Dauer bekämpft werden können. Obwohl der Zugang zu einem Außenklimabereich auf viele der bekannten Erkrankungen von Mastputen einen positiven Einfluss hat, kommt der genetischen Disposition der Tiere eine entscheidende Rolle zu.

Das Schnabelkürzen wird immer noch bei nahezu allen konventionell gehaltenen Puten praktiziert und stellt ein nicht unerhebliches Tierschutzproblem dar (FIEDLER, 2006). Dieser Eingriff scheint jedoch immer noch die einzige bekannte und als wirkungsvoll angesehene Maßnahme zu sein, um die wirtschaftlich und tierschutzrechtlich relevanten Folgen von Federpicken und Kannibalismus zu verringern (HAFEZ, 1996).

2.1.2.2 Auslaufhaltung und ökologische Putenmast

Die Auslaufhaltung ist die extensive Haltungsform in der Mast von Puten, die im Rahmen politischer Diskussionen zunehmend an Bedeutung gewinnt. Die konventionelle Putenmast in Auslaufhaltung wird durch die Vermarktungsnormen für besondere Haltungsverfahren gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 1538/91-Anhang 4 geregelt. Dabei wird unterschieden in Auslaufhaltung (25 kg Lebendgewicht/m² Bodenfläche und 4 m² Auslauffläche/Pute), Bäuerliche Auslaufhaltung (25 kg Lebendgewicht oder 6 Puten/m² Bodenfläche und 6 m² Auslauffläche/Pute) und Bäuerliche Freilandhaltung (flächenmäßig unbegrenzter Auslauf/Pute). In der ökologischen Haltung muss die Auslauf- oder Freilandhaltung nach der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau betrieben werden. Dieselbe Verordnung regelt die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Demnach beträgt die maximale Obergrenze eines Bestandes 2500 Tiere mit einer maximalen Besatzdichte von 21 kg Lebendmasse/m² Stallfläche. Zugang zur Außenfläche, die mit 10 m²/Truthahn zu berechnen ist, ist stets zu gewähren. Der Einsatz von wachstums- und leistungsfördernden Substanzen ist verboten und das Mindestschlachtalter von 140 Tagen darf nicht unterschritten werden.

2.2 Brustblasen und Breast Buttons

Durch die ausgeprägte Selektion auf Wachstum und Brustmuskelansatz sind moderne Mastputenhybriden mit zunehmendem Alter und damit zunehmender Masse immer öfter gezwungen zu liegen (BIRCHER und SCHLUP, 1991b). Die vermehrte mechanisch-traumatische Belastung der Brustregion führt dabei häufig zum Auftreten von Brustblasen (eine Vergrößerung oder Entzündung der Bursa praesternalis) oder Brustknöpfchen (Fokale Ulzerative Dermatitis bzw. Breast Buttons). Beides führt zu einer deutlichen Minderung der Schlachtkörperqualität und verursacht große wirtschaftliche Schäden, da das wertvollste Teilstück des Putenschlachtkörpers nur teilweise genutzt werden kann und zusätzliche Kosten für das Trimmen des Brustmuskels entstehen (HAFEZ und JODAS, 1997; KAMYAB, 2001). Nach Untersuchungen von WARTEMANN (2005) zeigten 2-27 % der konventionell gehaltenen Mastputen Brustblasen, und 24-36 % wiesen Breast Buttons auf. Neben der abnehmenden Mobilität der Putenherkünfte mit hohem

Mastgewicht können Brusthautveränderungen auch durch eine hohe Besatzdichte und feuchte oder harte Einstreu bedingt sein (FELDHAUS und SIEVERDING, 2001). WYLIE und HOCKING (1998) stellten fest, dass die durch Selektion auf vermehrten Brustmuskelansatz vergrößerte Brustregion moderner Masthybriden im Vergleich zu ursprünglichen Putenlinien deutlich schlechter befiedert ist. Mangelnde Brustbefiederung könnte eine weitere Ursache für Brustblasen und Brustknöpfchen sein. NEUFELD (1989) zeigte, dass die Umgebungstemperatur einen deutlichen Einfluss auf die Entstehung von Breast Buttons hat. Bei niedrigen Temperaturen wurden weniger Tiere mit Breast Buttons beobachtet als bei hohen Temperaturen. Möglicherweise ist dies auf eine bessere Ausbildung der Brustbefiederung bei niedrigen Umgebungstemperaturen zurückzuführen.

2.3 Blutparameter

Vogelblutzellen sind aufgrund der phylogenetischen Entwicklung weitaus weniger ausdifferenziert als die der Säuger (SIEGMANN, 1992) und weisen zudem einige Besonderheiten auf. So besitzen alle Zellen Kerne und das Plasma enthält einen geringeren Anteil an Albumin und Natrium, dafür mehr Kalium als das Blut von Säugetieren. Außerdem fehlen einige Faktoren im Gerinnungssystem oder sie sind nur in niedrigen Konzentrationen vorhanden (GYLSTORFF und GRIMM, 1987). Das Blutbild von Vögeln kann deshalb nur in begrenztem Umfang für die Diagnostik herangezogen werden und bei der Angabe von hämatologischen Richtwerten ist immer die angewandte Methode zu beachten. Als besonders günstig beim Geflügel ist anzusehen, dass immer gleichzeitig auf mehrere Tiere einer Herde zurückgegriffen werden kann, die sich in den unterschiedlichen pathogenetischen Stadien befinden (RAUTENSCHLEIN, 2005). Deshalb spielen Untersuchungen des Blutbildes bei Geflügel vor allem in der Herdendiagnostik eine große Rolle (SIEGMANN, 1992).

2.3.1 Hämatokrit

Auskunft über das rote Blutbild kann man über eine Reihe von Parametern erhalten. Am einfachsten erhält man den Hämatokritwert (Hkt) über die Mikrohämatokritmethode (KRAFT et al., 1999a). Der Hämatokrit stellt im engeren Sinne die Erythrozytensäule dar, wobei das Verhältnis der festen Blutbestandteile

zum Gesamtvolumen in % oder l/l angegeben wird. Die physiologische Breite liegt beim Vogel laut GYLSTORFF und GRIMM (1987) zwischen 31-55 %. KUMMERFELD (2005) gibt für die Pute Hämatokritwerte zwischen 35-42 % an und SIEGMANN (1992) ermittelte durchschnittliche Hämatokritwerte von 50 %. In zwei unabhängigen Versuchen bei Puten in Freilandhaltung konnte LE BRIS (2005) Werte zwischen 30-40 % messen, während BERGMANN (2006) nur Werte zwischen 33,8-34,5 % ermittelte. GYLSTORFF und GRIMM (1987) beobachteten, dass bei den meisten Vögeln während der ersten Lebenswochen der Hämatokritwert abnimmt, um dann mit leichten Schwankungen bis zur Erlangung der Geschlechtsreife zuzunehmen. Fallen die Werte unter die physiologische Breite, kann das eine Anämie aufgrund vorhandener Darmparasiten oder Blutverlust bedeuten. Aber auch in enormen Stresssituationen kann es durch einen Anstieg von Serumnatrium und steigendem Plasmavolumen zu einem Abfall des Hämatokritwertes kommen. Ein hoher Hämatokritwert dagegen spricht für eine Dehydratation oder den Ersatz eines eingetretenen Blutverlustes durch unreife Formen der Erythrozyten (Retikulozyten), der meist innerhalb von 72 Stunden eintritt.

2.3.2 Hämoglobin

Hämoglobin (Hb) besteht aus den Bestandteilen Häm, dem eigentlichen Blutfarbstoff mit zweiwertigem Eisen, und Globin, das aus zwei identischen Polypeptidketten zusammengebaut ist (KRAFT et al., 1999a). Für die Messung des Hämoglobingehaltes gilt die Cyanhämoglobinmethode als sehr zuverlässig. Literaturangaben bezüglich der Hämoglobinkonzentration sollten aufgrund der unterschiedlich angewandten Methoden vorsichtig gewertet werden und sind untereinander nur schwer vergleichbar. Hämoglobinopathien konnten beim Vogel bisher noch nicht festgestellt werden. Dennoch ist der Hämoglobinwert ein guter Indikator für Anämien, verursacht durch äußeren oder inneren Blutverlust, Hämolyse und vermehrten Untergang von Erythrozyten oder Hemmung der Erythro- oder Hämatopoese. Die Ursachen sind vielfältig, wobei Magen-Darmparasiten, Knochenbrüche, blutsaugende Ektoparasiten, Blutparasiten oder Nährstoffmangel als Ursache in Frage kommen. Der physiologische Wert liegt bei der Pute bei 10,7 g/dl (GYLSTORFF und GRIMM, 1987). Von LE BRIS (2005) wurden in einem

Freilandversuch mit Puten Werte zwischen 9,0 und 12,0 g/dl und von BERGMANN (2006) zwischen 11,8 g/dl und 13,0 g/dl gemessen.

2.3.3 Immunglobuline (IgY)

Vögel besitzen, wie auch die Säuger, spezifische Abwehrmechanismen über eine humorale und zellvermittelte Immunität. Evolutionsbedingt gibt es beim Vogel aber einige Unterschiede. So entwickeln sich die B-Zellen beim Geflügel in einem nur bei Vögeln vorhandenen Organ, der Bursa cloacalis (Fabricii) und nicht wie beim Säuger hauptsächlich im Knochenmark. Diese B-Zellen sind verantwortlich für die humoral vermittelte Immunität und setzen die so genannten Immunglobuline frei, die in die Klassen IgM, IgA und IgG eingeteilt werden können. IgG wird beim Vogel auch als IgY bezeichnet. IgE und IgD gibt es beim Vogel nicht.

Die T-Zellentwicklung findet genauso wie beim Säuger im Thymus statt und repräsentiert die spezifische zellvermittelte Immunkompetenz. Diese ist jedoch beim Vogel noch nicht ausreichend erforscht (RAUTENSCHLEIN und KALETA, 2005).

Da es sich bei Geflügelherden immer um Tiere in Intensivhaltung handelt, muss die gesamte zu untersuchende Herde als epidemiologische Einheit betrachtet werden (REDMANN, 2005). Durch Stichprobenuntersuchungen können Aussagen über den Immunstatus einer Herde gemacht werden. Dies ist vor allem zur Kontrolle eines Impferfolgs unerlässlich und kann über die Bestimmung von Antikörpern im Serum oder Eidotter erfolgen (JUNGBÄCK, KALETA und SIEGMANN, 2005). Ein eindeutig positiver Antikörpernachweis sagt aus, dass entweder eine Feldinfektion oder Impfung stattgefunden haben muss (RAUTENSCHLEIN, 2005). Eine spezifische und sehr empfindliche Nachweismethode stellt der ELISA (Enzyme-Linked-Immuno-Sorbent-Assay) dar (SIEGMANN, 1992). Nach dem Prinzip von ERHARD et al. (1989) wurde von LE BRIS (2005) mit Hilfe von monoklonalen Antikörpern ein Puten-IgY-spezifischer ELISA entwickelt. Dies ermöglicht den Nachweis von IgY in Eidotter, Körperflüssigkeiten und Serum.

In den Untersuchungen von LE BRIS (2005) wurde bei vier Wochen alten Putenküken der niedrigste IgY-Gehalt festgestellt. Nach einer Plateauphase stieg der Gehalt ab der 20. Lebenswoche an und ergab in der 23. Lebenswoche einen Wert von ca. 13,0 mg/ml. BERGMANN (2006) konnte bei einem Freilandversuch mit getrennt gehaltenen B.U.T. Big 6 und Kelly Bronze Puten IgY-Gehalte zwischen 4,7

und 9,6 mg/ml nachweisen. Dabei hatte die Kelly Bronze Gruppe im Sommer signifikant höhere IgY-Werte, wobei sich der Wert im Sommer mit 9,6 mg/ml deutlich hervorhob. Aus der Gruppe der B.U.T. Big 6 Puten verstarben mehrere Tiere ohne Symptome zu zeigen, allerdings konnte kurz darauf eine Infektion mit Rotlaufbakterien nachgewiesen werden. Aus der direkt benachbarten Gruppe der Kelly Bronze Puten mit dem hohen IgY-Wert verstarb kein einziges Tier. Der hohe Gehalt an Immunglobulinen ist somit ein Hinweis dafür, dass sich die Kelly Bronze Tiere mit der Infektion auseinandergesetzt haben.

2.3.4 Kalzium und Phosphor

Das Parathormon und Vitamin D gewährleisten die **Kalziumhomöostase** (GYLSTORFF und GRIMM, 1987). Kalzium wird als Gesamt-Kalzium gemessen und kommt im Serum zu 55 % als ionisiertes Kalzium, als Ca^{2+} vor. Die anderen 45 % des Kalziums sind an Protein (40 %) oder an organische Säure (5 %) gebunden. Für die praktischen Verhältnisse genügt die Bestimmung des Gesamtkalziums (KRAFT et al., 1999b). Das Parathormon und Vitamin D erhöhen den freien Anteil des Kalziums im Blut durch Mobilisation aus dem Knochen.

Vitamin D induziert zudem ein kalziumbindendes Protein für die Kalziumresorption aus dem Darm. Die Kalziumwerte sinken bei Hypoalbuminämie, umfangreichen Fettgewebnekrosen und im Endstadium von Nierenerkrankungen (GYLSTORFF und GRIMM, 1987). Von KUMMERFELD (2005) werden bei der Pute Kalziumwerte zwischen 11,2 mg/dl und 23,2 mg/dl angegeben. LE BRIS (2005) konnte in seiner Vergleichsstudie in Freilandhaltung Werte zwischen 10,8 mg/dl und 11,6 mg/dl messen, wobei die Werte der Herkunft Kelly Bronze nach der 4., 8. und 12. Lebenswoche signifikant höher waren als die der Herkunft B.U.T. Big 6. Auch BERGMANN (2006) konnte Kalziumgehalte zwischen 9,8 mg/dl und 11,01 mg/dl im Serum messen und einen signifikanten Herkunftseinfluss zugunsten der Herkunft Kelly Bronze feststellen.

Phosphor kommt im Blut als anorganisches Phosphat, Phospholipid oder als organischer Ester vor. Von diagnostischer Bedeutung ist das anorganische Phosphat im Serum. Phosphor sinkt im Blutspiegel durch Einwirkung von Parathormon und Calcitonin. Eine Mangelernährung an Vitamin D lässt den Phosphorwert unter die Norm sinken und auch bei Hitzestress kann der Phosphorgehalt des Blutes beim Vogel unter die physiologische Breite fallen (GYLSTORFF und GRIMM, 1987).

Kommt es zu einer Unterversorgung des Organismus mit Mineralstoffen, kann die Gesundheit, die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden beeinträchtigt werden. Mögliche Folgen bei einem Mangel an Phosphor sind „Beinschwäche“ und eine verminderte Knochenstabilität (DAMME und HILDEBRAND, 2002). Die Versorgung mit Mineralstoffen richtet sich beim Geflügel nach dem Alter und der Nutzungsrichtung (SIEGMANN, 2005). KUMMERFELD (2005) gibt für Puten Phosphorwerte zwischen 5,6 mg/dl und 8,4 mg/dl an. LE BRIS (2005) konnte Werte zwischen 8,2 mg/dl und 8,8 mg/dl feststellen und BERGMANN (2006) Werte zwischen 6,3 mg/dl und 9,4 mg/dl, wobei die Werte in der Sommermast signifikant niedriger waren als in der Wintermast.

2.4 Postmortale Untersuchungen

2.4.1 Knochenbruchfestigkeit und Knochengrößen

Erkrankungen des Bewegungsapparates sind in der heutigen Geflügelwirtschaft von sehr großer Bedeutung und Bewegungsstörungen führen zu erhöhten Verlusten während der Mast bzw. zu wirtschaftlichen Einbußen bei der Beurteilung der Schlachtkörper (MORRIS, 1993).

Um die Qualität von Extremitätenknochen bezüglich ihrer mechanischen Belastbarkeit zu bestimmen, stehen unterschiedliche Verfahren zu Verfügung. Eine häufig angewandte Methode zur Untersuchung der Knochenbruchfestigkeit ist die Belastungsuntersuchung, die als Drei-Punkt-Biegemessung bezeichnet wird und mechanisch mit Materialprüfmaschinen durchgeführt wird. Werden dabei die auf den Knochen einwirkenden Kräfte konstant erhöht, kommt es zum Verbiegen des Knochens und schließlich zu dessen Bruch. Die Knochenbruchfestigkeit kann zur Vereinfachung und zur Vergleichbarkeit als Kraft pro Flächenareal Knochen zum Zeitpunkt des Bruches gesehen werden. Sowohl die Biegekurve als auch die Kraft zum Zeitpunkt des Nachgebens des Knochens können somit beurteilt werden. Die Elastizität als Ausdruck der inneren Steifigkeit und Materialbeschaffenheit liegt bei stärker mineralisierten Knochen höher (RATH et al., 2000).

Für die Knochenstabilität von Geflügel spielen Genetik, Futterzusammensetzung und die Intensität mit der sich die Tiere bewegen können eine entscheidende Rolle (LEYENDECKER et al., 2002). Aber auch Wachstum und Alter, Geschlecht, Krankheiten, Hormone und Toxine sind als entscheidende Umwelteinflüsse auf die

LITERATUR

Knochenfestigkeit anzusehen. MARINI (2003) sieht den vermehrten Brustmuskelansatz bei schweren Putenherkünften als Ursache für das Auftreten von Beinschwäche. Dabei verändert sich die Winkelung zwischen Brustbein und Boden und die Pute muss größere Anteile des Brustmuskels zwischen ihren Beinen tragen. Dies führt letztendlich zu Varus- und Valgusdeformationen des Beinskeletts. In Bezug auf die Genetik zeigen langsam wachsende Rassen eine deutlich höhere Laufaktivität (REITER und BESSEI 1998b), während Legehennen aus Käfighaltung, die sich kaum bewegten, eine signifikant niedrigere Knochenstabilität an Tibia und Humerus aufwiesen als Tiere aus Auslauf- oder Volierenhaltungen (LEYENDECKER et al., 2002).

RATH et al. (2000) nahmen Messungen zur Knochenbruchfestigkeit beim Tibiotarsus von Puten in der 7. LW und 22. LW vor. In der 7. LW kam es unter einer Belastung von durchschnittlich 33,2 kg und in der 22. LW unter der Belastung von 60,5 kg zum Bruch des Knochens. FROST (1997) bestätigt, dass das Alter insofern eine Rolle spielt, als dass die Knochenmasse mit dem Alter zunimmt und die Bruchfestigkeit sich proportional zur Masse verhält. HEMME (2004) erkannte in seiner Studie an Broilern, dass zwischen dem Gewicht der Tiere und der Knochenbruchfestigkeit (Tibia und Humerus) eine gesichert positive Beziehung bestand und schwere Broiler im Allgemeinen auch stabilere Knochen aufwiesen als leichte Broiler. KORFMANN (2003) stellte in den Untersuchungen mit unterschiedlichen Putenlinien fest, dass die Knochen der schweren Putenlinie B.U.T. Big 6 in der 20. Lebenswoche gegenüber den anderen Linien die größte Bruchfestigkeit aufwies. Um die Knochen des Tibiotarsus dieser Linie zu brechen war eine durchschnittliche Kraft von 0,99 kN notwendig. Im Gegensatz dazu wurden die Tibiotarsi der Kelly Bronze Puten mit einem Kraftaufwand von 0,84 kN gebrochen. Bei der Gewichtskontrolle der Beinknochen hatten die schweren Linien dieses Versuches auch die schwersten Knochen. Auch CRESPO et al. (2000) fanden heraus, dass züchterische Körpermasse zu einer erhöhten Knochendichte führt. In den Untersuchungen von BERGMANN (2006) mit im Freiland gehaltenen Puten der Herkünfte B.U.T. Big 6 und Kelly Bronze konnte ein signifikanter Herkunftseinfluss festgestellt werden, wobei auch hier die schwere Herkunft Big 6 eine signifikant höhere Bruchfestigkeit aufwies. So musste für den Bruch der Femura der B.U.T. Big 6 Puten eine Kraft von 973,6 N im Sommer und 1046,3,1 N im Winter aufgewendet werden. Bei den Kelly Bronze Puten derselben Studie konnten die Femura mit einer Kraft zwischen 807,9 N im Sommer und 823,9 N im Winter gebrochen werden. Die Jahreszeit schien keinen

Einfluss auf die Bruchfestigkeit gehabt zu haben.

Die Mineralstoffversorgung der Tiere, vor allem mit Kalzium und Phosphor ist ein bedeutendes Kriterium für die Stabilität von Knochen. Kollagen ist eines der wichtigsten organischen Bestandteile der Knochenmatrix und ist für die Zugfestigkeit der Knochen verantwortlich. Hydroxylapatit ist ein Anteil der anorganischen Knochenmatrix und zuständig für die Ausbildung der Druckfestigkeit im Knochen (RATH et al., 2000). Die Ernährung spielt die wohl wichtigste Rolle in Bezug auf die Knochenstabilität. Knochen bestehen zu 70 % aus Mineralien, zu 20 % aus organischem Material und zu 10 % aus Wasser. Eine optimale Versorgung mit Kalzium und Phosphor, aber auch Vitamin D ist essentiell, da fast 90 % der Matrix von Kalzium und Phosphor gebildet werden. So kann es bei einem Mangel an Kalzium und Phosphor im Futter zu Knochenweiche oder Rachitis kommen (HILDEBRAND und DAMME, 2002). Solche Mangelerscheinungen können zu einer Entmineralisierung des Skeletts mit erhöhter Frakturneigung führen (KAMPHUES und SIEGMANN, 2005).

Ein Putenknochen verzeichnet in den ersten zwei bis drei Lebenswochen ein enormes Längenwachstum von ca. 25 % und einer Wachstumsrate von ca. 2 mm pro Tag. Nach zehn Lebenswochen hat sich die Länge des Knochens bereits versechsfacht (BERK, 2007).

CRESPO et al. (2000) konnten nachweisen, dass das Längenwachstum der Beinknochen bei Puten ab der 16. Lebenswoche beendet ist. KORMANN (2003) untersuchte den Einfluss der genetischen Putenlinie auf die Entwicklung des Beinskeletts und erkannte, dass sowohl der Femur als auch der Tibiotarsus aller Linien zwischen der 1. und 8. Lebenswoche ein beschleunigtes Längenwachstum aufwiesen. Erst ab der 20. Lebenswoche waren die Wachstumsplatten aller Linien geschlossen und es fand kein Längenwachstum mehr statt. Die Femurknochen der schweren Linien N 700 und B.U.T. Big 6 waren mit durchschnittlich 15,8 cm und 15,5 cm am längsten. Es folgten die Linien B.U.T. T9 und Kelly Bronze mit durchschnittlich 15,1 cm Länge. Der kraniocaudale Diaphysendurchmesser bei Puten in der 15. Lebenswoche lag bei 17,5 mm.

2.4.2 Muskelfaserdicke

Als Muskelfaser wird die längliche, mehrkernige und einige Zentimeter lange Skelettmuskelzelle bezeichnet. Diese ist 10-100 µm dick und wird von der

Muskelzellmembran, dem Sarkolemm umhüllt. Die kontraktile Proteine Actin und Myosin befinden sich im Sarkoplasma der Muskelfasern und bilden die 1-1,5 µm dünnen Untereinheiten der Muskelfasern, die Myofibrillen (SZENTKUTI, 2000). Diese wiederum sind aus longitudinalen Einheiten von 2-3 µm, den Sarcomeren zusammengesetzt. Z-Scheiben bzw. Z-Linien schließen die Sarcomere ab. Die funktionelle Einheit des quergestreiften Muskels ist das Sarcomer der Myofibrille (ECKERT, 1986).

Die Textur und Zartheit eines Muskels ist eine Eigenschaft, die unter anderem die Fleischqualität ausmacht, vom Konsumenten hoch bewertet wird und ebenso begehrt ist wie guter Geschmack. Textur und Zartheit sind nach HAMMOND (1932) eine Funktion der Größe der Faserbündel, wobei grobfaserige Muskeln große Faserbündel und feinfaserige Muskeln kleine Faserbündel besitzen. Jedoch bestimmt nicht nur die Faseranzahl die Größe der Bündel, sondern auch der mittlere Faserdurchmesser. Muskelproben können relativ einfach durch die Messung der Muskelfaserdicke untersucht und miteinander verglichen werden. Muskelfasern weisen im Gegensatz zu den Myofibrillen bei allen Tierarten unterschiedliche Dicken auf (SZENTKUTI, 2000). So kann bei männlichen und großbrahmigeren Tieren im Allgemeinen eine grobfaserige Muskulatur gefunden werden. HAMMOND (1932) konnte bei Untersuchungen an Schafen Rassenunterschiede feststellen. Einen Unterschied zwischen den Geflügelarten konnten SMITH et al. (1993) bei der Untersuchung des Fasertypenanteils bei Masthähnchen und Pekingenten ermitteln. LE BRIS (2005) stellte in den vergleichenden Untersuchungen der Putenherkünfte B.U.T. Big 6 und Kelly Bronze in ökologischer Freilandhaltung Unterschiede der Muskelfaserdicke bezüglich der Herkunft und der Haltung fest. Die Muskelfaserquerschnitte der unter identischen Bedingungen gehaltenen Kelly Bronze Puten wiesen mit durchschnittlich 0,302 mm² dickere Muskelfasern auf als die B.U.T. Big 6 Puten mit durchschnittlich 0,252 mm². Zusätzlich hinzugekaufte konventionell gemästete B.U.T. Big 6 Puten hatten eine mittlere Faserdicke von durchschnittlich 0,289 mm². So wiesen die ökologisch gehaltenen B.U.T. Big 6 Puten die kleinsten Querschnitte auf. Nach HAHN (2007a) zieht die Zunahme des Brustmuskelwachstums bei Geflügel ein Absterben von Muskelfasern nach sich, das durch Ersatz von Bindegewebe zum Verlust der Struktur und zur Minderung des Fleischwertes führt. Der Brustanteil der heutigen Mastputenlinien beträgt in der 15. Lebenswoche zwischen 34,9 % und 39,6 % des Lebendgewichtes, inklusive Haut und Knochen (GRASHORN und BESSEI, 1995). Die Fleischqualität leidet an den

LITERATUR

Folgen des zuchtbedingten, immer größer werdenden Körpergewichtes in immer kürzerer Zeit. Es besteht die Möglichkeit den Bindegewebs- und Fettanteil eines Muskels im Vergleich zu seinem Muskelfaseranteil festzustellen. Diese mikroskopisch-anatomisch Untersuchungen werden mit Hilfe eines Lichtmikroskops durchgeführt. Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) kann über Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie bestimmt werden (LOOSER, 2006).

2.4.3 Fleischqualität

Unter dem Begriff Fleischqualität kann man die Beschaffenheit und die physikalischen und chemischen Merkmale von Fleisch bezeichnen (HOFMANN, 1987), welche als Maß eines Produktes für Güte, Feinheit und Wertschätzung dienen. Die Qualitätsfaktoren des Geflügelfleisches werden somit von einer ganzen Reihe von Eigenschaften bestimmt und stellen die Gesamtheit aller ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen, verarbeitungstechnologischen und sensorischen Eigenschaften dar (HOFMANN, 1987; HAHN, 2004). HOFMANN (1973) trug diese für die Qualität relevanten Parameter zusammen und unterteilte sie entsprechend ihrer Bedeutung in vier Gruppen:

1. Nährwertfaktoren: Eiweißgehalt, Fettgehalt, Vitamin- und Mineralstoffgehalt
2. Hygienische Faktoren: Keimgehalt, Haltbarkeit (pH-Wert), Rückstände
3. Verarbeitungstechnologische Faktoren: Wasserbindungsvermögen, pH-Wert und Farbe
4. Sensorische Faktoren: Aussehen (Farbe, Marmorierung), Aroma (Genuss, Geschmack), Textur (Festigkeit, Zähigkeit)

Aus ernährungsphysiologischer Sicht sind die hohen Gehalte an Vitaminen und Mineralstoffen von Bedeutung (siehe Tab. 2-3).

Tabelle 2-3: Zusammensetzung des Putenfleisches (Putenbrust, pro 100 g verzehrbarem Anteil) (Quelle: HESEKER, H., HESEKER, B. (1999))

Protein (g)	Fett (g)	Energie (kcal)	Cholesterin (mg)	Kalium (mg)	Eisen (mg)	Zink (mg)
24,1	1,0	115	60	330	1,0	1,8

Die Qualität von Fleisch wird dabei durch einen hohen Gehalt von intramuskulärem Fett (IMF) positiv beeinflusst (MORGNER, 2001). IMF, das in größerer Menge auch als Marmorierung bezeichnet wird, erlaubt im Fleisch eine Anreicherung der meist fettlöslichen Aromastoffe. Mit steigendem IMF entstehen kleine separate Muskelbündel, wodurch die Zartheit des Fleisches erhöht wird. Außerdem sorgt die Umhüllung des Muskelgewebes für eine Verringerung der Koch- bzw. Bratverluste

und steigert so die Saftigkeit des Fleisches. Mit wahrnehmbaren Effekten auf diese sensorischen Eigenschaften (Genusswert) des Fleisches kann allerdings erst ab 2 % IMF (Zartheit und Saftigkeit) bzw. 2,5 % IMF (Geschmack) gerechnet werden (LOOSER, 2006).

2.4.3.1 PH-Wert

Die Umwandlung von Muskulatur zu Fleisch ist der Hauptbestimmungsfaktor für die primäre Qualität von Geflügelfleisch. Die nach dem Tode des Schlachttieres einsetzenden Prozesse der postmortalen Glykolyse liegen hier zugrunde (HAHN, 2004). Das Kohlenhydrat Glykogen ist der wichtigste Speicher von Energie im Muskel. Glykogen wird aerob, also in Anwesenheit von Sauerstoff, komplett zu Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) oxidiert. Postmortal läuft dieser Prozess unter Abwesenheit von Sauerstoff, demzufolge anaerob, weiter und Glykogen wird nun zu Wasserstoffionen (H⁺) und Milchsäure abgebaut. Diese Endprodukte des Stoffwechsels bewirken einen pH-Wert-Abfall nach der Schlachtung. Der Anteil an Milchsäure ist geringer, wenn das Glykogen durch Erschöpfung oder Angst des Tieres bereits vor der Schlachtung abgebaut wird. PSE-Fleisch ist somit die Folge einer überstürzten postmortalen anaeroben Glykolyse (LAWRIE, 1970).

Die Geschwindigkeit und die Rate des pH-Wert-Abfalls unmittelbar und innerhalb der ersten Stunden nach der Schlachtung können somit Hinweise auf die Fleischqualität geben, wobei die Temperatur diese beeinflussen kann. In der Brustmuskulatur fällt der pH-Wert von ca. 7,0 im lebenden Tier in der Zeit zwischen drei und 24 Stunden nach der Schlachtung auf einen End-pH-Wert zwischen 5,67 und 5,95 ab (HAHN, 2004, 2007b). MA und ADDIS (1973) wiesen nach, dass die Glykolyse beim Geflügelfleisch innerhalb von 3 Stunden post mortem abgeschlossen ist, in Einzelfällen sogar binnen 10 Minuten post mortem. Die Geschwindigkeit der postmortalen Glykolyse ist bei weißem gegenüber rotem Putenfleisch wesentlich höher. Der Rigor mortis setzt in beiden Muskeln etwa zum gleichen Zeitpunkt ein, wobei aber der Putenbrustmuskel (pH 5,9) niedrigere End-pH-Werte als die Schenkelmuskulatur (pH 6,4) zeigt (SCHÖN und RISTIC, 1974). Für HAMM (1979) ist die Voraussetzung für eine gute Fleischreifung eine vollständig verlaufende anaerobe Glykolyse mit End-pH-Werten von 5,4 – 5,8. Es gibt Hinweise darauf, dass aufgrund der intensiven Zuchtselektion auf Wachstum und Brustmuskelfülle auch beim Geflügel ein aviäres Stresssyndrom, ähnlich dem Stresssyndrom bei Schweinen, besteht und mit einer erhöhten Anfälligkeit für verminderte

Fleischqualität, Myopathien und Transporttod einhergeht (WICKE et al., 2000). So werden vermehrt Abweichungen in der Qualität von Putenfleisch in Form von PSE (pale, soft, exudative) beobachtet. Es wird geschätzt, dass bis zu 30 % des Brustfleisches schwerer Putenlinien davon betroffen ist (ANONYMUS, 1996). PSE- und DFD-Merkmale bei Geflügel konnten auch von TROJAN und NIEWIAROWICZ (1971), RISTIC (1981) und SAMS (2000) beobachtet werden. Anhand des postmortalen pH-Verlaufes klassifizieren diese Autoren das Brustfleisch als PSE-, DFD-, oder Normalfleisch (siehe Tab. 2-4). Erkenntnisse, ob eine bestimmte Putenherkunft davon betroffen ist, existieren derzeit noch nicht (GRASHORN und BESSEI, 2004).

Tabelle 2-4: Klassifizierung von Putenbrustfleisch anhand des postmortalen pH-Wert- Abfalls (nach TROJAN und NIEWIAROWICZ (1971), RISTIC (1981) und SAMS (2000))

PSE-Fleisch End-pH-Wert innerhalb weniger Minuten	DFD-Fleisch End-pH-Wert 24 h p.m.	Normalfleisch End-pH-Wert 3 Std. p.m.
< 5,7	> 6,2	< 5,7

Um Abweichungen in der Qualität von Geflügelfleisch möglichst zu vermeiden, können Maßnahmen wie gutes Haltungsmanagement, Verminderung der physiologischen Belastung der Tiere vor der Schlachtung (Ruhezeiten, Handling), verbesserte Zuführung und Betäubung der Schlachtkörper und optimale postmortale Behandlung (Kühlregime, Lagerung) empfohlen werden (HAHN, 2004).

2.4.4 Sensorische Faktoren

Die sensorische Analyse ist, neben den gängigen chemisch-physikalischen und mikrobiologischen Analysen, ein äußerst wichtiges Element der Qualitätssicherung und der Kontrolle von Lebensmitteln (DLG, 2007).

Unter der Lebensmittelsensorik versteht die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG, 2007) die Bewertung von Eigenschaften eines Lebensmittels mit den menschlichen Sinnen. Als Messinstrument zur Ermittlung der Qualität eines Lebensmittels dienen der Mensch und seine Sinne. Die Eigenschaften eines Lebensmittels, die den Geschmack und den Genusswert bestimmen, werden durch Sehen, Riechen, Schmecken, Fühlen und Hören empfangen, ermittelt und analysiert. Der Genusswert von Fleisch ist ein wichtiges Auswahlkriterium für den Konsumenten. Als Flavour wird dabei der Gesamtsinneseindruck beim Verzehr bezeichnet, der sich aus Geruch (Aroma), Geschmack und der Textur (Mundgefühl) ergibt. Tierartspezifische Aromastoffe stammen vor allem aus Fett und Phospholipiden, insbesondere aus ungesättigten Fettsäuren, und bilden sich erst beim Erhitzen (SCHLICHATHERLE-CERNY, 2006).

Folgende Faktoren der sensorischen Eigenschaften können nach HAHN (2004) bei Geflügelfleisch erfasst werden: Form, Farbe, Geschmack, Geruch, Marmorierung, Fettzusammensetzung, Saftigkeit und Zartheit. Die Beurteilung der Farbe von Putenfleisch ist enorm wichtig, da blasses Putenfleisch in der Vermarktung ein Problem darstellt. Einfluss auf die Farbe nehmen Hitzestress vor der Schlachtung, das Brühverfahren und beim Schlachten entstandene Verletzungen. Sichtbares Fett vermindert ebenfalls die Akzeptanz der Verbraucher, da neben einem niedrigen Preis und der Frische ein niedriger Fettgehalt für viele Verbraucher das wichtigste Kriterium beim Einkauf von Frischfleisch ist (LOOSER, 2006).

Hinsichtlich der Entwicklung von Zartheit und Aroma bei Putenfleisch spielt die Reifung eine Rolle, wobei für mit Elektrobetäubung geschlachtete Puten eine Reifungsdauer des Fleisches von 4 bzw. 8 bis 36 Stunden empfohlen wird (HAHN, 2004, 2007b).

3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine zweite Dissertation angefertigt. STRASSMEIER (2007) untersuchte den Einfluss von Strukturelementen, Futterzusammensetzung und Witterung auf das Verhalten der Tiere. Daten zur Gewichtsentwicklung und zur Bonitierung der Puten wurden zum Teil bereits in jener Arbeit beschrieben, sollen aber in dieser Dissertation nochmals in Zusammenhang mit anderen Parametern dargestellt werden.

3.1 Zeitplan des Versuches

Der Versuch erstreckte sich über zwei Mastperioden, wobei ein Durchgang im Sommer 2005 und einer im Winter 2005/06 untersucht wurde (siehe Tab. 3-1).

Tabelle 3-1: Zeitplan des Versuchs

Management	Sommerdurchgang	Winterdurchgang	Alter der Tiere
Einstellung der Küken im Aufzuchtbetrieb	19.05.2005	10.11.2005	1. Lebenstag (LT)
Öffnen des Kükenringes	27.05.2005	18.11.2005	9. LT
Umstellung auf das Freilandareal	05.07.2005	02.01.2006	48. LT / 54. LT
Schlachtung	19.10.2005	29.03.2006	154. LT / 140. LT

Das Vorhaben und die Blutentnahmen wurden gemäß § 8a des Tierschutzgesetzes bei der Regierung von Oberbayern angezeigt und genehmigt (Aktenzeichen 209.1/211-2531.2-17/04).

3.2 Tiere

Der Versuch wurde mit 72 Tieren der Linie B.U.T. Big 6 und 72 Kelly Bronze Puten (BBB: Broad Breasted Bronze, schwere Linie) durchgeführt. Alle Küken für den Sommerdurchgang, sowie die Kelly Bronze Tiere für den zweiten Durchgang im Winter wurden von der Brüterei Coolen BV, Heythuysen (Niederlande) bezogen. Die

Big 6 Puten für den Winterdurchgang wurden von der Brüterei Moorgut Kartzfehn OHG, Bösel (Deutschland) geliefert. Es wurden nur männliche Tiere eingestallt, die auf Bestellung weder schnabelküpelt noch gegen Turkey Rhinotracheitis (TRT) geimpft waren.

Am Tag des Schlupfes wurden die Tiere im klimatisierten Lastwagen zum Aufzuchtbetrieb transportiert. Die Tiere beider Herkünfte wurden dort in einer Gruppe gemeinsam eingestallt. Im Alter von sieben (Sommer) bzw. acht Wochen (Winter) wurden die Jungputen in zwei gleich große gemischte Gruppen aufgeteilt und nach Oberwiesenfeld (München) in das Freigehege des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU München verbracht. Die gesamte Mastperiode konnten die Tiere dort zwischen Offenstall und Freilandbereich wählen. Die Ausstellung und Schlachtung der Tiere erfolgte im Sommer nach 22 Lebenswochen, im Winter aufgrund der Vogelgrippeproblematik bereits nach 20 Wochen.

3.3 Haltung

3.3.1 Aufzuchtphase

Die Eintagsküken beider Herkünfte wurden zur Aufzucht gemeinsam in einen Kükenring mit einem Durchmesser von ca. 3 m verbracht. Der Kükenring erleichtert die Schaffung optimaler Aufzuchtbedingungen durch ein geeignetes Kleinklima und das einfachere Auffinden von Futter und Wasser. Als Begrenzung wurde ein 50 cm hoher Maschendrahtzaun mit einer Maschenweite von 1 cm x 1 cm verwendet. Der Boden wurde mit entstaubten Sägespänen eingestreut und fest angedrückt, um den Tieren das Aufstehen und Laufen zu ermöglichen. Als Wärmequelle diente ein zentral montierter Gasheizstrahler (Typ S-28, Firma Albert Kerbl GmbH) um den kreisförmig zwei Futterautomaten (Piquets) und Wasserspender (2 Stülp- und 2 Plassontränken) abwechselnd angeordnet wurden. Der Kükenring wurde nach 8 Tagen entfernt, so dass den Tieren nun eine Fläche von ca. 12 m² zur Verfügung stand. Der Gasheizstrahler als Wärmequelle wurde im Sommer bis zum 24. Lebenstag (LT) und im Winter bis zum 28. LT belassen.



Abbildung 3-1: Kükenring im Aufzuchtbetrieb mit zentraler Wärmequelle, Stülptränken, Plassontränken und Piquets sowie Papphorden mit Putenstarter

3.3.2 Mastphase

Die Umstallung der Jungputen in den Offenstall erfolgte im Sommer am 48. LT und im Winter am 54. LT. Die Tiere wurden nach dem Zufallsprinzip in zwei gleichgroße gemischte Gruppen aufgeteilt und in die durch einen Maschendrahtzaun getrennten Areale verbracht. Bis zu ihrer Schlachtung hatten alle Puten unbeschränkten Zugang zum Auslauf sowie den vorhandenen Strukturelementen. Die unterschiedlichen Futtergruppen wurden in beiden Versuchsdurchgängen auf derselben Seite des Geländes gehalten.

3.3.2.1 Stall

Beide Ställe befinden sich auf einer abgeschrägten Betonfläche die über eine Ablaufrinne an die Kanalisation angeschlossen ist. Die Grundfläche beträgt jeweils 4,0 m x 5,0 m. Die Ställe wurden aus 1,5 cm dicken Massivholzplatten mit schrägem Flachdach aus Holz und einer Abdeckung aus Teerpappe gebaut. In jedem Gebäude wurden nach allen Richtungen zwölf Fenster in der Größe 0,6 m x 0,25 m ausgeschnitten und mit engem Maschendraht verschlossen. Die Holzausschnitte der Fenster wurden an Scharnieren befestigt und ermöglichten damit ein witterungsabhängiges Öffnen und Schließen. Als Ausgang diente ein 1,80 m x 1,15 m großer Durchgang der ebenso wie die Fenster bei Bedarf geschlossen werden konnte. Ein Dachüberstand auf dieser Seite schützte die Tiere bei schlechten Witterungsverhältnissen vor Regen und Wind. Da keine Isolation vorhanden war wurden die Ställe vor jeder Neubelegung mit staubfreien Hobelspänen ca. 5 cm dick

eingestreut. Darauf folgte eine Schicht Stroh. Zur Strukturierung der Fläche und als erhöhte Sitzmöglichkeit wurden vier im Verbund belassene Strohballen jeweils in der Mitte jeder Stallwand platziert. Der Futtertrog mit einem Fassungsvermögen von ca. 50 l befand sich im Zentrum jedes Stalles während die Wassertränke, eine 200 l fassende handelsübliche Regentonnen mit angeschlossener Jumbo-Plassontränke, in einer Ecke nahe des Ausgangs montiert und bei Bedarf mit frischem Wasser aufgefüllt wurde. Im Winter wurden zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung zusätzlich jeweils drei Tränkewärmer mit Stülptränken mit einem Fassungsvermögen von je 12 l aufgestellt.

3.3.2.2 Auslauf

Die Gesamtfläche des zur Verfügung stehenden Areals betrug 625 m² und wurde in zwei Abteile zu 313 m² und 312 m² aufgeteilt. Diese Flächen setzten sich jeweils aus einer Betonfläche mit Stall und einer Grünfläche zusammen. Die Betonfläche bestand aus einzelnen 1,90 m x 0,90 m großen Betonplatten die sowohl zur Abflussrinne als auch zur Grünfläche hin leicht geneigt waren. So ergab sich eine leicht zu reinigende, meist trockene Fläche. Auf beiden Grünflächen befanden sich Laubbäume, die als Schutz vor der Witterung und vor Beutegreifern aus der Luft dienten. Im Sommer wurde auf jeder Weide an zentraler Stelle ein 50 l fassender Außenfuttertrog aufgebaut. Im Winter wurde dieser aufgrund der Geflügelpestschutzverordnung nicht mehr aufgestellt. Das gesamte Gehege wurde von einem 1,85 m hohen Maschendrahtzaun umschlossen.

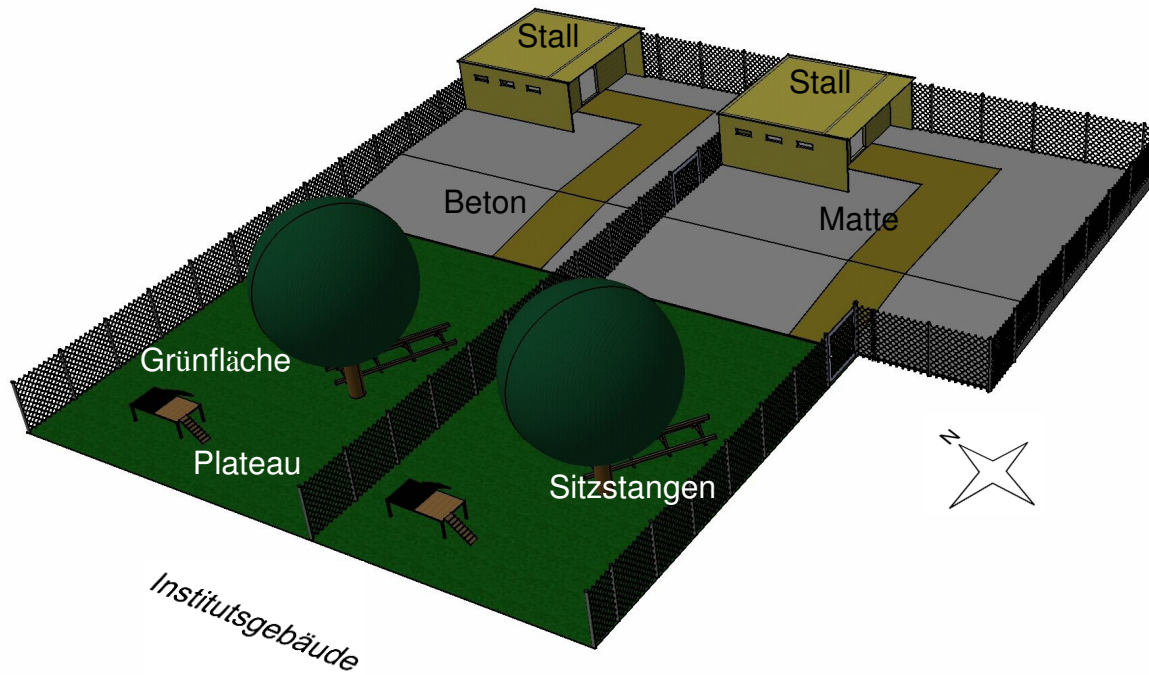


Abbildung 3-2: Schematische Darstellung des Freilandareals in Oberwiesenfeld (München) – Isometrische Ansicht (nach STRASSMEIER)



Abbildung 3-3: Übersicht des Freilandareals im Winter

3.3.2.3 Strukturelemente

Ein Teil der Betonfläche wurde mit einer 6,5 mm dicken (inkl. Drainage), hellbraunen Rasenmatte aus Polypropylen (Rasenteppich „Standard“, Firma Teppich Janning) ausgelegt. Der 1,5 m breite und ca. 15 m lange Teppich wurde von der Stalltür bis zur Weide L-förmig fest verschraubt, so dass die Tiere zum Ruhen und Laufen zwischen Beton und Teppich wählen konnten.

Auf jeder Grünfläche wurden jeweils ein Plateau und eine Sitzstangenkombination aufgestellt. Das 60 cm hohe Plateau hatte eine Liegefläche von 2 m x 1 m, die jeweils zur Hälfte mit Rasenteppich derselben Qualität wie auf der Betonfläche bezogen war. Die Puten konnten an der langen und an der kurzen Seite des Plateaus über zwei Rampen mit Trittleisten, die eine Länge von jeweils 1 m und eine Breite von 30 cm aufwiesen, die Liegefläche erreichen. Die Aufstiegshilfen ermöglichten vor allem schwereren Puten am Ende der Mastperiode die Plateaus zu nutzen.

Als Sitzstangenkombination wurden drei Vierkanthölzer mit je 2 m Länge in zwei verschiedenen Höhen (eine Sitzstange in 60 cm Höhe und zwei Sitzstangen in 20 cm Höhe) auf einer Metallkonstruktion montiert. Um Verletzungen an den Füßen zu vermeiden, wurden die Kanten der 9 cm breiten und 9 cm hohen Sitzstangen abgerundet.

3.4 Management

3.4.1 Hygienemaßnahmen und Kontrolle der Bestandsgesundheit

Um einer Keimeinschleppung vorzubeugen, durfte das gesamte Putenareal nur mit Schutzkleidung (Kittel oder Overalls, Stiefel oder Einmalüberziehschuhe) betreten werden. Im Winterdurchgang war aufgrund der Sondererlaubnis zum Halten von Geflügel im Freiland im Rahmen der Geflügelpestschutzverordnung das Begehen des Versuchsgeländes nur über eine Desinfektionsmatte erlaubt. Die Anzahl der befugten Personen die das Areal betreten durften, wurde möglichst beschränkt. Zum persönlichen Schutz wurden Einmalhandschuhe und Staubmasken eingesetzt.

Die Belegung des Stalles wurde nach dem „all in – all out“ - Prinzip vorgenommen, wobei die Weideflächen zwischen den Belegungen 10,5 Wochen lang ruhen konnten.

Die Ställe wurden einmal (im Sommer) bzw. zweimal wöchentlich (im Winter) gemistet und bei Bedarf Stroh nachgestreut. Die Betonflächen und die Matten wurden einmal wöchentlich gesäubert. Jeweils am Ende einer Versuchsperiode wurden die Ställe ganz ausgemistet und ebenso wie die Betonflächen und alle benutzten Gegenstände mit Wasser gründlich abgespritzt, sowie nach Trocknung mit dem DVG-gelisteten Stalldesinfektionsmittel TAD[®]CID (Firma Interhygiene GmbH, Cuxhaven) desinfiziert.

Bei der täglichen Bestandskontrolle konnten auffällige Tiere schnell erkannt und aufgrund der geringen Tierzahl einzeln untersucht werden. Verendete oder selektierte Tiere wurden in der Klinik für Vögel in Oberschleißheim pathologisch-anatomisch und parasitologisch untersucht.

3.4.2 Krankheitsprophylaxe (Impfungen)

Tabelle 3-2: Angewandte Impfungen und Applikationsarten

Krankheit	Verwendete Vaccine	Sommermast	Wintermast	Applikationsart
Coccidiose	Coccivac [®] -T, Schering-Plough Animal Health, Delaware, USA	1.LT Chargen-Nr.: T53/05	1.LT Chargen-Nr.: T55/05	Sprayverfahren
Newcastle Disease	AviPro [®] , ND LASOTA, Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG, Cuxhaven, Deutschland	18. LT 71. LT	18. LT 71. LT	Trinkwasser
Rotlauf	Porcilis [®] ERY, Stamm M2, Intervet Deutschland GmbH	35. LT 63. LT	35. LT 63. LT	Subkutane Injektion

Die Impfung gegen Coccidiose erfolgte bereits im Aufzuchtbetrieb am ersten LT. Gemäß § 17 c Abs. 4 Nr. 2 a Tierseuchengesetz wurde der Einsatz von Coccivac[®]-T angezeigt und durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz genehmigt (Aktenzeichen: 44-G8746.1-2005/15-2).

Da beim Putenbestand des vorangegangenen Versuchs auf demselben Gelände eine Rotlaufinfektion nachgewiesen wurde und das Areal nun einen gefährdeten Standort darstellte, mussten die Tiere prophylaktisch gegen den Erreger *Erysipelothrix rhusiopathiae* geimpft werden (siehe Tab. 3-2).

3.4.3 Futter und Fütterung

Die Fütterung der Puten erfolgte in mehreren, an das Alter der Tiere angepassten Phasen. Während der Aufzuchtphase erhielten alle Tiere ein aus ökologischen Rohstoffen produziertes Futter (Putenstarter P1 bis zur 4. LW und Alleinfutter P2 bis zur 7. LW) der Firma Meika (Meika Tierernährung GmbH, Grossaitingen, Deutschland). Nach der Umstallung auf das Freilandareal und der Aufteilung in zwei Gruppen wurde die Fütterung umgestellt. Die Tiere der ökologischen Gruppe wurden von der 7. bis 13. LW weiter mit P2 und von der 13. bis zur 22. Woche (P3) mit einem Putenalleinfutter der Firma Meika versorgt. Die konventionelle Gruppe wurde von der 7. bis zur 13. LW (P3) und von der 13. bis zur 22. LW (P5) mit einem Putenalleinfutter der Firma deuka (deuka Deutsche Tiernahrung GmbH und Co. KG, Regensburg, Deutschland) gefüttert. Ein Fütterungsschema, die Inhaltsstoffe, Zusatzstoffe und die Futterzusammensetzung der verwendeten Futtermittel sind in Tabelle 3-3 bis Tabelle 3-6 dargestellt. Das Futter wurde in beiden Gruppen in einem ca. 50 l fassenden Futtertrog im Stall und im Sommer zusätzlich in einem Außenfuttertrog mit ca. 50 l Fassungsvermögen ad libitum angeboten. Zur Unterstützung der Verdauungstätigkeit und zur Calciumversorgung erhielten die Tiere außerdem Muschelkalk und Grit zur freien Verfügung. Die Befüllung und Sauberkeit der Tröge wurde täglich kontrolliert, bei Bedarf das Futter manuell nachgefüllt und die Tröge gereinigt.

Daten zum Futtermittelverbrauch konnten wegen hoher Verstreuungsverluste und Tischgästen wie Sperlingsvögeln und Rabenkrähen unter den gegebenen Freilandbedingungen nicht gewonnen werden.

Tabelle 3-3: Fütterungsschema

Gruppe ökologisch				
LW	1 - 4	4 - 7	7 - 13	13 - 22
Futter	Putenstarter Meika P1	Alleinfutter Meika P2	Alleinfutter Meika P2	Alleinfutter Meika P3
Gruppe konventionell				
LW	1 - 4	4 - 7	7 - 13	13 - 22
Futter	Putenstarter Meika P1	Alleinfutter Meika P2	Alleinfutter deuka P3	Alleinfutter deuka P5

Tabelle 3-4: Inhaltsstoffe der verwendeten Futtermittel (bezogen auf die Trockensubstanz)

Inhaltsstoffe	Meika P1	Meika P2	Meika P3	deuka P3	deuka P5
Rohprotein [%]	29,00	21,65	20,35	24,00	18,00
Methionin [%]	0,57	0,43	0,40	0,45	0,35
Rohfett [%]	9,50	5,78	5,31	5,60	5,70
Rohfaser [%]	3,50	3,71	3,80	4,50	4,00
Rohasche [%]	10,00	7,05	6,70	7,00	6,00
Calcium [%]	1,70	1,18	1,08	1,10	1,00
Phosphor [%]	1,00	0,72	0,72	0,70	0,65
Natrium [%]		0,18	0,18	0,13	0,13
Energie [MJ/kg]	12,20	12,00	11,88	12,00	12,60

Tabelle 3-5: Futterzusammensetzung

Meika P1	Meika P2	Meika P3	deuka P3	deuka P5
8,00 % A-Bio Gerste	7,50 % A-Bio Triticale	10 % A-Bio Triticale	Sojaextraktionsschrot* dampferhitzt	Sojaextraktionsschrot* dampferhitzt
20,00 % A-Bio Sojakuchen	20,00 % A-Bio Mais	15,00 % A-Bio Mais	Maisschrot	Maisschrot
28,00 % A-Bio Mais	5,00 % A-Bio Weizenkleie	6,00 % A-Bio Weizenkleie	Weizen	Weizen
7,50 % Kartoffeleiweiß	10,00 % A-Bio Erbsen	12,50 % A-Bio Erbsen	Rapskuchen	Weizenmehl
2,00 % Eipulver	5,00 % A-Bio Sojakuchen	5,00 % A-Bio Sonnenblumenkuchen	Pflanzenfett (Palm, Kokos, Sonne)	Rapskuchen
5,00 % A-Bio Weizen	5,00 % A-Bio Sonnenblumenkuchen	2,00 % Kartoffeleiweiß	Calciumformiat	Pflanzenfett (Palm, Kokos, Sonne)
2,50 % Calciumcarbonat	4,00 % Kartoffeleiweiß	1,75 % Calciumcarbonat	Monocalciumphosphat (anorg.)	Calciumformiat
15,00 % A-Bio Sojabohnen	2,00 % Calciumcarbonat	6,50 % A-Bio Sojabohnen	Calciumcarbonat	Monocalciumphosphat (anorg.)
8,00 % Maiskleber	5,00 % A-Bio Sojabohnen	13,50 % Maiskleber	Lysin-HCL	Calciumcarbonat
2,50 % Monocalciumphosphat	12,00 % Maiskleber	0,50 % Melasse/Rüben	Pflanzenöl (Mais*,	Lysin-HCL
0,30 % Cholinchlorid 50%	0,75 % Melasse/Rüben	0,015 % Monocalciumphosphat	Sonne, Kokos, Palm, Soja*)	Pflanzenöl (Mais*, Sonne, Kokos, Palm, Soja*)
0,04 % Vitamin E	0,015 % Monocalciumphosphat	23,50 % U-Bio Weizen	Natriumchlorid	Natriumchlorid
1,25 % Bio Puten-Vormischung	20,00 % U-Bio Weizen	1,00 % A-Bio Pflanzenöl	0,17 % Hydroxyanalog von Methionin	0,12 % Hydroxyanalog von Methionin
0,001 % Nikotinsäure	1,00 % A-Bio Pflanzenöl	1,25 % Bio Puten-Vormischung	Zusatzstoffvormischung	L-Threonin
0,001 % SK 123 neu	1,25 % Bio Puten-Vormischung			Zusatzstoffvormischung

Tabelle 3-6: Zusatzstoffe der verwendeten Futtermittel

Zusatzstoffe	Meika P1	Meika P2	Meika P3	deuka P3	deuka P5
Vitamin A [I.E.]	12713,00	15362,00	15362,00	13500,00	10000,00
Vitamin D [I.E.]	4901,00	4875,00	4875,00	5000,00	3000,00
Vitamin E [mg]	284,29	84,37	84,37	80,00	60,00
Vitamin C [mg.]	187,33	187,50	187,50		
Vitamin K [mg]	2,53	2,50	2,50		
Vitamin B1 [mg]	4,95	4,87	4,87		
Vitamin B2 [mg]	7,74	7,62	7,62		
Vitamin B6 [mg]	7,74	4,62	4,62		
Vitamin B12 [μ g]	72,00	62,00	62,00		
Nicotinsäure	90,42	80,00	80,00		
Panthothensäure	13,74	13,50	13,50		
Folsäure	1,19	1,19	1,19		
Biotin	244,78	245,00	245,00		
Cholinchlorid	2148,03	650,00	650,00		
Eisen	73,68	73,75	73,75		
Mangan	91,17	91,25	91,25		
Zink	109,90	110,00	110,00		
Kupfer	12,49	12,50	12,50	10,00	10,00
Jod	0,75	0,75	0,75		
Selen	0,50	0,50	0,50		
Kobalt	0,25	0,25	0,25		
Lasalocid-Natrium				90,00	
Endo-1,4- β Xylanase [FXU]			225,00	225,00	
6-Phytase [FYT] E 1614			750,00	750,00	
Antioxidans			Ethoxyquin	Ethoxyquin	
			Propylgallat	Propylgallat	
Zitronensäure				+	+
Coccidiostaticum				+	

3.5 Erfassung von Leistungsdaten

3.5.1 Lebendgewicht

Zur Erfassung der Gewichtszunahme wurden alle Puten während der Kükenphase zweimal wöchentlich und während der Mastphase einmal alle zwei Wochen gewogen. Während des Sommerdurchgangs wurden bei den letzten zwei Wiegungen aufgrund der hohen Temperaturen und der daraus folgenden großen Belastung für die Tiere nur jeweils 8 Puten pro Gruppe untersucht. Die Tiere wurden dazu in den Stall getrieben, zufällig einzeln heraus gefangen und an den Ständern festgehalten, so dass die Tiere kopfüber hingen. Die Untersucherin stellte sich dann mit der Pute auf eine digitale Personenwaage (Firma Soehnle, Deutschland), notierte das Gesamtgewicht und zog von diesem ihr eigenes Gewicht wieder ab.

3.5.2 Erfassung der Morbiditäts- und Mortalitätsrate

Der Bestand wurde zweimal täglich kontrolliert, wobei kranke oder auffällige Puten aufgrund der geringen Tierzahl einzeln untersucht werden konnten. Wenn notwendig wurden die Tiere fachgerecht getötet und ebenso wie verendete Tiere in der Klinik für Vögel der Tierärztlichen Fakultät pathologisch-anatomisch und parasitologisch untersucht.

3.5.3 Parasitologische und bakteriologische Kotuntersuchung

Ab der 6. Lebenswoche wurde, im Abstand von 5 Wochen, eine Sammelkotprobe pro Abteil zur Untersuchung auf endogene Parasiten und Bakterien entnommen. Die Untersuchungen erfolgten ebenfalls in der Klinik für Vögel der Tierärztlichen Fakultät.

3.6 Bewertung von Brustblasen und Breast Buttons

Ab der 5. Lebenswoche wurden alle Tiere im Abstand von zwei Wochen auf das Auftreten von Verhornungen, Breast Buttons und Brustblasen im Brustbereich untersucht.

Die Beurteilung von Breast Buttons und Brustblasen erfolgte in Anlehnung an BERGMANN (2006). Das Beurteilungsschema ist der Tabelle 3-7 zu entnehmen.

Tabelle 3-7: Beurteilungsschema für das Auftreten von Brustblasen und Breast Buttons

Beurteilungsnote	Brustblase, Beschreibung	Breast Button, Beschreibung
1	keine Brustblase	kein Breast Button
2	leicht fluktuierend, keine bis kleine Rundung	in Ausbildung, kleine Verhärtung erkennbar
3	faustgroße, fluktuierende oder verhärtete Rundung (Bursitis)	Breast Button von 10-20 mm Durchmesser
4	doppelfaustgroße, fluktuierende oder verhärtete Rundung (Bursitis)	Breast Button von 25 mm Durchmesser und darüber

3.7 Blutparameter

Als physiologische Kenngrößen wurden die Hämoglobin- und Hämatokritwerte, sowie das Calcium/Phosphor-Verhältnis im Serum bestimmt. Außerdem erfolgte mittels ELISA die Bestimmung der Immunglobulin Y (IgY)-Konzentration im Serum.

3.7.1 Blutentnahme und Aufbereitung der Proben

Die Blutentnahme erfolgte ab der 9. Lebenswoche regelmäßig alle 4 Wochen. Pro Versuchsgruppe wurden jeweils 8 Tiere zufällig ausgewählt. Die Tiere wurden mit dem Rücken auf Strohballen gelagert und von einer Hilfsperson so fixiert, dass eine Blutentnahme aus der Flügelvene *Vena basilica* oder deren distal verlaufenden Fortsetzung *Vena ulnaris* erfolgen konnte. Pro Tier wurden 4,5 ml Blut entnommen und 4,0 ml direkt in 4,5-ml-Serum Röhrrchen (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht) sowie 0,5 ml in mit Kalium-EDTA beschichtete 9-ml-S-Monovetten[®]KE (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht) gegeben. Nach Beendigung der Blutentnahme in allen Versuchsgruppen wurde das Blut im Labor direkt weiterverarbeitet. Die Hämatokrit- und Hämoglobinwerte wurden sofort bestimmt, während das Blut in den Serum-Röhrrchen mindestens 18 h gekühlt, dann zentrifugiert und abpipettiert wurde. Das Serum wurde in Portionen zu 3 x 200 µl bei -20°C zur späteren Bestimmung des Ca/P-Gehalts und der IgY-Konzentration tiefgefroren.

3.7.2 Hämatokrit-Messung

Der Hämatokrit (Hkt) beschreibt das Verhältnis der festen Blutbestandteile, insbesondere der Erythrozyten, zum Gesamtvolumen und wird in % oder l/l angegeben.

Aus den mit Kalium-EDTA beschichteten Monovetten wurde mit Hilfe der Kapillarkraft Blut in Mikrohämatokritröhrchen gesaugt und diese mit Versiegelungskitt verschlossen. Nach Zentrifugieren für 3 Minuten bei 5000 G konnte mit Hilfe einer Ableseschablone an der Grenze zwischen Erythrozyten- und Plasmasäule der Hkt in Volumenprozent abgelesen werden (Mikrohämatokritmethode).

3.7.3 Hämoglobin-Bestimmung

Die Hämoglobinbestimmung erfolgte ebenfalls mit EDTA-Blut nach der Cyanhämoglobinmethode. Dabei wird Hämoglobin durch Kaliumhexacyanoferrat zu Hämiglobin (Methämoglobin) oxidiert, durch Kaliumcyanid in Cyanhämoglobin überführt und die Extinktion mit einem Spektralphotometer gemessen.

In einen 1000 ml Messkolben wurden 800 ml doppelt destilliertes Wasser vorgelegt und 40 ml Kaliumhexacyanoferratlösung, sowie 40 ml Kaliumcyanidlösung (Ecoline[®] Hemoglobin, Boehringer Mannheim, Deutschland) zugegeben. Nach Auffüllen mit destilliertem Wasser bis zur Messmarke wurde die Flüssigkeit in einer braunen Glasflasche aufbewahrt (Haltbarkeit bei Zimmertemperatur mindestens 4 Monate).

Die Konzentrationen der Reaktionslösung betragen 0,6 mmol/l Kaliumhexacyanoferrat, 0,1 mmol/l Kaliumcyanid und 2,5 mmol/l Phosphatpuffer (pH 7,2). Pro Probe wurden 20 µl EDTA-Blut in 5 ml Reagenz gegeben, geschüttelt und bei Zimmertemperatur 3 Minuten inkubiert. Jeweils 2 ml dieser Lösung wurden in spezielle Photometer-Küvetten gefüllt und bei einer Wellenlänge von 546 nm in einem Spektralphotometer (Ultrospec II, LKB Biochrom) gemessen. Die Berechnung der Hämoglobinkonzentration (C) erfolgte dann mit der Formel:

$$C \text{ [g/dl]} = \text{Extinktion} \times 36,8 \text{ g/dl}$$

Die Messergebnisse wurden in g/dl angegeben (SI-Einheit x 0,6207).

3.7.4 Immunglobulin (Ig Y)-Bestimmung

Die Bestimmung der Immunglobuline im Serum erfolgte mit einem von LE BRIS (2005) neu entwickeltem ELISA der nach dem Prinzip von Erhard et al. (1989) durchgeführt wurde.

3.7.4.1 ELISA-Reagenzien

Bestandteile der verwendeten Reagenzien:

Beschichtungspuffer: Carbonatpuffer (pH 9,6)

3,11 g Na₂CO₃

6,00 g NaHCO₃

ad 1000 ml Aqua bidest.

PBS:

Phosphatgepufferte Kochsalzlösung (pH 7,2)

8,00 g Natriumchlorid (NaCl)

1,45 g Di-Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat (Na₂HPO₄·2H₂O)

0,20 g Kaliumhydrogenphosphat (KH₂PO₄)

0,20 g Kaliumchlorid (KCl)

ad 1000 ml Aqua bidest.

PBS-Tween[®]:
(Waschpuffer)

PBS+0,05 % Tween[®]

(= 1000 ml PBS+500 µl Tween[®])

Milchpulver-Lösung:
(Blockinglösung)

PBS+1 % Milchpulver

(=20 ml PBS+0,20 g Milchpulver)

TMB-Puffer:

0,1 mol/l Na-Acetat-Citrat-Puffer (pH 5,0)

8,20 g Natriumacetat

3,15 g Citronensäure

ad 1000 ml Aqua bidest.

TMB-Stammlösung:

Tetramethylbenzidin-Lösung (TMB)

0,06 g Tetramethylbenzidin

10 ml Dimethylsulfoxid (DMSO)

Substratlösung:

322 µl TMB-Stammlösung

10 ml TMB Puffer 37 °C

3,0 µl 30 % H₂O₂

Stopplösung:

1 mol Schwefelsäure (H₂SO₄)

472 ml Aqua bidest. vorgelegt

28 ml 96 % ige Schwefelsäure

3.7.4.2 Nachweis von Puten-Ig Y im Serum

Die Bestimmung der Immunglobulin-Y-Konzentration im Serum erfolgte mit einem kompetitiven ELISA (Enzym-Linked-Immuno-Sorbent-Assay). Konjugat und Probe konkurrieren dabei um die freien Bindungsstellen an der Platte. Zunächst wird eine 96-Loch-Microtiterplatte aus Polystyrol (Firma Nunc, F 96 Maxisorb Microwell Plates, Roskilde, Dänemark) mit Antikörpern oder, wie im hier beschriebenen Verfahren, mit Antigen beschichtet. Noch freie Bindungsstellen der Platte werden mit Milchzucker besetzt. Das mit einer Peroxidase markierte Konjugat und das Probenmaterial werden gleichzeitig auf die Platte gegeben. Konjugat und Probe bilden miteinander Komplexe die im nächsten Arbeitsschritt ausgewaschen werden. Bei einer hohen Ig-Y-Konzentration in der Probe können viele Komplexe gebildet werden und wenig markiertes Konjugat kann sich an die freien Bindungsstellen der Platte setzen. Das bedeutet, dass das Farbsignal nach der enzymatischen Farbreaktion weniger intensiv sein wird. Bei einer geringen Ig-Y-Konzentration in der Probe kann viel Konjugat an die Beschichtung der Platte binden und ein deutliches Farbsignal ist die Folge. Das Signal ist damit indirekt proportional zur Probe.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Blank	STD	STD	Pool	Pr 1	Pr 2	Pr 3	Pr 4	Pr 5	Pr 6	Pr 7	Pr 8
B												
C												
D		B0-STD	B0-STD									
E												
F												
G												
H												

Abbildung 3-4: Darstellung einer verwendeten 96-Loch-Mikrotiter-Platte und deren Belegung (Pr 1-Pr 8: Probe 1 bis Probe 8, STD: Standard, B0-STD: Leerwert)

Die einzelnen Schritte des kompetitiven ELISA-Verfahrens:

1. Beschichtung: 0,5 µl/ml Puten IgY
Stammlösung (BioTrend 015-0102): 1 µg/ml
15 ml Beschichtungspuffer + 7,5 µl Stammlösung/Platte
Menge pro Delle: 100 µl
Inkubation: über Nacht bei 4 °C
2. Waschen: mit dem automatischen Plattenwaschgerät (Auto Plate Washer Elx BIO-TEK instruments inc.) dreimal auswaschen und auf Zellstoff ausklopfen bis alle Flüssigkeitsreste entfernt sind.
3. Blockierung: 1 % Milchpulver
300 mg Milchpulver in 30 ml PBS/Platte
Menge pro Delle: 200 µl
Inkubation: 1 Stunde bei 37 °C
4. Waschen: siehe oben
5. Probenauftrag nach oben gezeigtem Schema (Abb. 3-4).
 - Blank: 50 µg/ml Puten IgY
Stammlösung (BioTrend 015-0102): 1 µg/ml
25 µl Stammlösung + 500 µl PBS-Tween/Platte
Menge pro Delle: 50 µl
 - B0-Standard: PBS-Tween
Menge pro Delle: 50 µl
 - Proben/Pool: 1:400 verdünntes Putenserum
800 µl PBS-Tween + 2 µl Serum
Menge pro Delle: 100 µl, 50 µl log₂
 - Standard: 12,5 µg/ml Puten IgY
Stammlösung (BioTrend 015-0102): 1 µg/ml
12,5 µl Stammlösung + 987,5 µl PBS-Tween
Menge pro Delle: 100 µl, 50 µl log₂
 - Konjugat: Für Blank (in Spalte 1) PBS-Tween als Konjugatersatz
Menge pro Delle: 50 µl
Ab Spalte 2: 1:5000 Ziege-anti-Pute-IgY-POD
Stammlösung (BioTrend 015-0102): 1:10 vorverdünnt,
noch 1:500 verdünnen
10 µl Stammlösung + 5 ml PBS-Tween/Platte
Menge pro Delle: 50 µl
Inkubation: 1 Stunde bei 37 °C
6. Waschen: siehe oben
7. Herstellung der Substratlösung:
15 ml TMB-Puffer (im Inkubator auf 37 °C erwärmt)

+ 488 μl TMB-Stammlösung
+ 4,5 μl H_2O_2 /Platte
Menge pro Delle: 100 μl
Nach dem Auftragen für 8 Minuten bei Raumtemperatur dunkel stellen.
Stopplösung: 1 molare H_2SO_4
Menge pro Delle: 50 μl
Durch die Stopplösung wird die Farbreaktion gestoppt.

8. Sofortige Messung der Farbintensität durch das Photometer.

Die photometrische Messung erfolgte bei 450 nm und einer Referenzwellenlänge von 595 nm mit dem ELISA-Reader EAR 400 AT (Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim). Zur Bestimmung der Standardkurve wurde das Computerprogramm MikroWin 2000 (Mikrotek Laborsysteme GmbH, Overath, Deutschland) verwendet. Aus den Einzelkonzentrationen im linearen Bereich der Standardkurve wurde dann der OD-Wert (Ergebnis) jeder Probe bestimmt und gemittelt. Dieser Wert wurde auf die Ursprungskonzentration rückgerechnet und in mg/ml angegeben.

3.7.5 Calcium/Phosphor-Verhältnis

Zur Bestimmung der Calcium- und Phosphorwerte wurden die bei -20°C eingefrorenen Serumproben nach Beendigung eines Mastdurchgangs aufgetaut und mit Hilfe des halbautomatischen Analysegerätes „Kone Delta“ (Firma Boehringer Ingelheim, Deutschland) untersucht. Die Calciumbestimmung erfolgt dabei über eine Komplexbildung von Calcium mit Arsenazo III. Die entstehende Färbung wird photometrisch bei 660 nm gemessen. Die Menge anorganischen Phosphats in der Probe korreliert mit der Komplexbildung von Phosphor mit Ammoniummolybdat. Die Messung der entstehenden Gelbfärbung erfolgt bei 340 nm. Zur Bestimmung von Calcium mussten also 0,2 mmol/l Arsenazo III, 100 mmol/l Imidazole-Puffer, Surfactant und Stabilisatoren bei einem pH-Wert von 6,75 in die vorgesehenen Plastikgefäße verbracht werden. Für die Phosphorbestimmung wurden 260 mmol/l Schwefelsäure, 0,8 mmol/l Ammoniummolybdat, Surfactant, Puffer, Stabilisatoren und Füllstoffe bei einem pH von 6,75 benötigt. Außerdem wurde ein lyophilisiertes Kontrollserum auf Humanserumbasis und ein lyophilisiertes Rinderserum als Kalibrationsserum verwendet. Alle Reagenzien waren vorgefertigt erhältlich (Thermo Clinical Labsystems). Jeweils 100 μl der Serumproben, des Kontroll- und des Kalibrationsserums wurden in spezielle Küvetten pipettiert und diese in den

Probenteller des Geräts eingesetzt. Die Messung lief dann automatisch ab. Die Werte wurden in mg/dl angegeben.

3.8 Postmortale Untersuchungen

3.8.1 Schlachtkörpergewicht

Sofort nach der Schlachtung und 24 Stunden später wurden alle Schlachtkörper ohne Kopf, Hals, Innereien, Ständer und Federn gewogen.

3.8.2 Knochenparameter

3.8.2.1 Knochenbruchfestigkeit und Dehnung

Bei der Zerlegung der Schlachtkörper im Schlachthof wurden bei allen Tieren beide Oberschenkelknochen (Femura) ausgelöst und Reste von Sehnen und Muskulatur vorsichtig entfernt. Die Knochen wurden mit Zellstoff umwickelt, zum Schutz vor Austrocknung mit 0,9 % iger Kochsalzlösung gut angefeuchtet und paarweise verpackt zur weiteren Untersuchung am folgenden Tag im Kühlschrank bei 5°C gelagert. Außerdem erhielten die Knochen für jede Gruppe fortlaufende Nummern, so dass die Knochenparameter später dem jeweiligen Schlachtgewicht zugeordnet werden konnten.

Die anschließende Messung der Knochenbruchfestigkeit erfolgte mit der Materialprüfmaschine „Z005“ (DO-FB 005 TS, Baujahr 2004, Firma Zwick/Roell, Ulm, Deutschland). Diese besteht aus einem Biegetisch mit zwei Auflageflächen auf die der Knochen so aufgelegt wurde, dass die konvexe, kraniale Fläche nach oben zeigte. Der von oben kommende Bolzen traf mit gleich bleibender Prüfgeschwindigkeit auf und dehnte den Knochen bis zum vollständigen Bruch. Die Darstellung und Auswertung des Versuchs erfolgte mit der Prüfsoftware testXpert®V 11.0, wobei die maximal notwendige Kraft (F max) in Newton und die Dehnung bis zum Bruch in mm angegeben wurden.

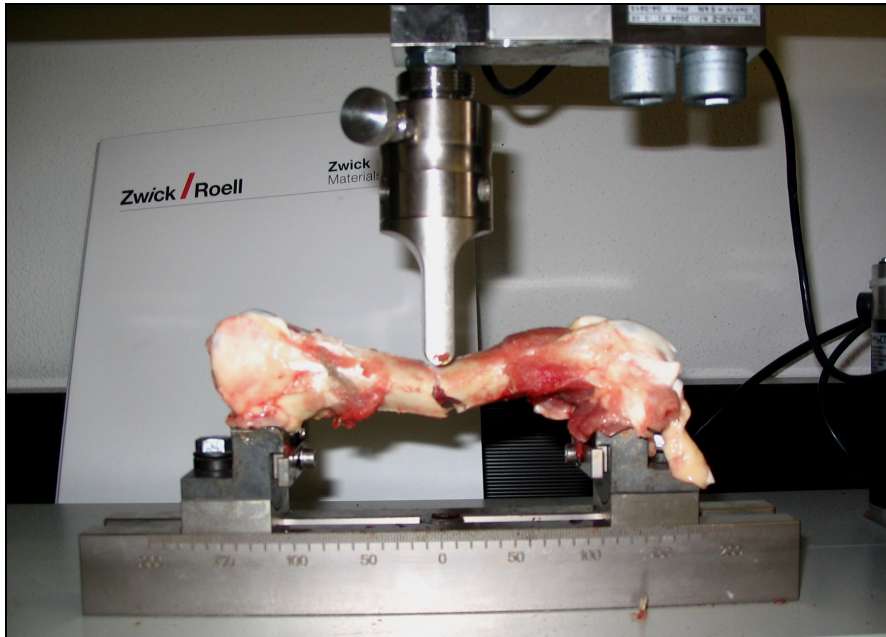


Abbildung 3-5: Materialprüfmaschine der Firma Zwick/Roell mit aufliegendem, brechendem Putenfemur

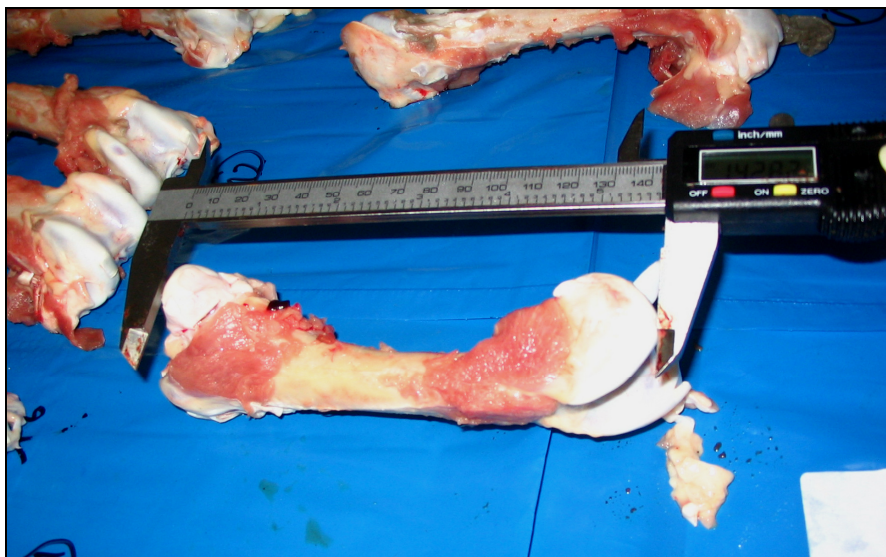


Abbildung 3-6: Darstellung der Messung der Knochenlänge mittels einer digitalen Schieblehre

3.8.2.2 Breite, Höhe und Länge

Mit einer digitalen Schieblehre wurde der äußere Querschnitt aller Oberschenkelknochen an der Soll-Bruchstelle gemessen. Dabei wurden jeweils die Höhe des Knochens (kraniokaudale Messung) und die Breite des Knochens (lateromediale Messung) ermittelt.

Um Vergleiche mit der unterschiedlichen Größe und Masse der Tiere anstellen zu können, wurde zusätzlich die Länge aller Femura festgehalten. Die Messung erfolgte dabei vom untersten Rand des medialen Kondylus bis zum obersten (proximalsten) Rand des Femurkopfes.

3.8.3 Histologische Untersuchung

Bei fünf Tieren pro Versuchsgruppe wurde direkt nach Zerlegung der Schlachtkörper aus der Mitte des Musculus supracoracoideus mit einer Mikrotomklinge vorsichtig ein 1 cm x 1 cm großer Gewebewürfel entnommen. Die Gewebeprobe durfte dabei nicht gequetscht oder gedehnt werden. Um einen Durchschnitt der Muskelfasern zu erhalten wurde der Schnitt rechtwinklig zum Verlauf der Muskelfasern angefertigt. Das Gewebestück wurde mit einem Spatel für 48 Stunden in ein vorbereitetes Falcon-Röhrchen mit Bouin'scher Lösung, bestehend aus Pikrinsäure (kristallin angefeuchtet), Eisessig (Essigsäure 100 %) und Formalin (37 % konzentriert) im Verhältnis 15:1:5 (Pikrinsäure:Eisessig:Formalin) verbracht. Nach Abschluss der Fixierung wurde ein zusätzlich entnommener Gewebeblock in der Mitte angeschnitten und der Verlauf der Fixierung überprüft. Ist das Gewebe vollständig mit Pikrinsäure durchdrungen, so zeigt es eine gelbliche Verfärbung und die Fixierung ist abgeschlossen. Nun wurden jeweils 45 ml 70 % iger Ethanol in weitere Falcon-Röhrchen vorgelegt und die Proben unter dem Abzug in den Ethanol überführt. Die Gefäße wurden fest verschlossen und zur Anfertigung der histologischen Schnitte an das Team von Herrn Prof. Dr. med. vet. W. Amselgruber am Institut für Umwelt- und Tierhygiene sowie Tiermedizin mit Tierklinik der Universität Hohenheim geschickt.

Von jeder Probe wurden vier Schnitte angelegt, auf Objektträger aufgezogen und nach der Hämatoxylin-Eosin-Methode (HE- Färbung) gefärbt. Das Hämalaun färbt dabei alle sauren bzw. basophilen Strukturen blau, insbesondere Zellkerne mit der

darin enthaltenen DNA. Eosin färbt alle acidophilen bzw. basischen (eosinophilen) Strukturen rot, was vor allem die Zellplasmaproteine umfasst.

Ziel der Untersuchung war es die durchschnittliche Größe der Muskelfaserquerschnitte in den verschiedenen Gruppen zu bestimmen. Dazu wurden die histologischen Schnitte jeder Probe unter einem Lichtmikroskop (Biostar B5P Optech, Optical technology) begutachtet und mit Hilfe einer aufgesetzten Kamera (Lu105C-IO, Lumenera Corporation) jeweils mindestens fünf Bilder fotografiert. Mit der Software Image Access 6 (Release 8, Feb 2006, beta- Version der Imagic Bildverarbeitungs- AG, CH Glattburg) konnte eine Datenbank der gespeicherten Fotografien erstellt und die Bilder kalibriert werden. Im nächsten Schritt wurde jedes Bild im Sinne einer kontrastreichen und scharfen Darstellung bearbeitet. Von jeder Probe wurden dann jeweils mindestens zehn verschiedene Zellgruppen mit 5 bis 15 Muskelzellen vermessen. Am Schluss der Berechnung wurde der Mittelwert der Flächendurchmesser ermittelt und die durchschnittliche Größe der Muskelfaserquerschnitte pro μm^2 angegeben.

3.8.4 Digitale pH-Wert Messung

Der pH-Wert des Fleisches wurde 20 Minuten nach der Schlachtung und 24 Stunden später gemessen. Verwendet wurde dabei das Digital-pH-Meter „Mikroprozessor-pH-mV-meter pH 96“ mit der „SenTix sp“-pH-Einstichelektrode und dem Temperaturfühler „TFK 325“ (WDW, Wissenschaftlich Technische Werkstätten GmbH, Weilheim, Deutschland). Die Messgenauigkeit des Gerätes wurde vor jedem Messtag überprüft und das Gerät unter Verwendung der Standardpufferlösungen kalibriert. Die Messung erfolgte in ca. 1 cm Tiefe im oberflächlichen Brustmuskel (Musculus pectoralis) am cranialen Abschnitt des Brustbeins. Der pH-Wert wurde nach Abschluss der Messung auf zwei Dezimalstellen genau abgelesen. Die Einstichelektrode wurde nach jeder Messung mit destilliertem Wasser und Zellstoff gereinigt.

3.8.5 Sensorische Prüfung

Für die Prüfung der sensorischen Qualität des Putenfleisches wurden pro Versuchsgruppe 3 Schlachtkörper nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und von diesen beide Brustmuskeln entnommen. Die Zubereitung der Proben und die sensorische Prüfung fanden einen Tag nach der Schlachtung am Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Tierärztlichen Fakultät München statt. Als Prüfer konnten 10 Laien gewonnen werden, davon 5 Frauen und 5 Männer, alle im Alter zwischen 25 und 50 Jahren. Dabei handelte es sich um Angestellte des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU München und Doktoranden und Studenten der Tiermedizin. Zeitgleich fand außerdem eine Prüfung der Proben durch 5 qualifizierte sensorische Sachverständige der deutschen Landwirtschafts- Gesellschaft (DLG) statt. Dabei handelte es sich im Sommerdurchgang um Frau Dr. B. Schalch, Frau K. Romeiser, Frau Dr. C. Maaßen, Frau Dr. C. Finke und Herrn Dr. M. Bucher. Im Winterdurchgang konnten erfreulicherweise Frau Dr. B. Schalch, Frau K. Romeiser, Frau Dr. C. Maaßen, Herr Dr. M. Bucher und Frau Dr. M. Mahler für die Durchführung der sensorischen Prüfung gewonnen werden.

Zur Vorbereitung der sensorischen Prüfung wurde das Fleisch am Stück und ungewürzt im vorgeheizten Kombinations-Dampfgargerät CPC „Clima Plus Combi“ der Fa. Rational für 120 Minuten bei ca. 160°C gegart. Mit Hilfe eines Stichthermometers wurde die Kerntemperatur überprüft die mindestens 72°C betragen sollte. Nach Abschluss der Garzeit wurden die Bruststücke in ca. 1 cm dicke Scheiben und etwa 2 cm x 3 cm große Stücke geschnitten und auf vorbereiteten Papptellern angerichtet. Die Teller wurden mit jeweils fünf Feldern und fortlaufenden Buchstaben gekennzeichnet. Somit ergaben sich im 1. Prüfdurchgang fünf Felder mit den Buchstaben A-E, im 2. Durchgang F-J und im dritten Durchgang K-O. Jedem Feld entsprach dabei also eine Versuchsgruppe und die Proben konnten so für die Prüfer anonymisiert werden. Die Teller wurden mit Aluminiumfolie abgedeckt und im Dampfgargerät warm gestellt, bis alle Proben eines Prüfdurchgangs fertig gestellt waren. Unmittelbar anschließend wurden alle Probenteller gleichzeitig an die Prüfer verteilt die sich in einem eigens für Sensorikprüfungen gestalteten Raum befanden. Jeder Prüfer hatte zuvor einen Becher mit Leitungswasser, Einmalbesteck und Servietten erhalten. Um den Prüfern

die Möglichkeit zu geben, die zu untersuchenden Proben nicht abschlucken zu müssen, wurde außerdem ein extra Becher bereitgestellt.

Die eigentliche Beurteilung erfolgte mit Hilfe von Bewertungsbögen nach der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren § 35 LMBG. Dabei lag bei den Laien der Schwerpunkt der Prüfung darin Unterschiede zwischen den Proben zu erkennen (Rangprüfung) und diese mit den Noten 1 bis 3 (1=bevorzugte, 2=mittlere Beurteilung der Probe, 3=weniger beliebte Probe) zu bewerten. Anhand einer zuvor ausgegebenen Liste beschreibender Ausdrücke für Merkmalseigenschaften nach der amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren § 35 LMBG konnte die Probe außerdem beschrieben und gegebenenfalls positiv oder negativ bewertet werden.

Die geprüften DLG-Tester des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs verwendeten ein bewertendes Prüfsystem mit 5-Punkte-Skala nach dem DLG-Schema der Prüfbestimmungen für SB-Verpacktes Frischfleisch (0=nicht bewertbar, 1=starker Fehler, 2=deutlicher Fehler, 3=merkliche Abweichung, 4=geringfügige Abweichung, 5=volle Erfüllung der Qualitätserwartung). Bei dem verwendeten Prüfsystem der DLG-Prüfer weist ein hohes Endergebnis für eine Probe demnach auf ein gutes Ergebnis hin.

3.9 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Alle Daten wurden zunächst mit Hilfe der Computer-Software Microsoft® Excel 2002 (Microsoft Corporation) aufbereitet. Die statistische Auswertung erfolgte anschließend mittels SigmaStat® 3.00 (SPSS Inc.). Die Daten wurden zu Beginn automatisch durch das Programm SigmaStat® auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov's Test mit Korrektur nach Lilliefors) und auf Gleichverteilung (Levene's Median Test) getestet. Wenn beide Kriterien erfüllt wurden konnten parametrische Tests durchgeführt werden. Abhängig von der Anzahl der Einflussfaktoren wurde bei einer Beeinflussung von zwei Faktoren (z. B. Herkunft und Fütterung), die zweifaktorielle Varianzanalyse (Two way analysis of variance, ANOVA) und bei einer Beeinflussung durch drei Faktoren (z. B. Herkunft, Fütterung und Jahreszeit) eine dreifaktorielle Varianzanalyse (Three way analysis of variance, ANOVA) durchgeführt. Die erhaltenen Werte werden als arithmetische Mittelwerte zusammen mit dem Standardfehler (SEM) angegeben. Falls die Kriterien Normalverteilung und Gleichverteilung nicht erfüllt wurden, erfolgte der Vergleich der Gruppen mittels der Holm-Sidak-Methode. Die resultierenden Werte werden, falls nicht anders beschrieben, als Medianwerte angegeben und zur Veranschaulichung als „Box and Whisker“ graphisch dargestellt. Die horizontale Linie in der Box stellt dabei den Medianwert dar. Zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen zwei Ergebnissen wurde der Korrelationskoeffizient (r) mittels des Spearman Correlations Test berechnet. Dabei liegt ab Werten von $> 0,3$ bzw. $< -0,3$ eine geringe Korrelation vor. Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe der Computer-Software SigmaPlot® 9,0 (SPPS Inc.), Als statistisch signifikant wurden dabei Wahrscheinlichkeitswerte (p) kleiner als 0,05 angesehen. In den Abbildungen wurden solche signifikanten Unterschiede durch verschiedene Buchstaben und in Tabellen durch Kursiv- und Fettdruck der p-Werte gekennzeichnet. Die Stichprobenzahl, d.h. die pro Versuch verwendete Anzahl an Proben oder Tieren, wird als „n“ angegeben.

4 ERGEBNISSE

4.1 Erfassung von Leistungsdaten

4.1.1 Lebendgewicht

In der Entwicklung des Lebendgewichts zeigten sich insgesamt signifikante Unterschiede zwischen der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (siehe Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=8 bis 21 Tiere pro Gruppe und Jahreszeit, Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
9	152	p = 0,096	p < 0,001	p < 0,001
11	151	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
13	151	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
15	151	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
17	114	p < 0,001	p = 0,083	p = 0,002
19	118	p < 0,001	p = 0,005	p = 0,053
Gesamt	837	p < 0,001	p = 0,045	p < 0,001

In der 19. Lebenswoche des Sommermastdurchgangs erreichten die B.U.T. Big 6 konventionell mit 95,2 % und die B.U.T. Big 6 ökologisch mit 89,6 % die Gewichtsvorgaben der Zuchtfirma nur annähernd. Die Kelly Bronze Puten beider Fütterungsgruppen konnten hingegen mit 112,6 % (konventionell) und 107,1 % (ökologisch) die Vorgaben deutlich übertreffen. Im Wintermastdurchgang erzielten die Tiere der Gruppe B.U.T. Big 6 konventionell mit 107,9 % und die Kelly Bronze konventionell mit 102,2 % überdurchschnittlich hohe Gewichtszunahmen, während die B.U.T. Big 6 ökologisch mit 99,8 % und die Kelly Bronze ökologisch mit 97,3 % die Angaben der Zuchtfirmen nahezu erreichten (siehe Tabellen 4-2 und 4-3).

Tabelle 4-2: Lebendgewicht der B.U.T. Big 6 Puten in der 19. Lebenswoche im Vergleich zu den Gewichtsvorgaben der Zuchtfirma

	Lebens- woche	B.U.T. Big 6 konv [kg]±SEM	B.U.T. Big 6 öko [kg]±SEM	B.U.T. Big 6 konv in % zur Vorgabe	B.U.T. Big 6 öko in % zur Vorgabe	Vorgabe in kg (Moorgut Kartzfehn, 2002/03) [kg]
Sommer	19	17,4 ± 0,4	16,4 ± 0,6	95,2 %	89,6 %	18,2
Winter	19	19,7 ± 0,2	18,2 ± 0,4	107,9 %	99,8 %	18,2

Tabelle 4-3: Lebendgewicht der Kelly Bronze Puten in der 19. Lebenswoche im Vergleich zu den Gewichtsvorgaben der Zuchtfirma

	Lebens- woche	Kelly Bronze konv [kg]±SEM	Kelly Bronze öko [kg]±SEM	Kelly Bronze konv in % zur Vorgabe	Kelly Bronze öko in % zur Vorgabe	Vorgabe in kg (Kelly Turkey Farms) [kg]
Sommer	19	15,6 ± 0,3	14,8 ± 0,4	112,6 %	107,1 %	13,8
Winter	19	14,1 ± 0,3	13,5 ± 0,3	102,2 %	97,3 %	13,8

4.2 Bewertung von Brustblasen und Breast Buttons

Das Auftreten von Brustblasen (Bursitis sternalis) und von Breast Buttons (fokale ulzerative Dermatitis) wurde im Rahmen der Bonitierung anhand eines Scoringsystems dokumentiert. Die Bewertung erfolgte lediglich für die 19. Lebenswoche.

4.2.1 Brustblasen

Brustblasen (Abbildung 4-1) wurden nur im Sommerdurchgang und nur bei den B.U.T. Big 6 Puten festgestellt. Zwischen dem Auftreten von Brustblasen und der Herkunft, sowie der Jahreszeit bestand ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$), während die Fütterung keinen Einfluss zu haben scheint ($p = 0,231$).

Tabelle 4-4: Durchschnittsnoten (± SEM) und durchschnittliche Anzahl der Tiere in Prozent für das Auftreten von Brustblasen in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit in der 19. LW (n=18 pro Gruppe)

SOMMER	Konventionell		Ökologisch	
	Kelly Bronze	B.U.T. Big 6	Kelly Bronze	B.U.T. Big 6
Durchschnittsnote (±SEM)	1,0 ± 0,0	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,0	1,4 ± 0,2
Anzahl Tiere in %	0,0	11,1	0,0	16,7



Abbildung 4-1: B.U.T. Big 6 Pute mit Brustblase in der 19. Lebenswoche

4.2.2 Breast Buttons

Breast Buttons (Abbildung 4-2) wurden im Sommer- und im Wintermastdurchgang bei beiden Fütterungsgruppen und Herkünften festgestellt. Wie aus Tabelle 4-5 ersichtlich ist, bestand in der 19. LW ein signifikanter Unterschied bezüglich dem Auftreten von Breast Buttons und der Herkunft (B.U.T. Big 6 > Kelly Bronze), sowie der Jahreszeit (Sommer > Winter). Während im Sommermastdurchgang jeweils 27,8 % der Kelly Bronze Puten beider Gruppen, 44,4 % der konventionellen B.U.T. Big 6, sowie 50 % der ökologischen B.U.T. Big 6 Breast Buttons aufwiesen, zeigten im Wintermastdurchgang auf der konventionell gefütterten Seite nur 5,6 % der Kelly Bronze Tiere und 11,1 % der B.U.T. Big 6, sowie auf der ökologisch gefütterten Seite 0,0 % der Kelly Bronze Puten und 22,2 % der B.U.T. Big 6 Breast Buttons (siehe Tabelle 4-6). Die Durchschnittsnoten für die Beurteilung von Breast Buttons sind ebenfalls der Tabelle 4-6 zu entnehmen.

Tabelle 4-5: Statistische Analyse des Auftretens von Breast Buttons in der 19. LW in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=18 bis 21 Tiere pro Gruppe und Jahreszeit; Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
19	150	p = 0,014	p = 0,079	p < 0,001

Tabelle 4-6: Durchschnittsnoten (\pm SEM) und durchschnittliche Anzahl der Tiere in Prozent für das Auftreten von Breast Buttons in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit in der 19. LW (Sommer: n=18 pro Gruppe; Winter: Kelly Bronze konv n=21, Kelly Bronze öko, B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19)

SOMMER	Konventionell		Ökologisch	
	Kelly Bronze	B.U.T. Big 6	Kelly Bronze	B.U.T. Big 6
Durchschnittsnote (\pm SEM)	1,3 \pm 0,1	1,7 \pm 0,2	1,3 \pm 0,1	1,7 \pm 0,2
Anzahl Tiere in %	27,8	44,4	27,8	50,0
WINTER	Konventionell		Ökologisch	
	Kelly Bronze	B.U.T. Big 6	Kelly Bronze	B.U.T. Big 6
Durchschnittsnote (\pm SEM)	1,0 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0,0	1,2 \pm 0,1
Anzahl Tiere in %	5,6	11,1	0,0	22,2



Abbildung 4-2: B.U.T. Big 6 Pute mit Breast Button in der 19. Lebenswoche

4.3 Morbiditäts- und Mortalitätsrate

Beide Mastdurchgänge hatten in der Kükenphase keine Verluste zu verzeichnen. Während der Sommermastperiode verstarb ein Tier an Organversagen durch ein bakteriell-toxisches Krankheitsgeschehen in der 19. Lebenswoche. Der Winterdurchgang verlief, abgesehen von einer leichten katarrhalischen Entzündung der oberen Atemwege, ohne Erkrankungen. Eine Pute wurde aufgrund einer Ellenbogenluxation in der 11. Lebenswoche euthanasiert und ein Tier verstarb aus ungeklärten Ursachen in der 17. Lebenswoche. Die Gesamtmortalität lag damit bei 1,97 % und zeigte keinen Bezug zu Herkunft, Fütterung oder Jahreszeit.

4.4 Blutparameter

Pro Mastperiode wurden in jeder Gruppe vier Blutentnahmen durchgeführt. Insgesamt konnten so 32 Blutproben pro Gruppe gewonnen werden. Alle 256 entnommenen Proben konnten für die Untersuchung ausgewählter Blutparameter verwendet werden.

4.4.1 Hämatokrit

Die Gesamtmedianwerte der einzelnen Gruppen reichten im Sommerdurchgang von 35,0 % für die Gruppen B.U.T. Big 6 öko und Kelly Bronze öko bis 37,5 % bei der Gruppe Kelly Bronze konv. Die Puten der Gruppe B.U.T. Big 6 konv lagen mit 36,0 % in der Mitte. Im Winter lagen die Medianwerte aller Gruppen etwas höher zwischen 36,5 % und 38,5 % wobei die beiden Kelly Bronze Gruppen die höheren Ergebnisse erzielten.

Im zeitlichen Verlauf kam es sowohl im Sommer- als auch im Winterdurchgang zu einem leichten Anstieg der Gesamtmedianwerte. Insgesamt konnte ein signifikanter Einfluss der Jahreszeit festgestellt werden (siehe Tabelle 4-7).

In Einzelphasen wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich (siehe Abbildung 4-3).

Tabelle 4-7: Statistische Hämatokrit-Auswertung im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=8 pro Gruppe und Jahreszeit, Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
9	64	p = 0,224	p = 0,670	p = 0,006
13	64	p = 0,034	p = 0,795	p = 0,104
17	64	p = 0,513	p = 0,979	p < 0,001
21	64	p = 0,158	p = 0,817	p = 0,223
Gesamt	256	p = 0,107	p = 0,619	p < 0,001

ERGEBNISSE

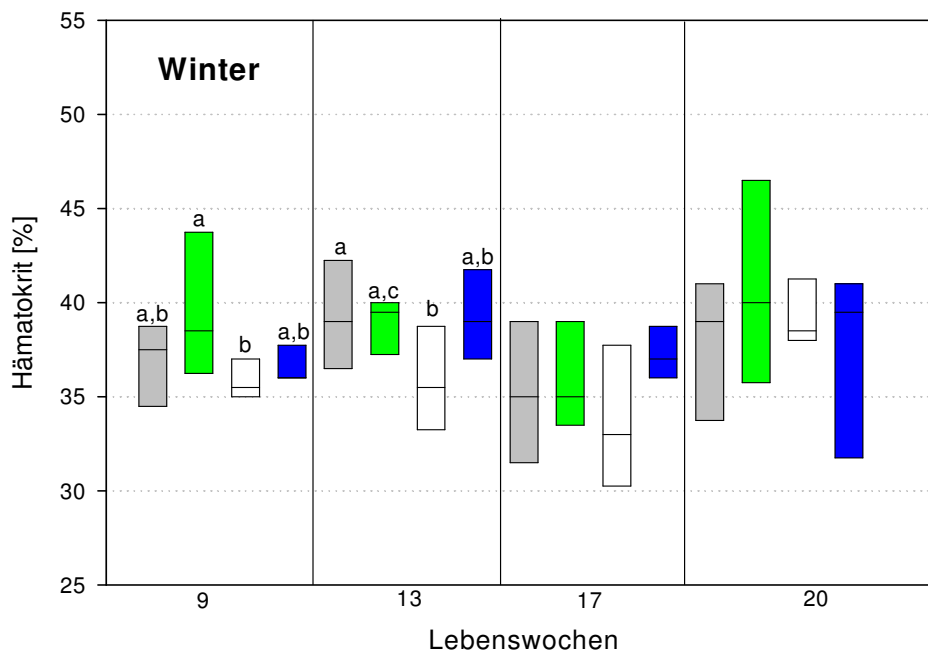
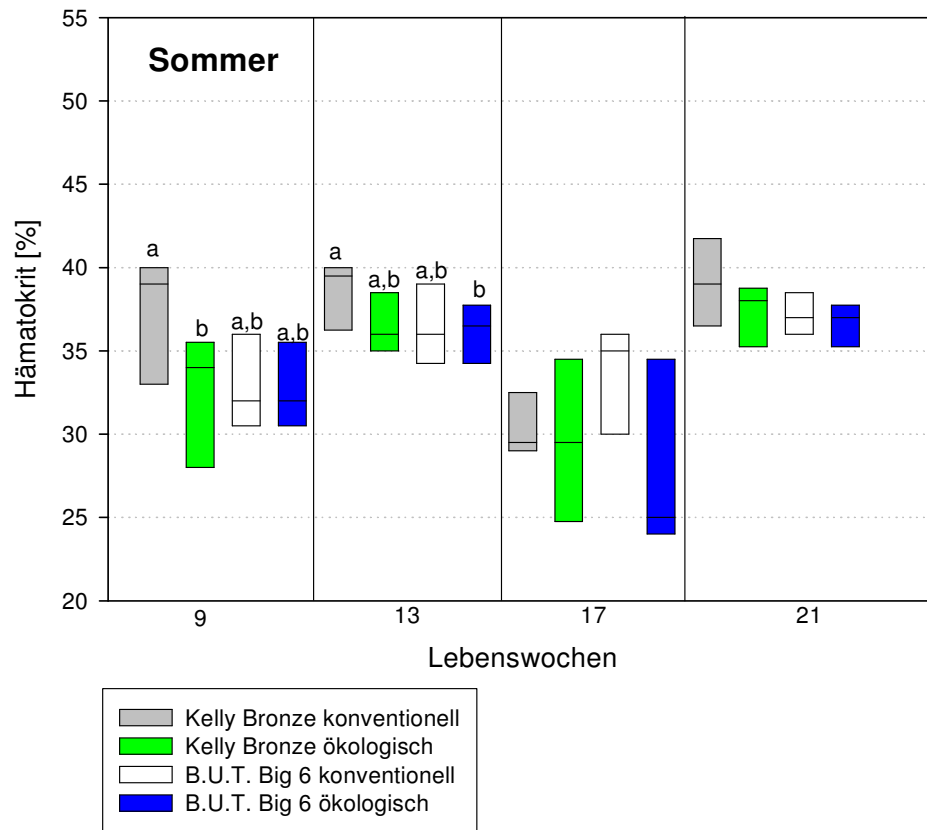


Abbildung 4-3: Durchschnittlicher Hämatokritwert im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Es wurde alle 4 Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 8 Mastputen pro Gruppe und Jahreszeit der Hämatokritwert bestimmt, n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, t-test, Mann-Whitney Rank- Sum Test)

4.4.2 Hämoglobin

Mit einem Medianwert von 10,4 g/dl lagen die Kelly Bronze konv Puten im Sommer vor den B.U.T Big 6 konv mit 10,0 g/dl. Die ökologisch gefütterten Gruppen erreichten mit 9,8 g/dl (Kelly Bronze öko) und 9,4 g/dl (B.U.T. Big 6 öko) etwas niedrigere Werte. Im Winter lagen die Gesamtmedianwerte sowohl bei den konventionell gefütterten Gruppen (Kelly Bronze konv mit 12,0 g/dl und B.U.T. Big 6 konv mit 11,6 g/dl) als auch bei den Tieren mit Öko-Futter (Kelly Bronze öko mit 11,9 g/dl und B.U.T. Big 6 öko mit 11,5 g/dl) deutlich höher, so dass sich ein signifikanter Einfluss der Jahreszeit feststellen ließ (siehe Tabelle 4-8).

Im zeitlichen Verlauf wurden in Einzelphasen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich (siehe Abbildung 4-4).

Tabelle 4-8: Statistische Auswertung der Hb-Konzentrationen im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=8 pro Gruppe und Jahreszeit, Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
9	64	p = 0,252	p = 0,465	p < 0,001
13	64	p = 0,354	p = 0,415	p < 0,001
17	64	p = 0,024	p = 0,677	p < 0,001
21	64	p = 0,034	p = 0,603	p < 0,001
Gesamt	256	p = 0,121	p = 0,4	p < 0,001

ERGEBNISSE

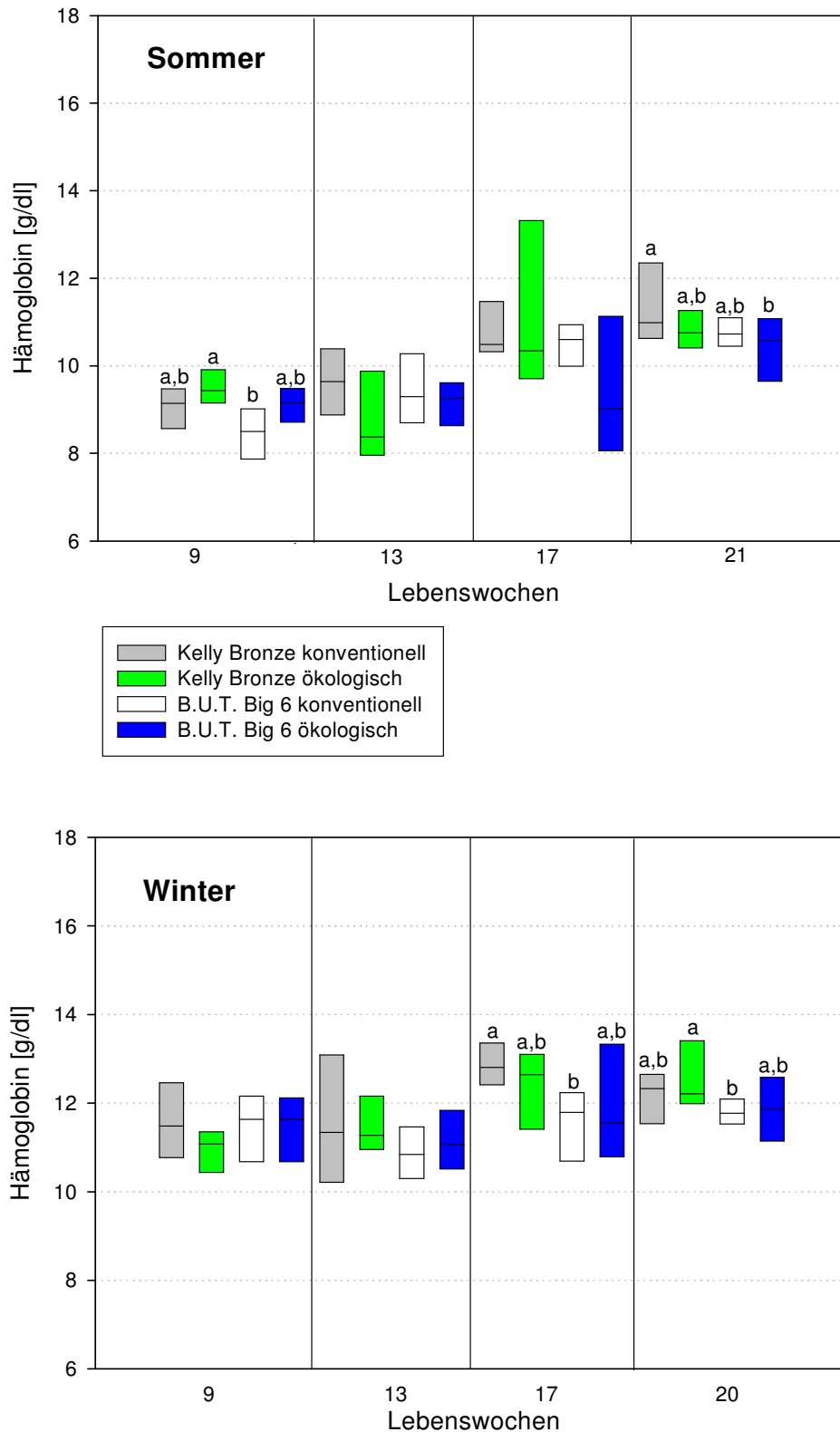


Abbildung 4-4: Durchschnittlicher Hämoglobinwert im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Es wurde alle 4 Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 8 Mastputen pro Gruppe und Jahreszeit der Hämoglobinwert bestimmt, n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.4.3 Immunglobulin (IgY)

Die Gesamtmedianwerte aller Gruppen lagen im Winterdurchgang mit 6,65 mg/ml (Kelly Bronze konv Wi), 5,96 mg/ml (Kelly Bronze öko Wi), 5,81 mg/ml (B.U.T. Big 6 konv Wi) und 7,83 mg/ml (B.U.T. Big 6 öko Wi) signifikant über den Werten des Sommers. Im Sommerdurchgang erreichten die Kelly Bronze öko Puten mit 4,05 mg/ml den niedrigsten Wert, gefolgt von B.U.T. Big 6 konv So mit 4,63 mg/ml und B.U.T. Big 6 öko So mit 4,65 mg/ml. Knapp darüber lag das Ergebnis der Gruppe Kelly Bronze konv So mit 4,86 mg/ml. Im zeitlichen Verlauf wurden in Einzelphasen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich (siehe Abbildung 4-5). Insgesamt ergab sich ein signifikanter Einfluss der Herkunft und der Jahreszeit (siehe Tabelle 4-9).

Tabelle 4-9: Statistische Auswertung des Serum-IgY-Gehaltes im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
9	64	p = 0,572	p = 0,146	p = 0,093
13	64	p = 0,029	p = 0,478	p < 0,001
17	64	p = 0,002	p = 0,045	p = 0,001
21	64	p = 0,002	p = 0,013	p < 0,001
Gesamt	320	p = 0,009	p = 0,698	p < 0,001

ERGEBNISSE

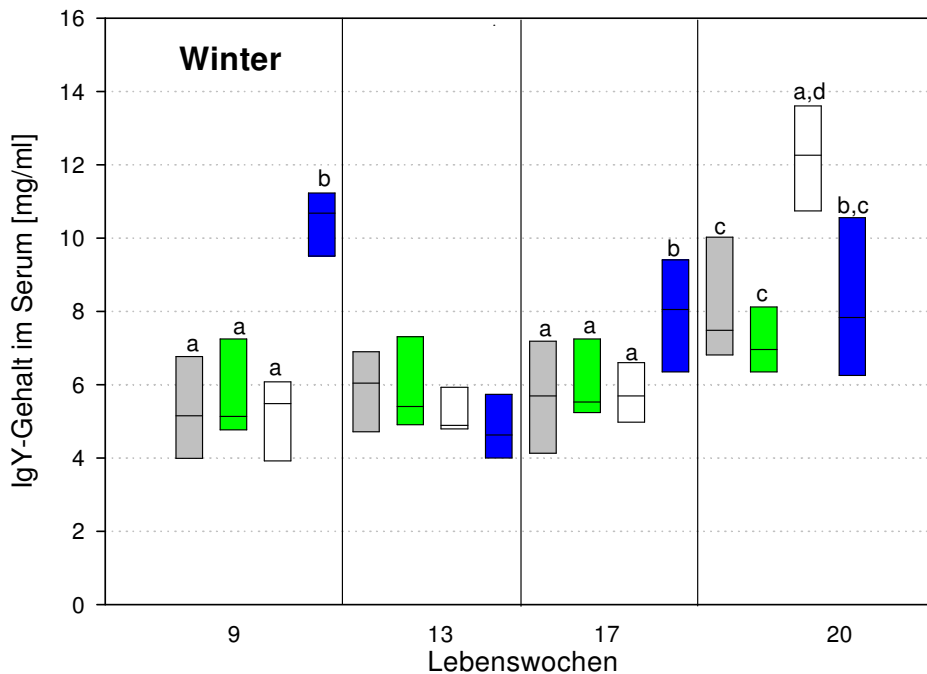
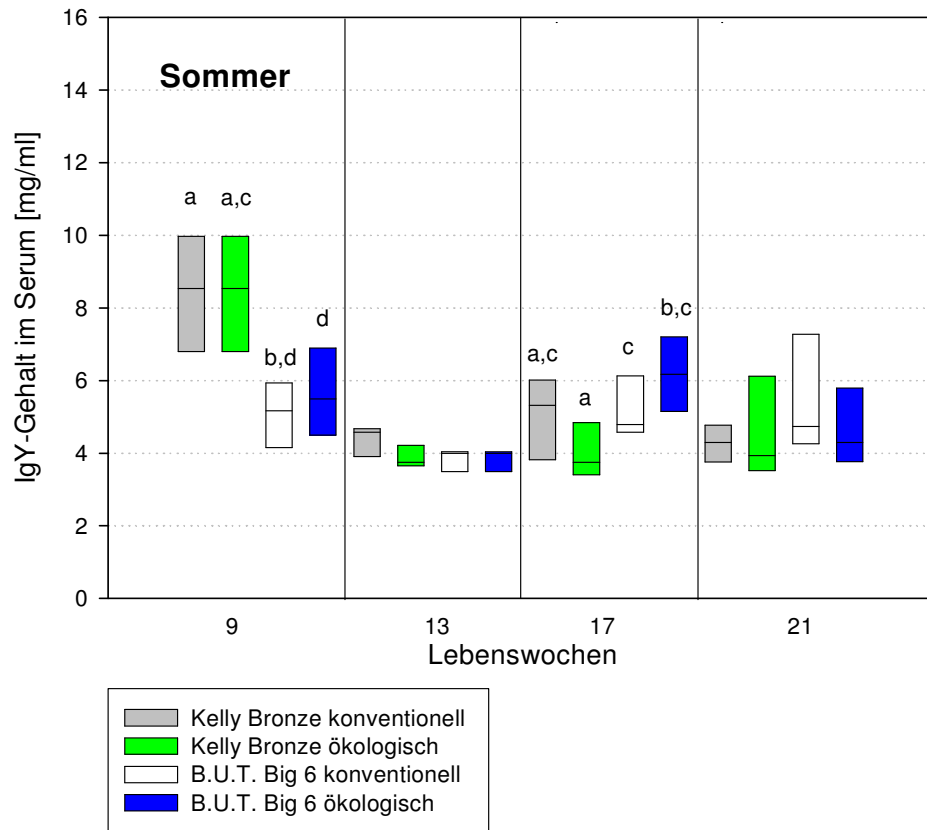


Abbildung 4-5: Durchschnittlicher Ig-Y-Gehalt im Serum im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Es wurde alle 4 Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 8 Mastputen pro Gruppe und Jahreszeit der Ig-Y-Gehalt bestimmt, n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.4.4 Calcium und Phosphor

Der Gesamtmedianwert der Calciumkonzentrationen im Serum lag bei den B.U.T. Big 6 konv Puten sowohl im Sommer (10,90 mg/dl) als auch im Winter (10,95 mg/dl) am höchsten. Im Gegensatz dazu erreichten die B.U.T. Big 6 öko Puten im Sommer (10,00 mg/dl) und im Winter (10,68 mg/dl) nur die jeweils niedrigsten Werte. Die Gruppe Kelly Bronze konv lag ebenso wie die Gruppe Kelly Bronze öko in beiden Durchgängen im Mittelfeld (Kelly Bronze konv 10,19 mg/dl im Sommer und 10,85 mg/dl im Winter; Kelly Bronze öko 10,83 mg/dl im Sommer und 10,78 mg/dl im Winter).

Im zeitlichen Verlauf wurden in Einzelphasen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich (siehe Abbildung 4-6).

Insgesamt lässt sich jedoch weder ein signifikanter Einfluss der Fütterung noch der Herkunft oder der Jahreszeit feststellen (siehe Tabelle 4-10).

Tabelle 4-10: Statistische Auswertung des Serum-Calcium-Gehaltes im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=8 pro Gruppe und Jahreszeit, Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
9	64	p = 0,560	p = 0,343	p = 0,113
13	64	p = 0,130	p = 0,014	p = 0,540
17	64	p = 0,224	p = 0,021	p = 0,152
21	64	p = 0,095	p = 0,495	p = 0,104
Gesamt	320	p = 0,272	p = 0,069	p = 0,935

ERGEBNISSE

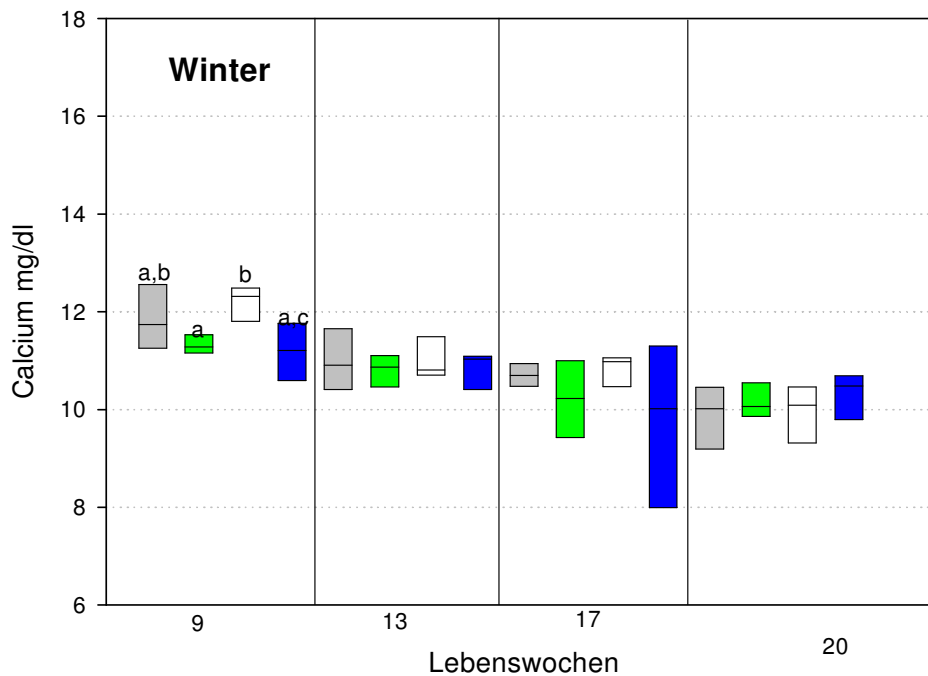
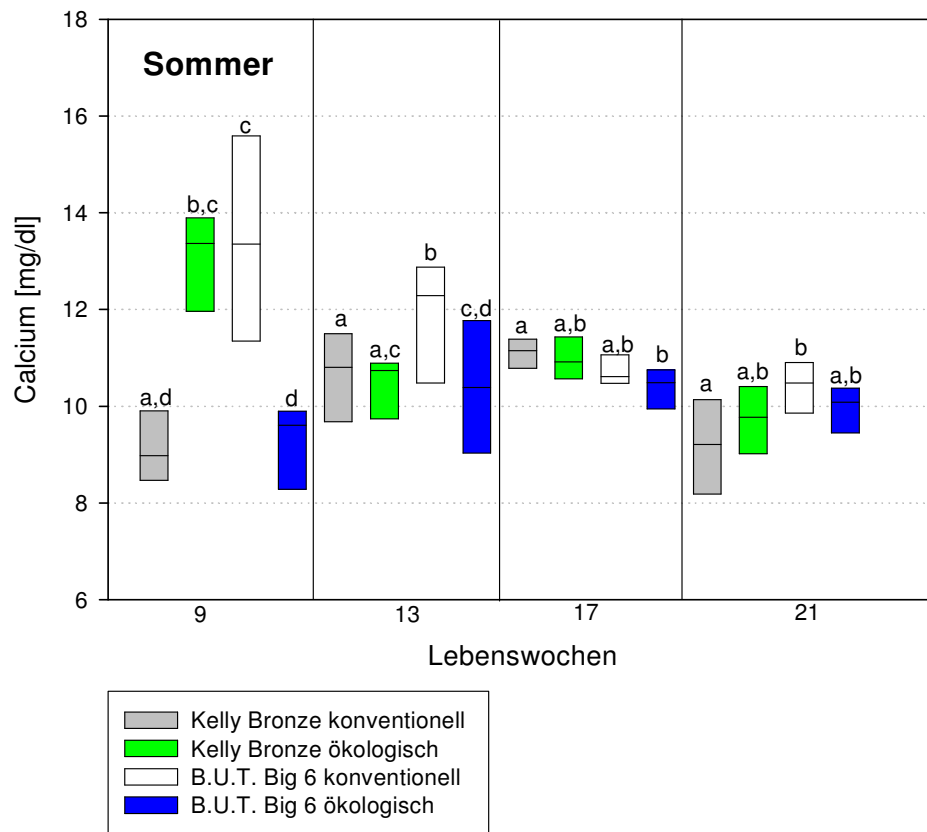


Abbildung 4-6: Durchschnittlicher Calcium-Gehalt im Serum im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Es wurde alle 4 Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 8 Mastputen pro Gruppe und Jahreszeit der Calcium-Gehalt bestimmt, n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

ERGEBNISSE

Der Gesamtmedianwert des Phosphorgehaltes im Serum lag im Sommer bei den konventionell gefütterten Tieren mit 6,44 mg/dl (Kelly Bronze konv So) und 6,22 mg/dl (B.U.T. Big 6 konv So) deutlich unter den Werten der Öko-Gruppe (Kelly Bronze öko So mit 7,16 mg/dl und B.U.T. Big 6 öko So mit 7,75 mg/dl). Auch im Winter erreichte die konventionelle Gruppe mit 7,11 mg/dl (Kelly Bronze konv Wi) und 7,14 mg/dl (B.U.T. Big 6 konv Wi) weniger hohe Werte (Kelly Bronze öko Wi mit 7,32 mg/dl und B.U.T. Big 6 öko Wi mit 8,15 mg/dl).

Im zeitlichen Verlauf wurden in Einzelphasen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich (siehe Abbildung 4-7).

Insgesamt zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Fütterung und der Jahreszeit.

Tabelle 4-11: Statistische Auswertung des Serum-Phosphor-Gehaltes im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

LW	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
9	64	p = 0,323	p < 0,001	p < 0,001
13	64	p = 0,739	p < 0,001	p < 0,001
17	64	p = 0,013	p = 0,372	p = 0,355
21	64	p = 0,016	p < 0,001	p = 0,068
Gesamt	320	p = 0,140	p < 0,001	p < 0,001

ERGEBNISSE

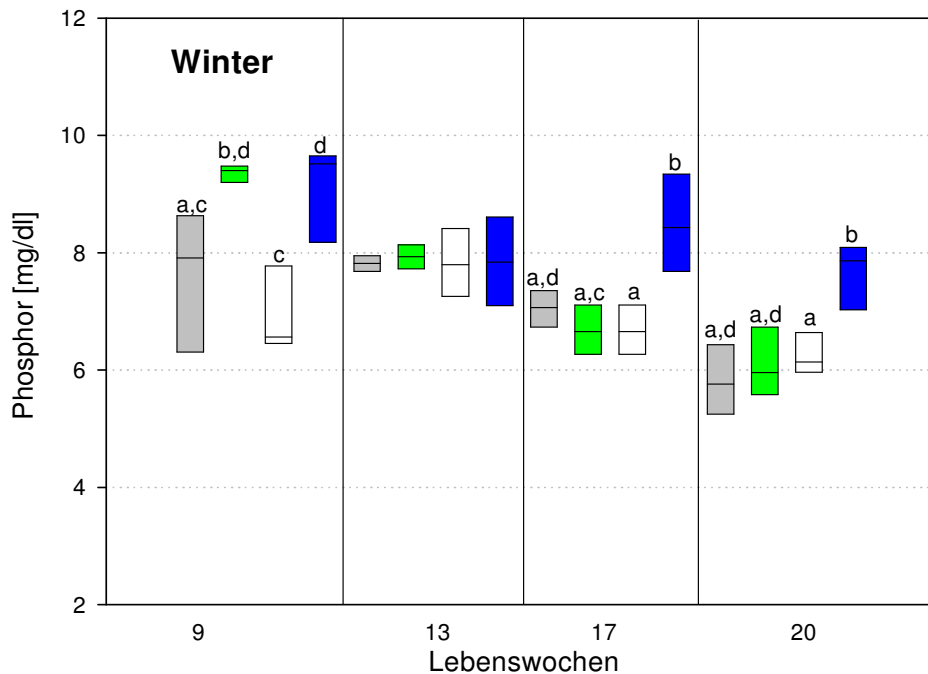
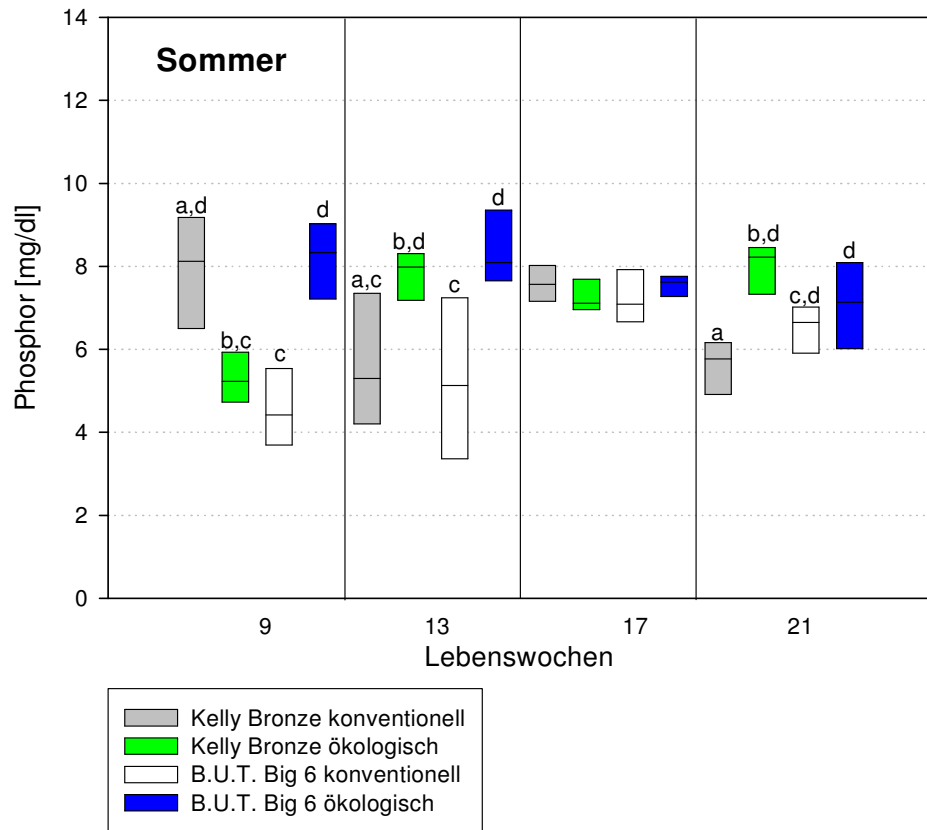


Abbildung 4-7: Durchschnittlicher Phosphor-Gehalt im Serum im zeitlichen Verlauf der Mastperiode, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Es wurde alle 4 Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 8 Mastputen pro Gruppe und Jahreszeit der Calcium-Gehalt bestimmt, n=8 pro Gruppe und Jahreszeit; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede, t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

ERGEBNISSE

Tabelle 4-12: Zeitlicher Verlauf des Calcium/Phosphor-Verhältnisses in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (Es wurde alle 4 Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 8 Mastputen pro Gruppe und Jahreszeit der Calcium- und Phosphorgehalt bestimmt, n=8 pro Gruppe und Jahreszeit)

Sommer					
Herkunft/Fütterung	9. LW	13. LW	17. LW	21. LW	Ø
B.U.T. Big 6 Konventionell	3,04:1	1,58:1	1,49:1	1,58:1	1,92:1
Kelly Bronze Konventionell	1,10:1	1,83:1	1,46:1	1,59:1	1,50:1
B.U.T. Big 6 Ökologisch	1,11:1	1,36:1	1,38:1	1,41:1	1,32:1
Kelly Bronze Ökologisch	2,50:1	1,43:1	1,54:1	1,23:1	1,68:1
Winter					
Herkunft/Fütterung	9. LW	13. LW	17. LW	20. LW	Ø
B.U.T. Big 6 Konventionell	1,77:1	1,34:1	1,39:1	1,53:1	1,51:1
Kelly Bronze Konventionell	1,43:1	1,4:1	1,53:1	1,74:1	1,53:1
B.U.T. Big 6 Ökologisch	1,18:1	1,37:1	1,3:1	1,32:1	1,29:1
Kelly Bronze Ökologisch	1,2:1	1,37:1	1,52:1	1,7:1	1,45:1

4.5 Postmortale Untersuchungen

4.5.1 Schlachtgewichte

Da die Tiere des Winterdurchgangs aufgrund der Geflügelpestproblematik bereits in der 20. Lebenswoche geschlachtet werden mussten, erreichten sie in allen Gruppen ein niedrigeres Schlachtgewicht als die Puten des Sommerdurchgangs, die wie geplant erst in der 22. Lebenswoche geschlachtet wurden (siehe Tabelle 4-13). Wie in Abbildung 4-8 dargestellt erzielten die B.U.T. Big 6 konv Puten in beiden Durchgängen die besten Ergebnisse (Sommer 17,6 kg, Winter 15,7 kg), gefolgt von der Gruppe B.U.T. Big 6 öko (Sommer 15,7 kg, Winter 15,0 kg). Die Kelly Bronze konv Tiere (Sommer 15,4 kg, Winter 11,3 kg) lagen in beiden Durchgängen vor den Kelly Bronze öko Puten (Sommer 14,3 kg, Winter 10,2 kg).

Die Schlachtgewichte unterschieden sich zwischen den Gruppen einer Jahreszeit sowohl in Bezug auf die Herkunft als auch in Bezug auf die Fütterung signifikant ($p < 0,001$).

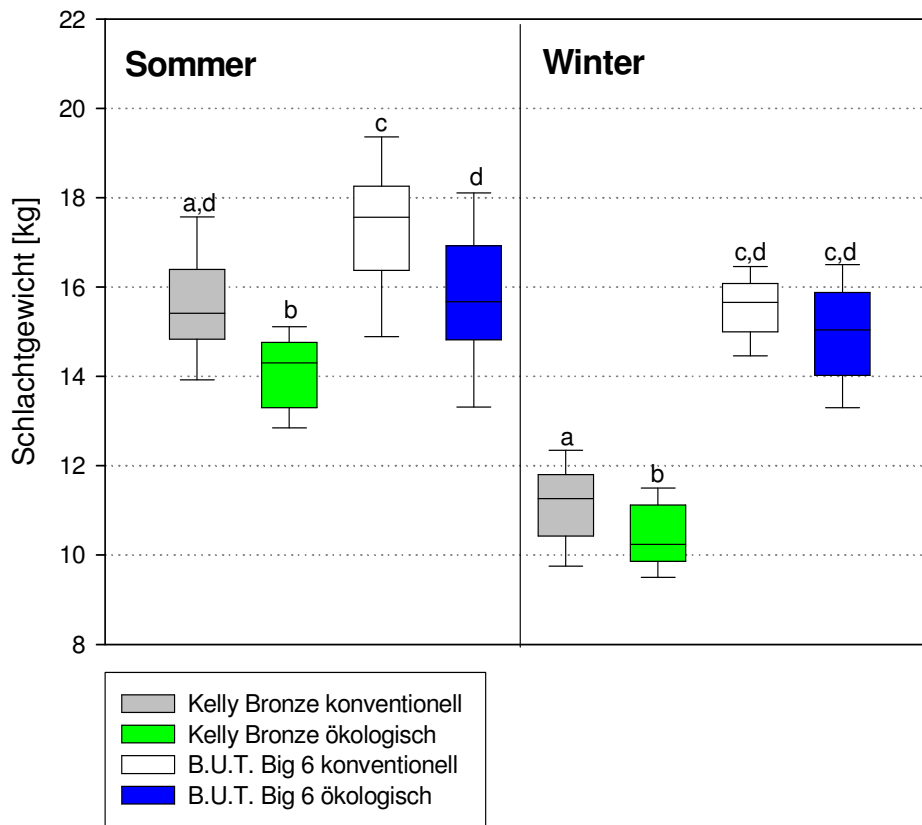


Abbildung 4-8: Schlachtgewichte in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Sommer, Schlachtung in der 22.LW : Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 konv n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter, Schlachtung in der 20. LW: Kelly Bronze konv n=21, Kelly Bronze öko, B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; die Schlachtkörper wurden direkt anschließend an die Schlachtung ohne Kopf, Hals, Ständer, Federn und Innereien gewogen; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Tabelle 4-13: Darstellung der min. und max. Schlachtgewichte in kg, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (Sommer, Schlachtung in der 22.LW: Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 konv n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter, Schlachtung in der 20. LW: Kelly Bronze konv n=21, Kelly Bronze öko, B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; die Schlachtkörper wurden direkt anschließend an die Schlachtung ohne Kopf, Hals, Ständer, Federn und Innereien gewogen; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Sommer	min. Gewicht	max. Gewicht	MW	SEM	Median
B.U.T. Big 6 konventionell	14,4	19,4	17,3	0,348	17,6
B.U.T. Big 6 ökologisch	13,3	19,5	15,8	0,409	15,7
Kelly Bronze konventionell	13,7	17,9	15,6	0,287	15,4
Kelly Bronze ökologisch	12,5	15,4	14,1	0,203	14,3
Winter	min. Gewicht	max. Gewicht	MW	SEM	Median
B.U.T. Big 6 konventionell	14,3	16,5	15,6	0,152	15,7
B.U.T. Big 6 ökologisch	9,7	17	14,8	0,366	15
Kelly Bronze konventionell	9,1	12,9	11,1	0,212	11,3
Kelly Bronze ökologisch	8,2	12,4	10,4	0,207	10,2

4.5.2 Knochenparameter

Im Sommer konnten die Untersuchungen der Oberschenkelknochen an jeweils 18 Tieren der Gruppen Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 konv und 16 Puten der Gruppe B.U.T. Big 6 öko durchgeführt werden. Im Winterdurchgang wurden die Knochen von jeweils 19 Tieren der Gruppen B.U.T. Big 6 konv, B.U.T. Big 6 öko und Kelly Bronze öko sowie 21 Puten der Gruppe Kelly Bronze konv untersucht. Die Nummerierung der Knochen erlaubte dabei eine Zuordnung der erzielten Ergebnisse zum jeweiligen Schlachtgewicht.

Tabelle 4-14: Statistische Analyse ausgewählter Knochenparameter, in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (Sommer: B.U.T. Big 6 konv, Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter: B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; Kelly Bronze konv n=21; Kelly Bronze öko n=18; die Messungen erfolgten pro Gruppe jeweils am rechten und linken Oberschenkelknochen, aus den erzielten Werten wurde jeweils ein Mittelwert pro Tier errechnet; Three Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

Parameter	n	Herkunft	Fütterung	Jahreszeit
Bruchfestigkeit	147	p < 0,001	p = 0,018	p < 0,001
Dehnung	147	p < 0,001	p = 0,002	p = 0,643
Breite	147	p < 0,001	p = 0,015	p < 0,001
Höhe	147	p < 0,001	p = 0,502	p = 0,021
Länge	124	p < 0,001	p = 0,505	p < 0,001

4.5.2.1 Knochenbruchfestigkeit

Im Sommerdurchgang musste bei der Gruppe B.U.T. Big 6 öko mit einem Gesamtmedianwert von 854,9 N die größte Kraft aufgewendet werden um die Knochen zu brechen. Es folgten die Tiere B.U.T. Big 6 konv mit 845,6 N. Kelly Bronze konv (822,4 N) und Kelly Bronze öko (754,9 N) wiesen die niedrigste Bruchfestigkeit auf. Im Winter erreichten die B.U.T. Big 6 konv mit 828,3 N die höchsten Werte, gefolgt von den Tieren der Gruppe B.U.T. Big 6 öko mit 805,9 N. Die Gruppen Kelly Bronze konv (692,4 N) und Kelly Bronze öko (594,7 N) erzielten wiederum die niedrigsten Gesamtmedianwerte (siehe Abbildung 4-9). Es ergab sich insgesamt ein signifikanter Unterschied in Bezug auf Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (siehe Tabelle 4-14).

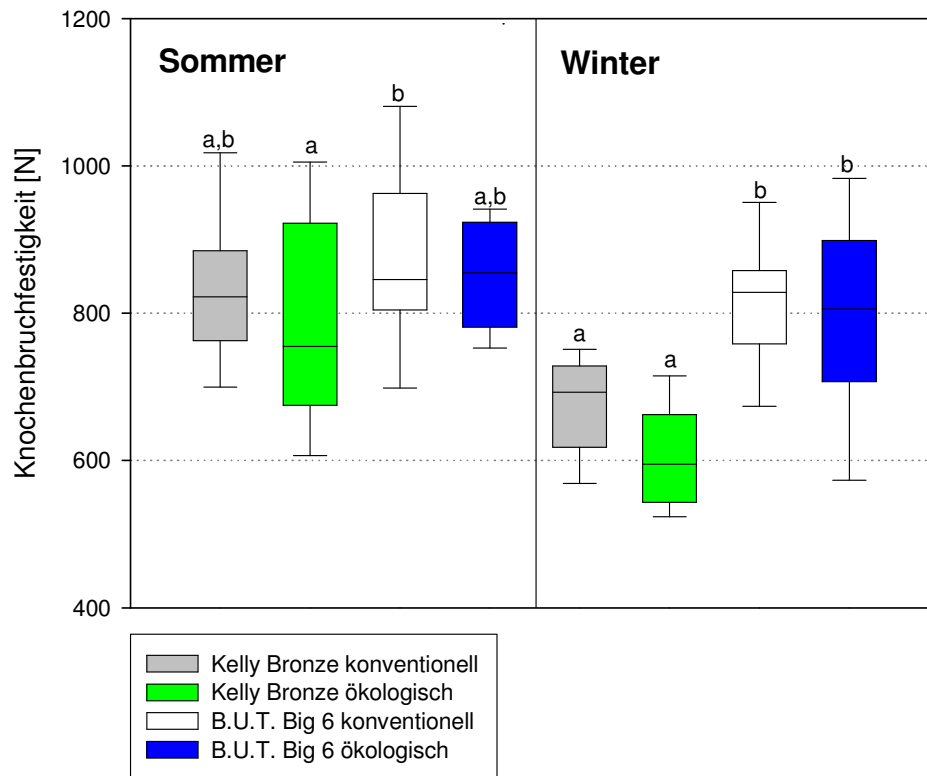


Abbildung 4-9: Maximal aufgewendete Kraft für den Bruch der Oberschenkelknochen, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Sommer: B.U.T. Big 6 konv, Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter: B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; Kelly Bronze konv n=21; Kelly Bronze öko n=18; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

Beim Vergleich der Ergebnisse der Knochenbruchfestigkeitsmessung mit dem Schlachtgewicht zeigte sich insgesamt eine signifikant positive Korrelation. Beim getrennten Vergleich der Herkünfte ergab sich für die Kelly Bronze Puten ebenfalls eine signifikant positive Korrelation, vor allem für die konventionell gefütterten Tiere. Für die Tiere der Herkunft B.U.T. Big 6 ergab sich keine signifikante Korrelation zwischen Knochenbruchfestigkeit und Schlachtgewicht (siehe Tabelle 4-15 und Abbildungen 4-10 bis 4-13).

Tabelle 4-15: Zusammenhang zwischen der Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen und dem Schlachtgewicht, in Abhängigkeit von der Herkunft und der Fütterung (Spearman Rang Korrelation)

Herkunft	Fütterung	n	r	p
B.U.T. Big 6	konv	37	0,132	0,476
	öko	35	-0,025	0,895
Kelly Bronze	konv	39	0,686	<0,001
	öko	36	0,476	0,007
alle Tiere	gemischt	147	0,587	<0,001

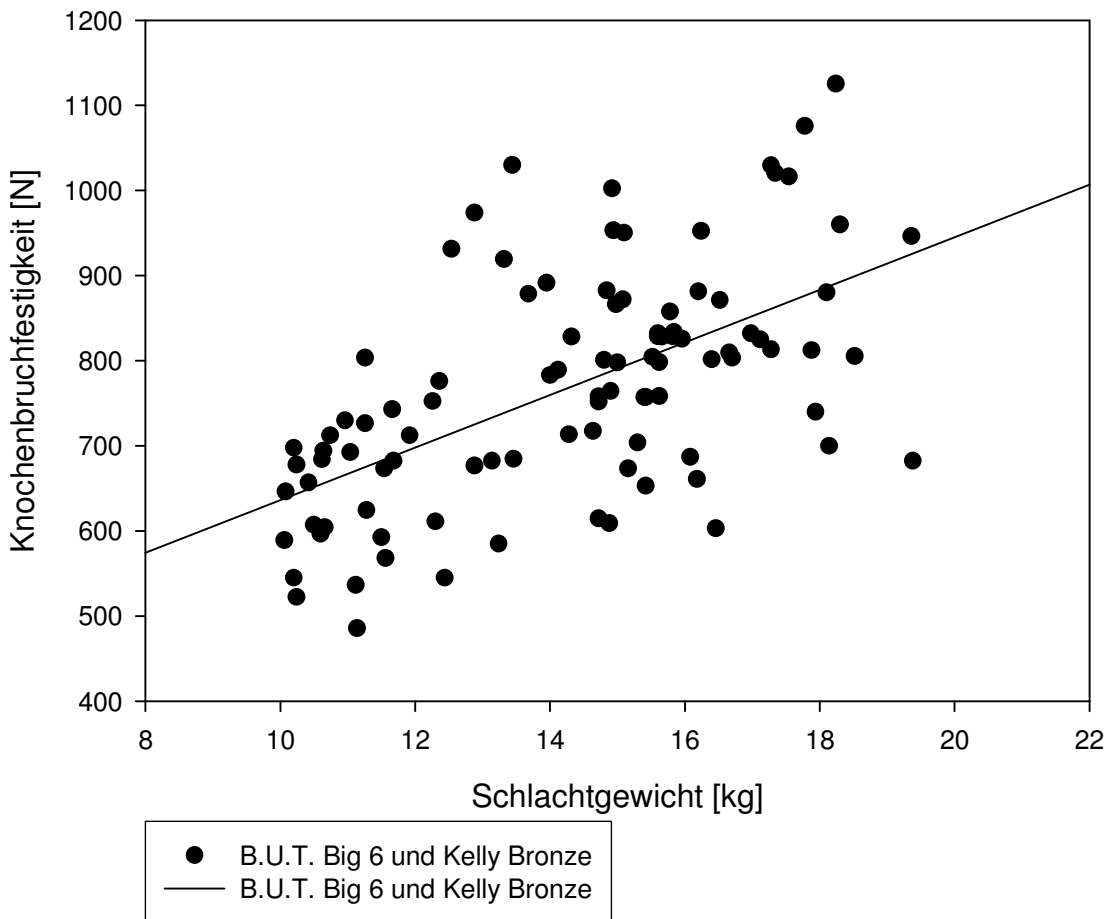


Abbildung 4-10: Zusammenhang zwischen der Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen aller Tiere und dem Schlachtgewicht (n=147; Spearman Rang Korrelation; r=0,587, p<0,001)

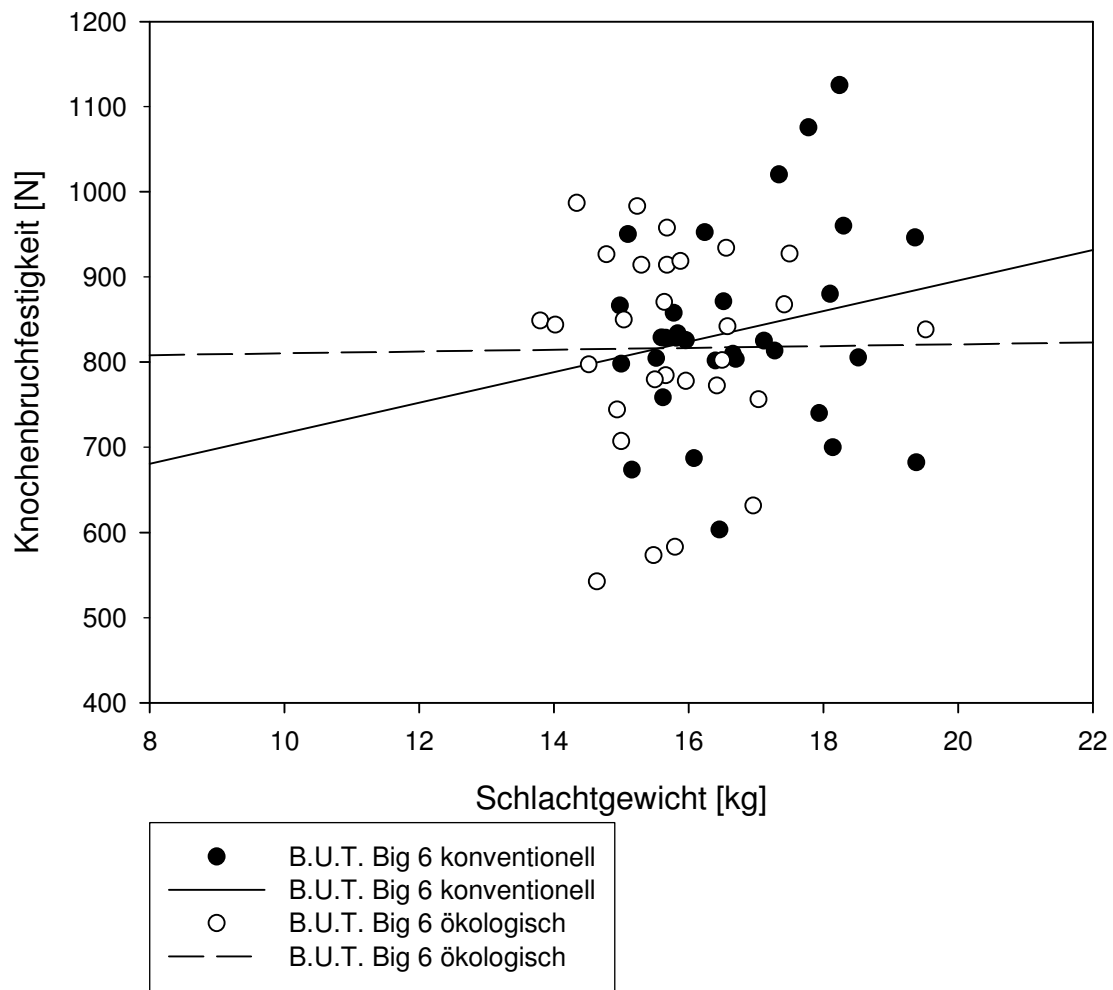


Abbildung 4-11: Zusammenhang zwischen der Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen der Herkunft B.U.T. Big 6 und dem Schlachtgewicht bei unterschiedlicher Fütterung (B.U.T. Big 6 konv n=37, $r=0,132$, $p=0,476$; B.U.T. Big 6 öko n=35, $r= -0,025$, $p=0,895$; Spearman Rang Korrelation)

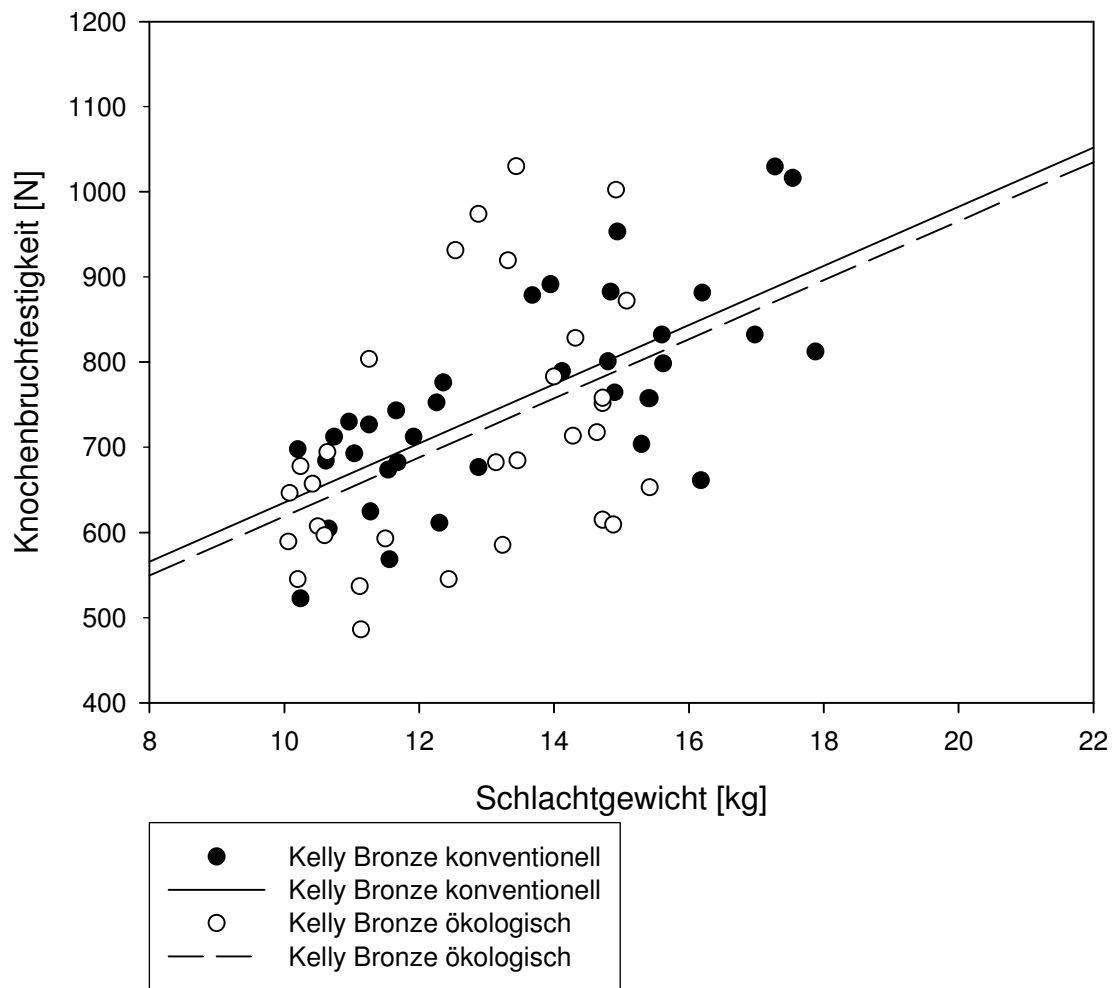


Abbildung 4-12: Zusammenhang zwischen der Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen der Herkunft Kelly Bronze und dem Schlachtgewicht bei unterschiedlicher Fütterung (Kelly Bronze konv n=39, $r=0,686$, $p<0,001$; Kelly Bronze öko n=36, $r=0,476$, $p=0,007$; Spearman Rang Korrelation)

4.5.2.2 Dehnung der Knochen zum Zeitpunkt des Bruches

Als Maß der Elastizität der Knochen wurde die maximale Dehnung (mm) zum Zeitpunkt des Bruches bestimmt. Für die Gruppe Kelly Bronze konv wurde mit 4,44 mm im Sommer und 5,28 mm im Winter der jeweils höchste Gesamtmedianwert gemessen. Die Kelly Bronze öko erreichten 3,67 mm (Sommer) und 4,45 mm (Winter). Die Dehnungswerte der B.U.T. Big 6 konv Puten lagen ebenfalls in beiden Durchgängen (Sommer: 4,29 mm; Winter: 3,63 mm) über den Ergebnissen der ökologisch gefütterten Gruppe B.U.T. Big 6 öko (Sommer: 3,64; Winter: 3,28) (siehe Abbildung 4-13).

Signifikante Unterschiede zeigten sich in Bezug auf die Herkunft ($p < 0,001$) und die Fütterung ($p = 0,002$).

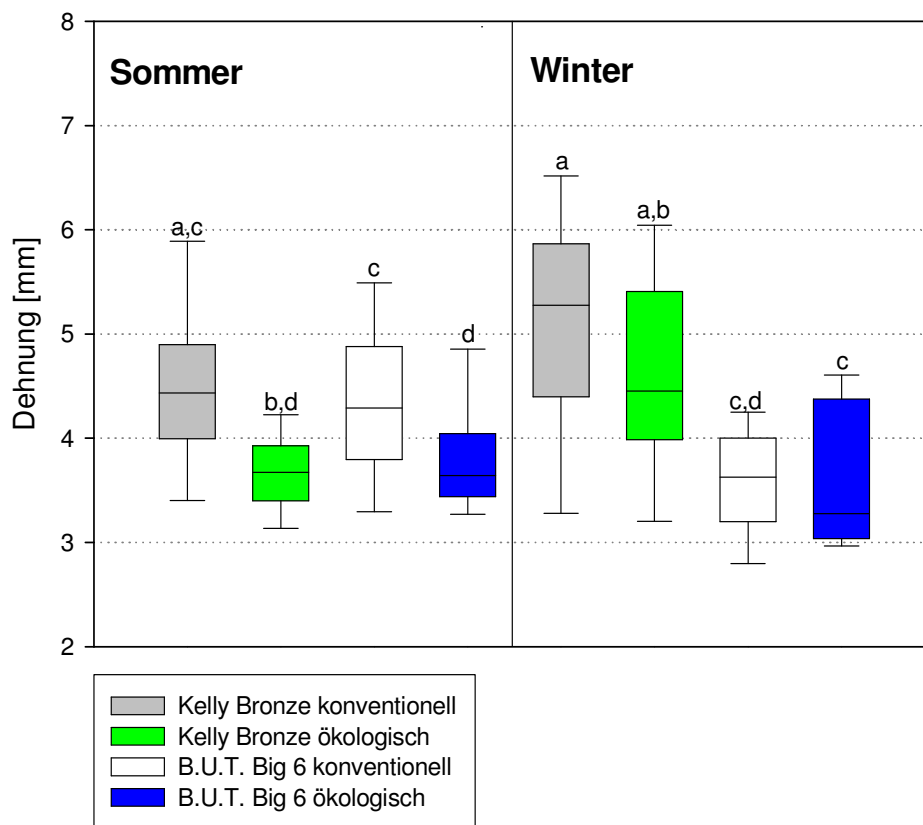


Abbildung 4-13: Mittlere Dehnung (mm) zum Zeitpunkt des Bruches der Oberschenkelknochen in Abhängigkeit von Herkunft, Fütterung und Jahreszeit (Sommer: B.U.T. Big 6 konv, Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter: B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; Kelly Bronze konv n=21; Kelly Bronze öko n=18; die Dehnung wurde pro Gruppe jeweils an beiden Femura gemessen und daraus ein Gruppenschnitt errechnet; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

ERGEBNISSE

4.5.2.3 Breite, Höhe und Länge

An allen Oberschenkelknochen wurde im Bereich der Sollbruchstelle (breiteste Stelle des Knochens) sowohl die Höhe (kraniocaudaler Durchmesser) als auch die Breite (lateromedialer Durchmesser) ermittelt. Bei insgesamt 23 Oberschenkelknochen konnte die Länge vom untersten Rand des medialen Kondylus bis zum obersten Rand des Femurkopfes nicht bestimmt werden da dieser im Zuge der Zerlegung der Schlachtkörper abgerissen war. Für alle Größenparameter ergaben sich signifikante Unterschiede in Bezug auf die Herkunft der Tiere (siehe Tabelle 4-16).

Tabelle 4-16: Durchschnittswerte ausgewählter Knochenparameter (\pm SEM) (das Ergebnis des linken und rechten Oberschenkelknochens eines Tieres wurde jeweils zu einem Mittelwert zusammengefasst und der Gruppendurchschnitt berechnet; Two Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode, [Medianwert])

Sommer						
Parameter	B.U.T. Big 6 konv	B.U.T. Big 6 öko	Kelly Bronze konv	Kelly Bronze öko	p	
Anzahl Tiere	(n= 18)	(n= 18)	(n= 18)	(n= 16)	Herkunft	Fütterung
Breite [mm]	18,95 \pm 0,22 [18,89]	18,71 \pm 0,26 [18,77]	18,24 \pm 0,21 [18,36]	17,57 \pm 0,21 [17,54]	0,002	0,024
Minimum	17,15	16,96	16,62	16,32		
Maximum	21,05	20,41	19,98	19,50		
Höhe [mm]	17,22 \pm 0,23 [17,15]	17,70 \pm 0,27 [17,53]	17,07 \pm 0,24 [17,18]	16,78 \pm 0,14 [16,81]	0,058	0,940
Minimum	15,51	15,91	14,91	15,63		
Maximum	19,14	19,35	18,95	18,51		
Anzahl Tiere	(n= 13)	(n= 18)	(n= 16)	(n= 16)	Herkunft	Fütterung
Länge [mm]	145,85 \pm 0,92 [145,90]	148,61 \pm 0,91 [148,64]	139,75 \pm 1,15 [138,95]	141,49 \pm 1,13 [140,55]	<0,001	0,052
Minimum	137,36	141,99	133,20	131,66		
Maximum	154,21	154,60	149,47	148,78		
Winter						
Parameter	B.U.T. Big 6 konv	B.U.T. Big 6 öko	Kelly Bronze konv	Kelly Bronze öko	p	
Anzahl Tiere	(n= 19)	(n= 19)	(n= 21)	(n= 19)	Herkunft	Fütterung
Breite [mm]	18,74 \pm 0,21 [18,70]	18,39 \pm 0,22 [18,54]	16,21 \pm 0,17 [16,32]	16,15 \pm 0,22 [16,01]	<0,001	0,075
Minimum	17,16	15,06	14,70	13,96		
Maximum	20,59	19,43	17,93	17,98		
Höhe [mm]	17,55 \pm 0,14 [17,62]	17,77 \pm 0,26 [17,54]	15,98 \pm 0,16 [15,99]	15,91 \pm 0,27 [15,96]	<0,001	0,976
Minimum	16,81	15,09	14,56	12,80		
Maximum	19,04	19,64	17,31	17,51		
Anzahl Tiere	(n= 19)	(n= 18)	(n= 15)	(n= 12)	Herkunft	Fütterung
Länge [mm]	143,93 \pm 0,77 [143,77]	140,90 \pm 1,68 [142,64]	126,17 \pm 0,88 [125,84]	126,90 \pm 1,30 [128,77]	<0,001	0,395
Minimum	138,00	112,03	119,21	113,03		
Maximum	149,33	146,30	132,90	134,11		

4.5.3 Muskelfaserquerschnittsfläche in der histologischen Untersuchung

Zur mikroskopischen Messung der Muskelfaserquerschnittsfläche (μm^2) wurden Proben von jeweils 5 Tieren pro Gruppe entnommen. Pro Muskelprobe wurden vier Schnitte angelegt und abfotografiert (siehe Abbildung 4-15). Von jeder Probe wurden 10 verschiedene Areale ausgemessen und daraus ein Gruppenschnitt errechnet.

Sowohl im Sommerdurchgang mit einem Schlachtalter von 22 Lebenswochen, als auch im Winter mit einem Alter von 20 Lebenswochen zum Zeitpunkt der Tötung zeigte die Gruppe B.U.T. Big 6 öko mit $32,19 \mu\text{m}^2$ (Sommer) und $47,75 \mu\text{m}^2$ (Winter) den höchsten Gesamtmedianwert der Muskelfaserquerschnittsfläche. Im Sommer erreichte die Gruppe B.U.T. Big 6 konv ($30,06 \mu\text{m}^2$), im Winter die Gruppe Kelly Bronze öko ($45,58 \mu\text{m}^2$) den zweithöchsten Wert. Es folgten im Sommerdurchgang die Puten Kelly Bronze öko ($29,69 \mu\text{m}^2$) und im Winter die Gruppe B.U.T. Big 6 konv ($43,77 \mu\text{m}^2$). Die jeweils niedrigste Muskelfaserquerschnittsfläche zeigten die Tiere der Gruppe Kelly Bronze konv mit Gesamtmedianwerten von $27,37 \mu\text{m}^2$ (Sommer) und $36,91 \mu\text{m}^2$ (Winter) (siehe Tabelle 4-17 und Abbildung 4-14).

Insgesamt ergab sich ein signifikanter Unterschied in Bezug auf Herkunft, Fütterung und Jahreszeit ($p < 0,001$).

Tabelle 4-17: Durchschnittswerte der Muskelfaserquerschnittsfläche (μm^2) \pm SEM (B.U.T. Big 6 konv, B.U.T. Big 6 öko, Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko $n=5$; von jeder Muskelprobe wurden 10 verschiedene Areale ausgemessen und daraus ein Gruppenschnitt errechnet)

Sommer	MW Schlachtgewicht	n	Anzahl Messungen (je Probe)	Minimum	Maximum	MW	SEM	Median
B.U.T. Big 6 konv	17,1	5	10	21,35	43,55	30,32	0,76	30,06
B.U.T. Big 6 öko	15,9	5	10	17,71	49,68	32,26	1,13	32,19
Kelly Bronze konv	15,8	5	10	20,43	41,97	28,25	0,59	27,37
Kelly Bronze öko	14,0	5	10	19,95	42,21	29,08	0,65	29,69
Winter	MW Schlachtgewicht	n	Anzahl Messungen (je Probe)	Minimum	Maximum	MW	SEM	Median
B.U.T. Big 6 konv	15,5	5	10	22,77	63,29	39,63	1,51	43,77
B.U.T. Big 6 öko	14,8	5	10	27,95	83,68	48,61	1,70	47,75
Kelly Bronze konv	11,2	5	10	25,06	49,08	37,31	0,74	36,91
Kelly Bronze öko	10,5	5	10	30,54	70,51	45,67	1,33	45,58

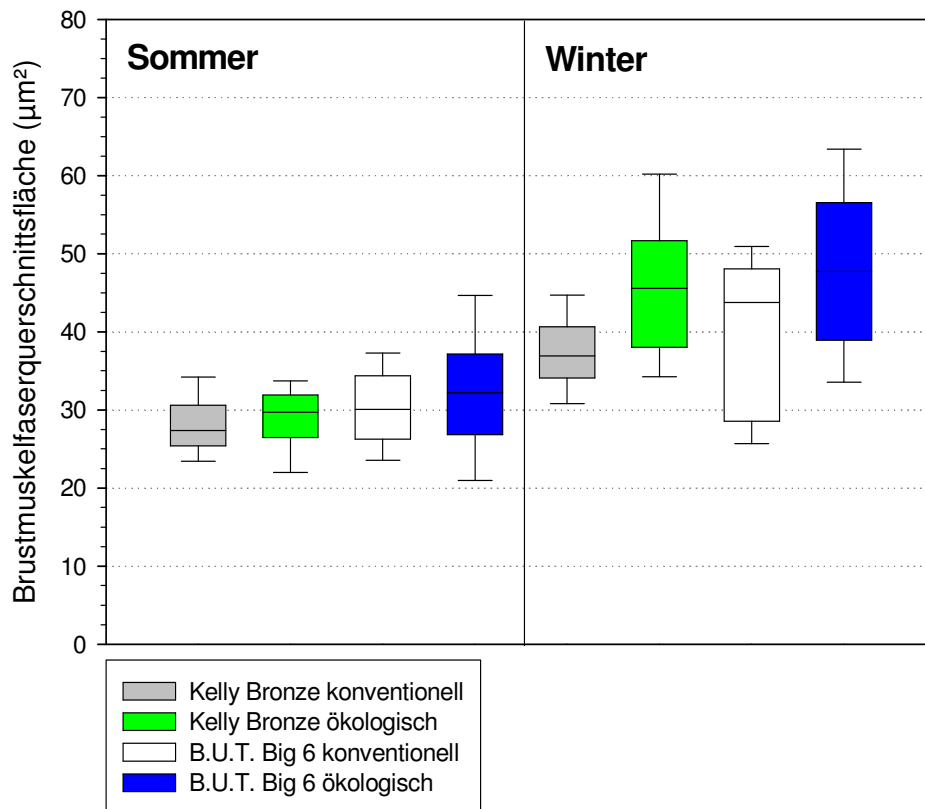
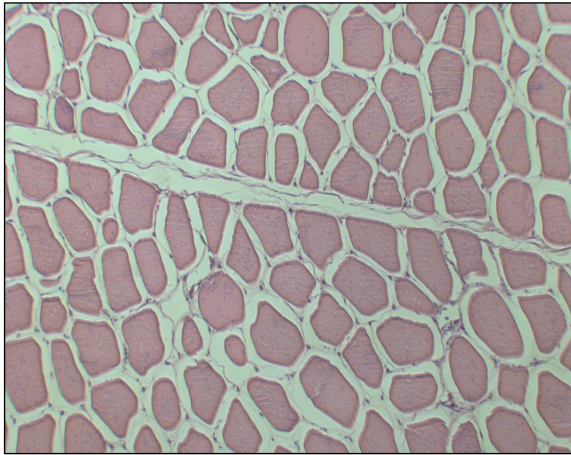
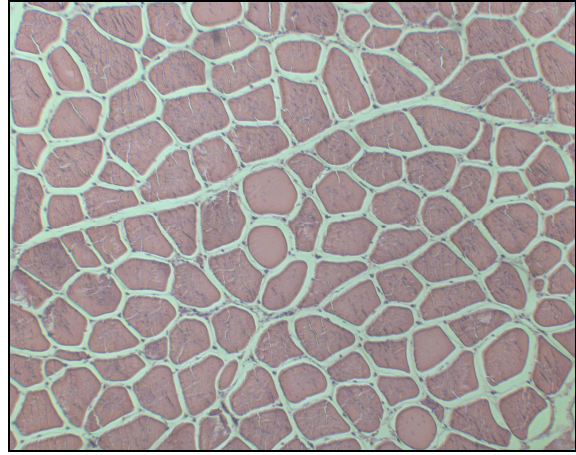


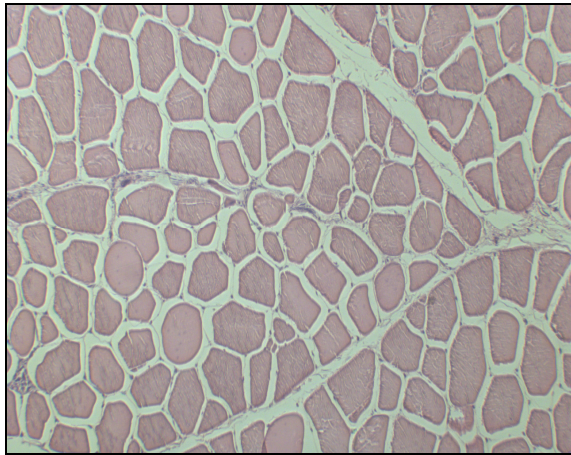
Abbildung 4-14: Fläche der Brustmuskelfaserquerschnittsfläche (μm^2) in Abhängigkeit von Herkunft und Fütterung (B.U.T. Big 6 konv, B.U.T. Big 6 öko, Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko n=5; von jeder Muskelprobe wurden 10 verschiedene Areale ausgemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt errechnet; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)



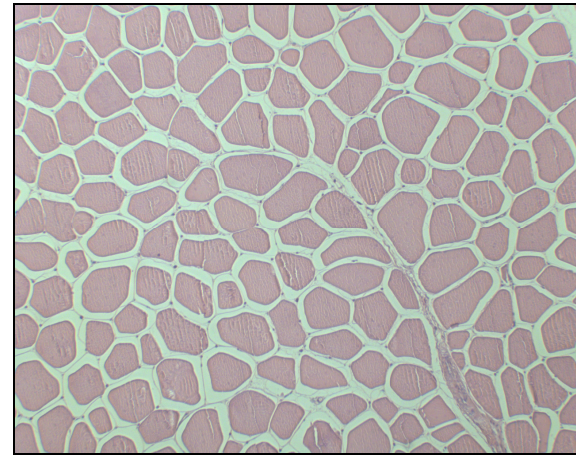
B.U.T. Big 6 ökologisch



B.U.T. Big 6 konventionell



Kelly Bronze ökologisch



Kelly Bronze konventionell

Abbildung 4-15: Lichtmikroskopische Aufnahmen zur Messung der Muskelfaserquerschnittsfläche der einzelnen Versuchsgruppen

4.5.4 Digitale pH-Wert Messung

4.5.4.1 pH-Wert 20 Min. post mortem

In beiden Durchgängen ergaben sich für die Gruppe Kelly Bronze öko die höchsten Medianwerte des pH 20 min (Sommer: 6,29; Winter: 6,62). Es folgten die B.U.T. Big 6 öko Puten (Sommer: 6,1; Winter: 6,46), die Kelly Bronze konv (Sommer: 6,07; Winter: 6,44) und die Tiere der Gruppe B.U.T. Big 6 konv (Sommer: 6,07; Winter: 6,38) (siehe Abbildung 4-16). Signifikante Unterschiede bestanden in Hinsicht auf Herkunft und Fütterung ($p < 0,001$).

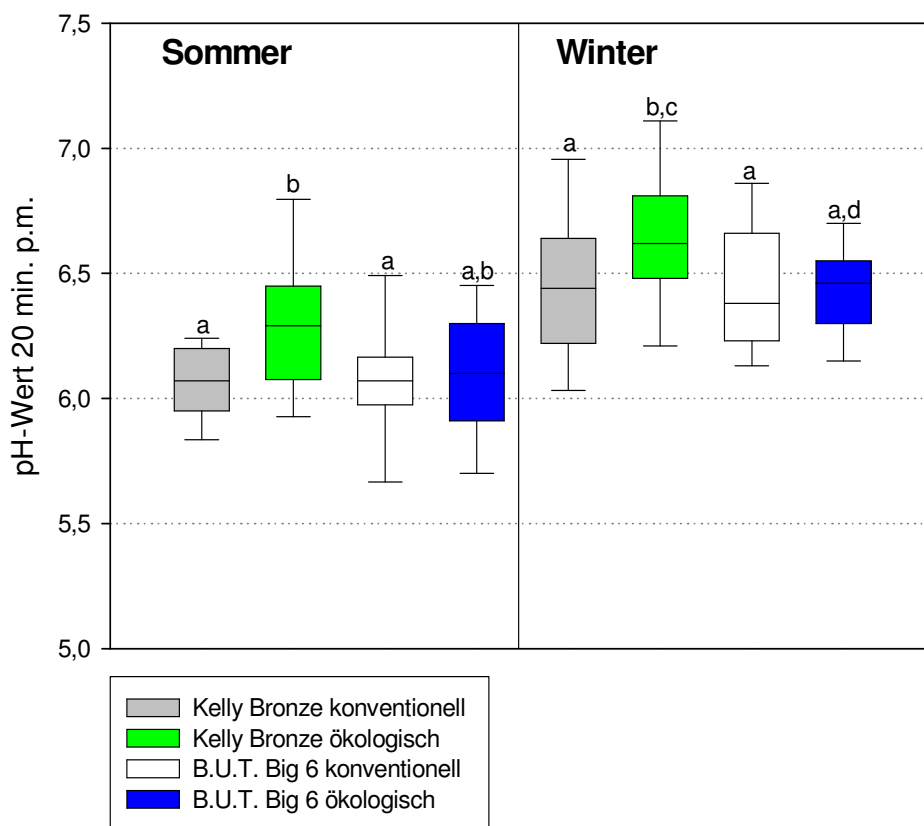


Abbildung 4-16: pH-Wert 20 Minuten post mortem in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Sommer: Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 konv n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter: Kelly Bronze konv n=21, Kelly Bronze öko, B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.5.4.2 pH-Wert 24 Stunden post mortem

Bei der erneuten Messung des pH-Wertes nach 24 Stunden hatten sich die Ergebnisse der einzelnen Gruppen weitgehend angeglichen. Im Sommer erreichten die konventionell gefütterten Tiere etwas höhere Gesamtmedianwerte (Kelly Bronze konv So: 5,68 und B.U.T. Big 6 konv So: 5,76) als die Puten der Öko-Gruppe (Kelly Bronze öko So: 5,67 und B.U.T. Big 6 öko So: 5,63). Die konventionell gefütterten Tiere lagen im Winterdurchgang mit Gesamtmedianwerten von 5,83 (Kelly Bronze konv Wi) und 5,86 (B.U.T. Big 6 konv Wi) etwas unter den Ergebnissen der Öko-Gruppe mit 5,93 (Kelly Bronze öko Wi) und 5,9 (B.U.T. Big 6 öko Wi) (siehe Abbildung 4-17).

Insgesamt ergab sich für den pH-Wert 24 Stunden p. m. ein gesicherter Einfluss der Jahreszeit ($p < 0,001$).

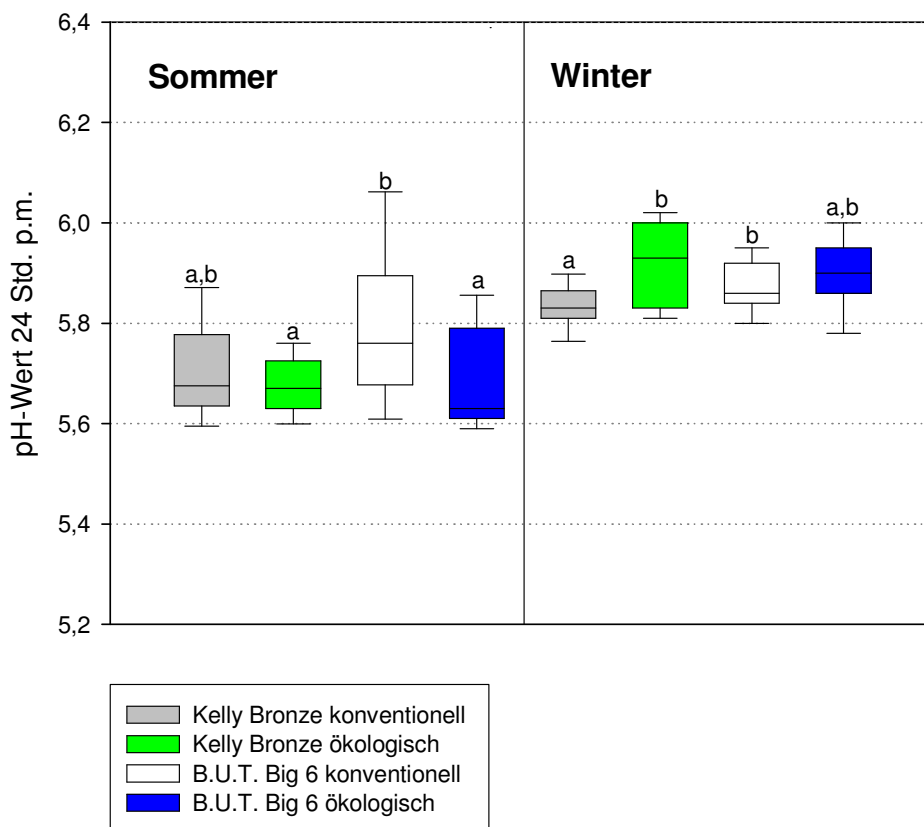


Abbildung 4-17: pH-Wert 24 Stunden post mortem in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (Sommer: Kelly Bronze konv, Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 konv n=18; B.U.T. Big 6 öko n=16; Winter: Kelly Bronze konv n=21, Kelly Bronze öko, B.U.T. Big 6 konv und B.U.T. Big 6 öko n=19; a-d: unterschiedliche Buchstaben beschreiben signifikante Unterschiede; t-test, Mann-Whitney Rank Sum Test)

4.5.5 Sensorische Prüfung

In beiden Durchgängen wurde das Brustfleisch der Puten sowohl von einem Laienpanel, bestehend aus fünf Frauen und fünf Männern, als auch von einer fünfköpfigen, staatlich geprüften DLG-Prüf-Gruppe auf Geschmack, Konsistenz, Aussehen und eventuell auftretende Unterschiede geprüft (siehe Tabelle 4-22). Bei den Laien lag der Schwerpunkt der Prüfung darin Unterschiede zwischen den Proben zu erkennen (Rangprüfung), während die DLG-Tester ein bewertendes Prüfsystem mit 5-Punkte-Skala verwendeten. Bei dem verwendeten Prüfsystem der DLG-Prüfer weist ein hohes Endergebnis für eine Probe demnach auf ein gutes Ergebnis hin (siehe Tabelle 4-20), während bei den Laien eine niedrige Endnote die bevorzugte Probe anzeigt (siehe Tabelle 4-21).

Die DLG-Prüfer bevorzugten sowohl im Sommer- als auch im Winterdurchgang das Fleisch der konventionell gefütterten B.U.T. Big 6 Puten. Im Sommer folgten auf den Plätzen zwei und drei die Gruppen Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 öko. Am schlechtesten wurde die Gruppe Kelly Bronze konv beurteilt. Im Winter erreichten die Kelly Bronze konv Tiere dafür den zweiten Platz, während sich die Gruppen B.U.T. Big 6 öko und Kelly Bronze öko den letzten Platz teilten.

Beim Vergleich der einzelnen Herkünfte zeigten sich signifikante Unterschiede nur in Bezug auf die Fütterung bei den B.U.T. Big 6 Puten (siehe Tabelle 4-18).

Tabelle 4-18: Statistische Auswertung der Ergebnisse der DLG-Prüfer der unterschiedlichen Herkünfte in Abhängigkeit von Fütterung und Jahreszeit (n=15 Bewertungen pro Probe und Jahreszeit von jeweils 5 DLG-Prüfern in 3 Durchgängen); Two Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

DLG - Prüfer			
Herkunft	n	Fütterung	Jahreszeit
Kelly Bronze	60	p = 0,384	p = 0,880
B.U.T. Big 6	60	p = 0,025	p = 0,326

Das Laienpanel zeigte keine Bevorzugung einer bestimmten Gruppe. Im Sommer erreichte die Gruppe Kelly Bronze konv bei den Laien den besten Platz. Auf den Plätzen zwei und drei folgten die Gruppen Kelly Bronze öko und B.U.T. Big 6 konv, während die B.U.T. Big 6 öko Puten am schlechtesten beurteilt wurden. Im Winter wurden die Proben der B.U.T. Big 6 öko Tiere dafür am besten beurteilt. Auf dem

ERGEBNISSE

zweiten Platz folgten die Gruppen B.U.T. Big 6 konv und Kelly Bronze konv. Am schlechtesten schnitten jetzt die Kelly Bronze öko Puten ab.

Beim Vergleich der einzelnen Herkünfte zeigten sich signifikante Unterschiede in Bezug auf die Fütterung und die Jahreszeit bei den Kelly Bronze Puten (siehe Tabelle 4-19). Zwischen den Geschlechtern des Laienpanels gab es weder im Sommer noch im Winter gesicherte Unterschiede.

Tabelle 4-19: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Laien der unterschiedlichen Herkünfte in Abhängigkeit von Fütterung und Jahreszeit (n=30 Bewertungen pro Probe und Jahreszeit von jeweils 10 Laien in 3 Durchgängen); Two Way ANOVA, Holm-Sidak-Methode)

Laien			
Herkunft	n	Fütterung	Jahreszeit
Kelly Bronze	120	p = 0,027	p < 0,001
B.U.T. Big 6	120	p = 0,607	p = 0,304

ERGEBNISSE

Tabelle 4-20: Erzielte Qualitätszahlen für die Fleischproben durch die DLG-Prüfer, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Haltung, der Fütterung und der Jahreszeit (Die erzielten Zahlen entstanden ohne eine Bewertung der Verpackung (0=nicht bewertbar, 1=starker Fehler, 2=deutlicher Fehler, 3=merkliche Abweichung, 4=geringfügige Abweichung, 5=volle Erfüllung der Qualitätserwartung); n=15 Bewertungen pro Probe und Jahreszeit von jeweils 5 DLG-Prüfern und 3 Durchgängen)

Sommer								
			Prüfer 1	Prüfer 2	Prüfer 3	Prüfer 4	Prüfer 5	Prüfer Gesamt
B.U.T. Big 6	konv	Pute 1	5,00	5,00	4,90	4,90	4,50	4,86
		Pute 2	5,00	4,60	4,50	4,80	5,00	4,78
		Pute 3	4,10	4,90	3,90	4,40	4,40	4,34
		Gesamt	4,70	4,83	4,43	4,70	4,63	4,66
	öko	Pute 1	4,60	3,90	4,50	4,60	4,80	4,48
		Pute 2	5,00	5,00	4,70	4,90	4,60	4,84
		Pute 3	3,20	4,20	4,60	4,10	4,20	4,06
		Gesamt	4,27	4,37	4,60	4,53	4,53	4,46
Kelly Bronze	konv	Pute 1	5,00	4,10	4,90	4,50	4,10	4,52
		Pute 2	4,20	5,00	4,50	4,40	3,80	4,38
		Pute 3	3,10	4,90	4,40	4,50	5,00	4,38
		Gesamt	4,10	4,67	4,60	4,47	4,30	4,43
	öko	Pute 1	4,20	5,00	4,60	4,60	4,60	4,60
		Pute 2	5,00	4,70	4,90	4,80	4,30	4,74
		Pute 3	2,90	4,70	4,70	4,40	4,70	4,28
		Pute Gesamt	4,03	4,80	4,73	4,60	4,53	4,54
Winter								
			Prüfer 1	Prüfer 2	Prüfer 3	Prüfer 4	Prüfer 5	Prüfer Gesamt
B.U.T. Big 6	konv	Pute 1	5,00	4,60	4,60	4,70	5,00	4,78
		Pute 2	4,60	4,60	4,60	4,90	4,60	4,66
		Pute 3	4,60	5,00	4,60	5,00	5,00	4,84
		Pute Gesamt	4,73	4,73	4,60	4,87	4,87	4,76
	öko	Pute 1	4,60	4,60	4,60	4,30	5,00	4,62
		Pute 2	4,70	4,20	5,00	4,20	5,00	4,62
		Pute 3	4,20	4,60	4,60	3,90	4,60	4,38
		Pute Gesamt	4,50	4,47	4,73	4,13	4,87	4,54
Kelly Bronze	konv	Pute 1	4,60	5,00	4,30	4,30	4,60	4,56
		Pute 2	4,60	5,00	4,60	4,20	5,00	4,68
		Pute 3	4,60	5,00	4,60	4,60	4,30	4,62
		Pute Gesamt	4,60	5,00	4,50	4,37	4,63	4,62
	öko	Pute 1	5,00	5,00	5,00	3,90	4,60	4,70
		Pute 2	4,60	4,60	4,60	4,60	4,30	4,54
		Pute 3	4,60	4,60	4,60	3,90	4,20	4,38
		Pute Gesamt	4,73	4,73	4,73	4,13	4,37	4,54

ERGEBNISSE

Tabelle 4-21: Erzielte Durchschnittsnoten (+/-SEM) für die Fleischproben durch das Laienpanel, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit (1=bevorzugte, 2=mittlere Beurteilung der Probe, 3=weniger beliebte Probe)

Sommer					
		Weibliches Panel (n=5)	Männliches Panel (n=5)	Laien gesamt (n=10)	
B.U.T. Big 6	konv	Pute 1	2,00 +/- 0,32	2,00 +/- 0,45	2,00 +/- 0,26
		Pute 2	1,60 +/- 0,25	2,20 +/- 0,37	1,90 +/- 0,23
		Pute 3	1,80 +/- 0,20	2,00 +/- 0,45	1,90 +/- 0,23
		Gesamt	1,80 +/- 0,15	2,10 +/- 0,23	1,93 +/- 0,14
	öko	Pute 1	2,40 +/- 0,25	2,00 +/- 0,00	2,20 +/- 0,13
		Pute 2	2,20 +/- 0,20	1,80 +/- 0,37	2,00 +/- 0,21
		Pute 3	2,60 +/- 0,25	2,20 +/- 0,37	2,40 +/- 0,22
		Gesamt	2,40 +/- 0,13	2,00 +/- 0,17	2,20 +/- 0,11
Kelly Bronze	konv	Pute 1	1,60 +/- 0,25	1,60 +/- 0,40	1,60 +/- 0,22
		Pute 2	1,40 +/- 0,40	1,60 +/- 0,40	1,50 +/- 0,27
		Pute 3	1,80 +/- 0,37	1,00 +/- 0,00	1,40 +/- 0,22
		Gesamt	1,60 +/- 0,19	1,40 +/- 0,19	1,50 +/- 0,13
	öko	Pute 1	2,40 +/- 0,25	1,80 +/- 0,37	2,10 +/- 0,23
		Pute 2	1,80 +/- 0,20	1,80 +/- 0,20	1,80 +/- 0,13
		Pute 3	1,60 +/- 0,25	1,80 +/- 0,20	1,70 +/- 0,15
		Pute Gesamt	1,90 +/- 0,15	1,80 +/- 0,15	1,87 +/- 0,10
Winter					
		Weibliches Panel (n=5)	Männliches Panel (n=5)	Laien gesamt (n=10)	
B.U.T. Big 6	konv	Pute 1	2,20 +/- 0,20	1,60 +/- 0,40	1,90 +/- 0,23
		Pute 2	2,00 +/- 0,32	2,60 +/- 0,25	2,30 +/- 0,21
		Pute 3	2,00 +/- 0,45	1,60 +/- 0,25	1,80 +/- 0,25
		Pute Gesamt	2,10 +/- 0,18	1,90 +/- 0,21	2,00 +/- 0,14
	öko	Pute 1	1,40 +/- 0,25	1,60 +/- 0,40	1,50 +/- 0,17
		Pute 2	2,20 +/- 0,37	1,80 +/- 0,37	2,00 +/- 0,26
		Pute 3	2,00 +/- 0,45	2,20 +/- 0,37	2,10 +/- 0,23
		Pute Gesamt	1,90 +/- 0,19	1,90 +/- 0,19	1,87 +/- 0,13
Kelly Bronze	konv	Pute 1	1,80 +/- 0,37	1,80 +/- 0,37	1,80 +/- 0,25
		Pute 2	1,60 +/- 0,40	2,20 +/- 0,20	1,90 +/- 0,23
		Pute 3	2,20 +/- 0,37	2,40 +/- 0,25	2,30 +/- 0,21
		Pute Gesamt	1,90 +/- 0,22	2,10 +/- 0,17	2,00 +/- 0,14
	öko	Pute 1	2,40 +/- 0,40	2,40 +/- 0,25	2,40 +/- 0,22
		Pute 2	1,80 +/- 0,37	2,00 +/- 0,45	1,90 +/- 0,28
		Pute 3	2,20 +/- 0,20	2,40 +/- 0,25	2,30 +/- 0,15
		Pute Gesamt	2,10 +/- 0,19	2,30 +/- 0,18	2,20 +/- 0,13

ERGEBNISSE

Tabelle 4-22: Übersicht über die Gründe für Beanstandungen durch die DLG-Prüfer, in Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit.

Sommer	B.U.T. Big 6 konventionell	B.U.T. Big 6 ökologisch	Kelly Bronze konventionell	Kelly Bronze ökologisch
zu fest	-	3	-	2
zu trocken	2	5	4	-
zu zäh	-	-	1	-
grobfaserig	-	4	2	1
Farbe zu blass	-	-	-	-
Fleischaroma zu gering	1	1	-	5
Blutpunkte	3	1	4	3
Anzahl der Beanstandungen	6	14	11	11
Winter	B.U.T. Big 6 konventionell	B.U.T. Big 6 ökologisch	Kelly Bronze konventionell	Kelly Bronze ökologisch
zu fest	2	5	2	1
zu trocken	3	3	6	8
zu zäh	1	3	2	1
grobfaserig	2	1	-	1
Farbe zu blass	-	-	-	1
Fleischaroma zu gering	1	1	1	2
Blutpunkte	1	1	-	-
Anzahl der Beanstandungen	10	14	11	14

5 DISKUSSION

In dieser Studie sollte geklärt werden, ob und inwieweit Auswirkungen einer ökologischen Fütterung im Freiland auf Tiergesundheit, Leistung und Fleischqualität vorhanden sind. Als Vergleichsfutter diente ein konventionelles Putenmastfutter. Bei der Untersuchung wurde auf Unterschiede zwischen der Fütterung (ökologisch und konventionell), den Herkünften (B.U.T. Big 6 und Kelly Bronze) und der Jahreszeit geachtet. Dazu wurden jeweils zwei gemischte Putengruppen in einem Sommer- und einem Wintermastdurchgang über 20 bzw. 22 Wochen aufgezogen, wobei die Tiere ab der siebten Lebenswoche in Auslaufhaltung gemästet wurden.

5.1 Leistung

Unabhängig von der Jahreszeit lag das Endgewicht der B.U.T. Big 6 Puten signifikant über dem der Kelly Bronze Puten. In beiden Versuchsdurchgängen erreichten die Tiere beider Herkünfte in der konventionellen Futtergruppe aufgrund des höheren Energiegehalts (12,60 MJ ME/kg) des ab der 13. Lebenswoche verabreichten Phasenfutters ein höheres Körpergewicht im Vergleich zu den Tieren der Öko-Gruppe (11,88 MJ ME/kg). Allerdings war die Gewichtszunahme der B.U.T. Big 6 Puten im Sommer geringer als im Winter. Bei den Kelly Bronze Puten lagen die Verhältnisse dagegen umgekehrt. Dies legt den Schluss nahe, dass die intensiv wachsenden B.U.T. Big 6 weniger hitzetolerant sind als die langsamer wachsenden Kelly Bronze Puten. Andererseits limitiert das mit der geringeren Wachstumsintensität der Kelly Bronze Puten verbundene geringere Futteraufnahmevermögen eine höhere Wachstumsausbeute unter kalten Außenklimabedingungen, da Teile der über das Futter aufgenommenen Energie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur genutzt werden. Vergleicht man die durchschnittlich erzielten Lebendgewichte in der 19. Lebenswoche mit den Gewichtsvorgaben der Zuchtfirmen, so übertrafen die Kelly Bronze Puten die vorgegebenen Endgewichte im Sommer mit über 107 % und erreichten diese im Winter annähernd. Die B.U.T. Big 6 Puten übertrafen im Winter mit 107,9 % (konventionell) die Vorgaben bzw. erreichten diese mit 99,8 % (ökologisch). Im Sommer erreichten sie insgesamt 90 % des vorgegebenen Endgewichtes für die 19.

Lebenswoche verglichen mit den Gewichtsvorgaben des MOORGUTES KARTZFEHN (2002/2003). Beide Herkünfte scheinen also ihr Wachstumspotential unter den gegebenen klimatischen Bedingungen bestmöglich auszuschöpfen.

5.2 Bewertung von Brustblasen und Breast Buttons

Breast Buttons wurden im Sommer- und im Wintermastdurchgang festgestellt, wobei eine signifikante Abhängigkeit von der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit festgestellt werden konnte. Im Sommer wiesen deutlich mehr Puten (37,5 % aller Tiere in der 19. Lebenswoche) Brustknöpfchen auf als im Winter (9,7 %). Insofern kann die Aussage von NEUFELD (1989), dass bei niedrigen Temperaturen weniger Brustknöpfchen auftreten, absolut bestätigt werden. Nach BERGMANN (2006) entspricht das häufigere Auftreten von Brustblasen und Breast Buttons im Sommer dem vermehrten Ruhebedürfnis der Tiere bei hohen Umgebungstemperaturen. Dies gilt insbesondere für Tiere mit hohem Mastendgewicht wie B.U.T. Big 6. Durch das häufigere und längere Liegen der schwereren Tiere kommt es zu einer vermehrten Belastung der Sternalregion und darauf folgend zu Veränderungen im Brustbereich (BIRCHER und SCHLUP, 1991b). Brustblasen traten demzufolge nur im Sommermastdurchgang und nur bei den schwereren B.U.T. Big 6 Puten auf.

5.3 Blutparameter

Die bei den unterschiedlichen Gruppen gemessenen **Hämatokritwerte** zwischen 35,0 % und 38,5 % entsprechen der von GYLSTORFF und GRIMM (1987) und KUMMERFELD (2005) angegebenen physiologischen Breite bei Vögeln. Die von LE BRIS (2005) und BERGMANN (2006) festgestellte tendenzielle Zunahme mit dem Alter trifft auch auf die im vorliegenden Versuch ermittelten Werte zu. SIEGMANN (1992) gibt einen durchschnittlichen Hämatokritwert von 50 % an, der in dieser Studie von keinem Tier erreicht wurde.

Die **Hämoglobinwerte** der Versuchstiere entsprechen mit 9,4 g/dl bis 12,0 g/dl der in der Literatur angegebenen Breite (GYLSTORFF und GRIMM, 1987; LE BRIS, 2005; BERGMANN, 2006). Ein Einfluss der Fütterung ist nicht gegeben und signifikante Unterschiede bezüglich der Herkunft und der Jahreszeit erscheinen ungerichtet und folgen eher physiologischen Schwankungen. Insgesamt betrachtet scheinen

hämatologische Parameter auf Grund ihrer großen Streubreite nur begrenztem Umfang aussagefähig zu sein hinsichtlich der Bewertung haltungsbedingter Einflüsse. Eine Feststellung, die auch von GYLSTORFF und GRIMM (1987) getroffen wurde.

Die Medianwerte von **Immunglobulin Y** im Serum erreichten Werte zwischen 4,05 mg/ml und 7,83 mg/ml. Signifikant höhere Werte wurden im Wintermastdurchgang gemessen, wobei der Immunglobulingehalt im Serum vor allem gegen Ende der Mast bei der Gruppe B.U.T. Big 6 signifikant anstieg. Die höheren Werte im Winter entsprechen einer leichten katarrhalischen Entzündung der oberen Atemwege die alle Tiere ohne größere Folgen erlebten, wohl weil sie sich immunologisch mit dieser Infektion auseinandergesetzt haben. Auch LE BRIS (2005) und BERGMANN (2006) konnten im zeitlichen Verlauf einer Mastperiode ein Ansteigen der IgY-Werte nachweisen und begründeten diesen Anstieg mit einer Auseinandersetzung der Puten mit verschiedenen Antigenen aus der Umwelt. Die insgesamt niedrigeren Werte im Sommermastdurchgang und besonders die gegenläufige Tendenz von anfangs höherem zu niedrigerem Immunglobulingehalt im Serum sprechen gegen ein verallgemeinerndes Ansteigen der Werte mit Eintritt der Geschlechtsreife. Die signifikant höheren Ergebnisse der Gruppe Kelly Bronze in der 9. Lebenswoche könnten dabei ein Hinweis auf eine besonders intensive immunologische Reaktion auf die vorangegangenen Impfungen sein. Der Meinung von LE BRIS (2005) und BERGMANN (2006), dass der Nachweis von Immunglobulinen bei Puten wertvolle Hinweise auf den bestehenden Immunstatus gebe und Aussagen über die Krankheitsanfälligkeit liefere kann damit zugestimmt werden.

Die **Calciumkonzentrationen** im Serum lagen zwischen 10,0 mg/dl und 10,95 mg/dl. Insgesamt ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Jahreszeit und der Fütterung und auch kein deutlicher Herkunftseinfluss zugunsten der Herkunft Kelly Bronze wie bei LE BRIS (2005) und BERGMANN (2006). Allerdings konnte im zeitlichen Verlauf wie bei BERGMANN (2006) eine Abnahme des Calciumgehalts festgestellt werden. Dies entspricht den Angaben von GYLSTORFF und GRIMM (1987) wonach die Werte in den ersten Lebenswochen ansteigen und mit fortschreitendem Lebensalter ein konstantes Niveau einnehmen.

Die **Serumphosphorwerte** lagen zwischen 6,44 mg/dl (Sommer) und 8,15 mg/dl (Winter) und damit in der von KUMMERFELD (2005) für Puten angegebenen physiologischen Breite. In gleicher Weise wie bei BERGMANN (2006) zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Jahreszeiten. Eventuell sinkt der Phosphorgehalt im Serum durch den Hitzestress im Sommer wie bei GYLSTORFF und GRIMM (1987) beschrieben. Außerdem zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Fütterung: die konventionell gefütterten Gruppen erreichten in beiden Durchgängen deutlich niedrigere Serumphosphorwerte als die mit Öko-Futter versorgten Tiere. Tatsächlich enthält das konventionelle Putenmastfutter deuka etwas niedrigere Mengen an Phosphor als das ökologisch produzierte Futter Meika.

5.4 Postmortale Untersuchungen

In Bezug auf die **Knochenbruchfestigkeit** konnten signifikante Unterschiede hinsichtlich der Herkunft, der Fütterung und der Jahreszeit festgestellt werden. Zwischen der Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen und dem Endgewicht bestand insgesamt eine signifikant positive Korrelation. Bei gleichem Alter lagen die Werte der Knochenbruchfestigkeitsmessung der schwereren B.U.T. Big 6 Puten über den Ergebnissen der leichteren Kelly Bronze Tiere. Die konventionell gefütterten Tiere erreichten dabei tendenziell höhere Werte als die leichteren ökologisch gefütterten Puten. Dies entspricht den Ergebnissen von FROST (1997), HEMME (2004) und KORFMANN (2003) die übereinstimmend feststellen konnten, dass die Knochenbruchfestigkeit in erster Linie durch den mechanischen Stimulus des zunehmenden Körpergewichtes beeinflusst wird. Das intensivere Wachstumspotential der B.U.T. Big 6 Puten wirkt sich demnach nicht negativ auf die Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen aus. Im Winter wurden in allen Gruppen niedrigere Bruchfestigkeitswerte gemessen, was sich durch den früheren Schlachtermin und das damit verbundene niedrigere Gewicht der Tiere erklären lässt. Bei den Versuchen von BERGMANN (2006) waren im Winterdurchgang durchschnittlich höhere Werte bei beiden Herkünften erzielt worden als im Sommer, was diese durch das vermehrte Ruheverhalten der Tiere im Sommer aufgrund der höheren Temperaturen erklärte. Dieser scheinbare Widerspruch zwischen den Ergebnissen beider Studien könnte damit erklärt werden, dass die Tiere im vorliegenden Versuch im Winterdurchgang aufgrund der Vogelgrippeproblematik

eher geschlachtet werden mussten, und demzufolge auch ein niedrigeres Schlachtgewicht aufwiesen.

Die Probleme schwerer Putenrassen mit dem Skelettsystem und den damit verbundenen Bewegungsstörungen sind anscheinend weniger durch mangelnde Festigkeit des Skelettsystems als vielmehr durch die, mit dem übermäßigen Ansatz von Brustmuskelfleisch, einhergehende Veränderung in der Körperstatik zu suchen (MARINI, 2003). Letzteres scheint auch die Ursache dafür zu sein, dass in der vorliegenden Studie trotz des freien Bewegungsangebotes und der Nutzung der angebotenen Strukturelemente Beinschäden und damit einhergehende Störungen in der Fortbewegung nicht vermieden werden konnten. Inwieweit diese Kollision zwischen dem Zuchtziel auf extreme Fleischfülle und dem Wohlbefinden der Tiere sowie deren Unversehrtheit mit dem im Tierschutzgesetz verankerten Prinzip der Schadensvermeidung vereinbar ist, ist von gesellschaftspolitischer und ethischer Relevanz.

Die **Messung der Elastizität** (Dehnung in mm) ergab signifikante Unterschiede in Bezug auf die Herkunft und die Fütterung wobei im Sommer die konventionell gefütterten Tiere und im Winter die Gruppe Kelly Bronze höhere Dehnungswerte erreichten. Insgesamt aber scheint die Messung der Knochenbruchfestigkeit ein besser geeignetes Instrument zur Bestimmung der Festigkeit von Extremitätenknochen zu sein.

Für die Größenparameter **Länge, Breite und Höhe** wurden signifikante Unterschiede nur in Bezug auf die Herkunft der Tiere festgestellt. Wie von KORMANN (2003) beschrieben, wiesen die Tiere mit dem höchsten Endgewicht entsprechend ihres größeren Körperwachstums dabei jeweils die höheren Werte auf. In der vorliegenden Studie erreichten dementsprechend die B.U.T. Big 6 Puten die höchsten Messwerte. Dabei lagen die Ergebnisse etwas unter den Angaben von KORMANN (2003) für konventionell gemästete Puten.

Bei der **feingeweblichen Untersuchung der Brustmuskelfasern** konnte die Gruppe B.U.T. Big 6 öko mit 32,19 μm^2 (Sommer) und 47,75 μm^2 (Winter) den jeweils höchsten Gesamtmedianwert erreichen. Besonders im Winterdurchgang wurde ein deutlicher Einfluss der Fütterung sichtbar: bei den ökologisch gefütterten Gruppen konnten signifikant größere Muskelfaserquerschnittsflächen gemessen werden als bei den konventionell gefütterten Tieren der gleichen Herkunft. Die Fütterung scheint also einen deutlichen Effekt auf den Faserdurchmesser der

Muskeln und damit auf die Textur und Zartheit des Fleisches zu haben. Die niedrigeren Querschnittsflächen der konventionell gefütterten B.U.T. Big 6 Puten weisen darauf hin, dass bei diesen Tieren das Wachstumspotential noch lange nicht ausgeschöpft war. Andererseits könnten die höheren Werte der biologisch gefütterten Tiere ein Hinweis darauf sein, dass diese Gruppen unter den gegebenen Fütterungsbedingungen ihr Wachstumspotential bereits relativ ausgeschöpft hatten. Dies stimmt mit den Beobachtungen von LE BRIS (2005) überein, der bei unter identischen Bedingungen gehaltenen Kelly Bronze und B.U.T. Big 6 Puten größere Muskelfaserquerschnitte bei den Kelly Bronze Tieren feststellte und dies mit dem früheren Erreichen des relativ niedrigeren Endgewichtes dieser Rasse erklärte.

Die lichtmikroskopische Untersuchung der Muskelproben ergab bei keiner Gruppe einen Hinweis auf einen erhöhten intramuskulären Fettgehalt, der sich durch das Entstehen kleiner separater Muskelbündel auszeichnet. Über Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie könnte dieser jedoch bestimmt und sein Einfluss bei der sensorischen Beurteilung des Geschmacks untersucht werden.

Die in dieser Studie **20 Minuten nach der Schlachtung** gemessenen pH-Werte zwischen 6,07 und 6,62 stimmen mit den Werten von HAHN und BRANDSCHEID (2003) und BERGMANN (2006) überein. Signifikante Unterschiede zeigten sich in Hinsicht auf die Herkunft und die Fütterung. Dabei ergaben sich in beiden Durchgängen höhere Werte für die ökologisch gefütterten Tiere und für die Tiere der Herkunft Kelly Bronze.

Bei der Messung der **pH-Werte 24 Stunden nach der Schlachtung** hatten sich die Ergebnisse der einzelnen Gruppen weitgehend angeglichen und schwankten zwischen 5,63 und 5,93. Die Resultate liegen damit weitgehend im von SCHÖN und RISTIC (1974) angegebenen Bereich. Die Ergebnisse der pH-Wert-Messungen lassen auf eine gute Fleischqualität schließen.

5.5 Sensorik

In der Untersuchung der **sensorischen Eigenschaften** von Putenbrustfleisch sollte geklärt werden, ob und inwieweit ein Unterschied zwischen den Herkünften, den Fütterungsgruppen und den unterschiedlichen Haltungsbedingungen durch jahreszeitlich bedingte Veränderungen von den Prüfern empfunden werden konnte. Bei den DLG-Prüfern wurde im Sommer und Winter das Fleisch der konventionell

gefütterten B.U.T. Big 6 Puten bevorzugt. Diese Gruppe erreichte jedoch bei den Laien nur mittlere Plätze. Das DLG-Prüf-Team bevorzugte außerdem tendenziell das Fleisch der Kelly Bronze Gruppe, während die Laienprüfer im Sommer eher das Fleisch der Kelly Bronze Puten, im Winter aber das Fleisch der B.U.T. Big 6 Tiere besser bewerteten. Diese letztlich sowohl zwischen den Gruppen als auch innerhalb der Gruppen divergierenden Ergebnisse zeigen, dass subjektive Einflüsse bei der Verkostung der verschiedenen Fleischproben mögliche objektiv feststellbare Qualitätsunterschiede überlagern.

Wie die geringen Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen letztlich vom einzelnen Konsumenten bewertet werden ist jedoch vom individuellen Geschmackempfinden jedes einzelnen, seiner Einstellung zum Tier und zu der dem verzehrten Produkt vorausgegangenen Art und Weise der Erzeugung abhängig. Es ist anzunehmen, dass die Einstellung zum Tier und dem Haltungssystem in dem das Tier gehalten wurde, einen größeren Einfluss auf das geschmackliche Empfinden nimmt als möglicherweise sowohl positiv als auch negativ bestehende objektiv feststellbare Qualitätsunterschiede. Fleischgenuss beinhaltet angesichts der Probleme in der Tiermast und der Lebensmittelkontrolle immer mehr Fragen zu Gesundheit, Qualität und Ethik. Die wachsende Nachfrage der Endverbraucher nach Fleisch aus tiergerechten Haltungssystemen und deren Bereitschaft für nachhaltig produzierte Lebensmittel einen höheren Preis zu bezahlen (BENNETT, 1996) ist eine neue Herausforderung für die Produzenten.

5.6 Schlussfolgerung

Hinsichtlich der Leistung schnitten die B.U.T. Big 6 Tiere in der Entwicklung des Körpergewichts deutlich besser ab als die Kelly Bronze Puten. Das genetisch fixierte Wachstumspotential konnte auch unter den wechselnden klimatischen Bedingungen der Freilandhaltung von beiden Herkünften fast vollständig ausgeschöpft werden. Die B.U.T. Big 6 Puten zeigten dabei im Winter höhere Mastendgewichte als im Sommer, während sich dies bei den Kelly Bronze Tieren genau umgekehrt verhielt. Die Temperaturtoleranz der B.U.T. Big 6 Tiere scheint bei niedrigen Temperaturen besser ausgeprägt zu sein, während hohe Temperaturen die Gewichtsentwicklung negativ beeinflussten. Das mit dem geringeren Wachstumspotential der Kelly Bronze Puten einhergehende geringere Futteraufnahmevermögen scheint dagegen die

Körpergewichtsentwicklung speziell unter kalten Umgebungstemperaturen zu limitieren.

Im Zuge der Bonitierung zeigte sich insgesamt ein besseres Ergebnis bei den Kelly Bronze Tieren. Trotz extensiver Haltungsbedingungen mit deutlich erhöhter Bewegungsmöglichkeit und dem Angebot an Strukturelementen und Bodenmatten konnte das Auftreten von Breast Buttons und Brustblasen nicht vermieden werden. Daher wird es eventuell notwendig werden in Zukunft die züchterischen Möglichkeiten zur Verbesserung dieser Gesundheits- und Qualitätsprobleme noch besser auszuschöpfen.

Im Hinblick auf die Tiergesundheit und die physiologischen Blutparameter kann festgestellt werden, dass neben der Robustrasse Kelly Bronze auch die intensiv wachsende Hybridherkunft B.U.T. Big 6 ohne gesundheitliche Nachteile in die ökologische Putenfleischproduktion einbezogen werden kann, wenn eine Rotlaufprophylaxe durchgeführt wird.

Die Ergebnisse der Fleischuntersuchung lassen den Schluss zu, dass Fleisch von durchgehend guter Qualität erzeugt wurde, wobei die Unterschiede in der sensorischen Prüfung zwischen den einzelnen Gruppen gering waren.

Insgesamt gesehen lassen die erhaltenen Ergebnisse den Schluss zu, dass eine gemeinsame Haltung von B.U.T. Big 6 und Kelly Bronze Puten in der Auslaufhaltung sowohl unter den Bedingungen einer ökologischen, als auch einer konventionellen Fütterung absolut möglich ist. Dies ermöglicht es dem Erzeuger flexibel mit einer erweiterten Angebotspalette auf das unterschiedliche Nachfrageverhalten des Verbrauchers zu reagieren. Bei den in der Auslaufhaltung vorgeschriebenen Besatzdichten sind zootecnische Eingriffe wie das Kürzen des Oberschnabels nicht notwendig. Dies kommt dem kritischer werdenden Verbraucherverhalten entgegen und trägt dazu bei, die Akzeptanz so erzeugter Produkte zu erhöhen.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Gesundheit, Leistung und Fleischqualität von gemischt gehaltenen B.U.T BIG 6 und KELLY BRONZE Puten in der Auslaufhaltung

Ziel der vorliegenden Studie war es zu untersuchen, ob und inwieweit Unterschiede zwischen den Herkünften (B.U.T. Big 6 [B6] und Kelly Bronze [KB]), der Fütterung (konventionell [k] und ökologisch [ö]) und der Jahreszeit (Sommer und Winter) bestehen. Zu diesem Zweck wurden beide Putenherkünfte in gemischten Gruppen auf zwei getrennten Freilandflächen aufgestellt und abgesehen von der Verwendung unterschiedlicher Futtermittel (konventionell und ökologisch) in einem Sommer- (22 Wochen) und einem Winterdurchgang (20 Wochen) unter identischen Bedingungen gemästet.

Die B.U.T. Big 6 Puten erzielten in der 19. Lebenswoche insgesamt deutlich höhere **Lebendgewichte** (Sommer: B6k 17,4 kg, B6ö 16,4 kg; Winter: B6k 19,7 kg, B6ö 18,2 kg) als die Kelly Bronze Puten (Sommer: KBk 15,6 kg, KBö 14,8 kg; Winter KBk 14,1 kg, KBö 13,5 kg).

Bei der Bonitierung in der 19. LW wurden **Brustblasen** nur im Sommerdurchgang und nur bei den B.U.T. Big 6 Puten festgestellt (B6k 11,1 %, B6ö 16,7 %). **Breast Buttons** wurden dagegen in beiden Durchgängen festgestellt. Ihr Auftreten wurde signifikant durch Herkunft (B.U.T. Big 6 häufiger als Kelly Bronze), Fütterung (konventionell häufiger als ökologisch) und Jahreszeit (Sommer häufiger als Winter) beeinflusst (Sommer: KBk 27,8 %, KBö 27,8 %, B6k 44,4 %, B6ö 50,0 %; Winter: KBk 5,6 %, KBö 0,0 %, B6k 11,1 %, B6ö 22,2 %). Mit einer **Verlustrate** von insgesamt nur drei Tieren verliefen beide Durchgänge komplikationslos.

Der Durchschnitt der **Hämatokritwerte** betrug 36,75 % und entspricht damit der angegebenen physiologischen Breite für Puten. Auch der **Hämoglobingehalt** lag mit durchschnittlich 10,8 mg/dl im physiologischen Bereich. Signifikante Unterschiede bezüglich der Herkunft und der Jahreszeit erscheinen bei beiden Parametern ungerichtet und folgen eher physiologischen Schwankungen.

Bezüglich des Serumgehaltes an **Immunglobulin (IgY)** ergaben sich sowohl zwischen den Herkünften als auch den Jahreszeiten signifikante Unterschiede

ZUSAMMENFASSUNG

(Sommer: KBk 4,86 mg/ml, KBö 4,05 mg/ml, B6k 4,63 mg/ml, B6ö 4,65 mg/ml; Winter: KBk 6,56 mg/ml, KBö 5,96 mg/ml, B6k 5,81 mg/ml, B6ö 7,83 mg/ml).

Die **Calciumkonzentration** im Serum betrug durchschnittlich 10,65 mg/dl. Insgesamt ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Der Unterschied im Gehalt an **Phosphor** zeigte einen signifikanten Einfluss der Fütterung (Sommer: KBk 6,44 mg/dl, KBö 7,16 mg/dl, B6k 6,22 mg/dl, B6ö 7,75 mg/dl; Winter: KBk 7,11 mg/dl, KBö 7,32 mg/dl, B6k 7,14 mg/dl, B6ö 8,15 mg/dl). Es konnten durchgehend höhere Werte bei den ökologisch gefütterten Gruppen gemessen werden. Im Winter hatten die Tiere signifikant höhere Werte zu verzeichnen.

Die **Schlachtgewichte** unterschieden sich zwischen den Gruppen einer Jahreszeit sowohl in Bezug auf die Herkunft als auch in Bezug auf die Fütterung signifikant. Die besten Ergebnisse erreichte jeweils die Gruppe B.U.T. Big 6 konv. Die Untersuchung der **Knochenbruchfestigkeit** der Oberschenkelknochen ergab einen Durchschnittswert von 774,9 N. Dabei bestand eine signifikant positive Korrelation zwischen der Bruchfestigkeit der Oberschenkelknochen und dem Endgewicht der Puten. Für die Größenparameter **Länge, Breite und Höhe** wurden signifikante Unterschiede nur in Bezug auf die Herkunft der Tiere festgestellt. Auch hier wiesen die Tiere mit dem höchsten Endgewicht jeweils die höheren Werte auf. Die **Dehnung**, mit der die Elastizität gemessen wurde, ergab einen Durchschnittswert von 4,09 mm.

Der durchschnittliche **pH-Wert 20 Min. p.m.** betrug 6,3 und sank bei der **pH-Wert-Messung nach 24 Std.** auf durchschnittlich 5,78.

Bei der **Messung der Muskelfaserquerschnittsfläche** in der histologischen Untersuchung erzielten die ökologisch gefütterten B.U.T Big 6 Puten in beiden Durchgängen die höchsten Werte (Sommer: KBk 27,37 μm^2 , KBö 29,69 μm^2 , B6k 30,06 μm^2 , B6ö 32,19 μm^2 ; Winter: KBk 36,91 μm^2 , KBö 45,58 μm^2 , B6k 43,78 μm^2 , B6ö 47,75 μm^2).

Die Ergebnisse der **sensorischen Prüfung** lassen den Schluss zu, dass Fleisch von guter Qualität produziert wurde, wobei die Unterschiede in der sensorischen Prüfung zwischen den einzelnen Gruppen gering waren.

7 SUMMARY

Health, productivity and meat quality of free ranged and mixed reared B.U.T. BIG 6 and KELLY BRONZE turkeys.

The aim of the study was to analyse, whether and to what extent there are differences between the turkey strains (B.U.T. Big 6 [B6] und Kelly Bronze [KB]), the forage (conventional [c] and ecological [e]) and the season (summer and winter). For these purposes, two groups of mixed turkey strains were reared in separate enclosures under nearly identical free range conditions for 22 weeks in a summer and for 20 weeks in a winter examination. The only discrepancy was the different forage material (conventional and ecological).

At large, the B.U.T. Big 6 turkeys achieved significantly higher **live weights** in the 19th week of live (summer: B6c 17.4 kg, B6e 16.4 kg; winter: B6c 19.7 kg, B6e 18.2 kg) than the Kelly Bronze turkeys (summer: KBc 15.6 kg, KBe 14.8 kg; winter KBc 14.1 kg, KBe 13.5 kg).

In the course of evaluation in the 19th week of life **breast blisters** were exclusively found during summertime and only within B.U.T. Big 6 turkeys (B6c 11.1 %, B6e 16.7 %). In comparison to that **breast buttons** were discovered in both periods. The appearance was significantly influenced by race (B.U.T. Big 6 more frequent than Kelly Bronze), forage (conventional more frequent than ecological) and season (summer more frequent than winter) (summer: KBc 27.8 %, KBe 27.8 %, B6c 44.4 %, B6e 50.0 %; winter: KBc 5.6 %, KBe 0.0 %, B6c 11.1 %, B6e 22.2 %). With **mortality rate** of only three animals in total both periods passed without complications.

The average **hematocrit values** resulted in 36.75 % and ranged in the quoted physiological values for turkeys. This applies also to the **hemoglobin concentration** which resulted in 10.8 mg/dl. Significant differences between strains and season appear to be nondirectional and seem to be due to physiological variability. Concerning the serum content of **IgY** significant differences between the strains and the season aroused (summer: KBc 4.86 mg/ml, KBe 4.05 mg/ml, B6c 4.63 mg/ml, B6e 4.65 mg/ml; winter: KBc 6.56 mg/ml, KBe 5.96 mg/ml, B6c 5.81 mg/ml, B6e 7.83 mg/ml).

SUMMARY

The **calcium concentration** in the serum was 10.65 mg/dl in average. Altogether there are no significant differences. The discrepancy in the content of **phosphorus** showed a significant influence of forage (summer: KBc 6.44 mg/dl, KBe 7.16 mg/dl, B6c 6.22 mg/dl, B6e 7.75 mg/dl; winter: KBc 7.11 mg/dl, KBe 7.32 mg/dl, B6c 7.14 mg/dl, B6e 8.15 mg/dl). Constantly superior data were registered within the ecological-fed groups. During winter significantly higher values were registered.

The **carcasses** were **weighed** in each case without head, neck, giblets, legs and feathers. The achieved weights showed significant differences between the strains of one rearing period concerning race as well as storage. The best results achieved in each case the group B.U.T. Big 6 conventional.

The analysis of the **bone fracture resistance** of the thigh bones added up to an average value of 774.9 N. Thereby a positive significant correlation between the bone fracture resistance and the achieved weight of the turkeys was confirmed. In the parameters **width, height and length** significant differences were detected only in respect of the strain. The measured **elasticity** of the thigh bones showed an average of 4.09 mm.

In the course of the histological analysis of the **cross sectional area of muscle fibres** the ecologically fed B.U.T. Big 6 turkeys achieved in both periods superior values (summer: KBc 27.37 μm^2 , KBe 29.69 μm^2 , B6c 30.06 μm^2 , B6e 32.19 μm^2 ; winter: KBc 36.91 μm^2 , KBe 45.58 μm^2 , B6c 43.78 μm^2 , B6e 47.75 μm^2).

The average **pH-value 20 min. p.m.** was 6.3 and decreased to an average of 5.73 at the measurement of the **pH-value after 24 hours**.

The results of **organoleptic test** showed that good quality turkey meat was produced in free range, whereas the differences between the single groups were small.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ANONYMUS (1996):

PSE a new problem in turkey breast meat.
World Poultry Misset 12 (2), 24-25

BECK, M. (2007):

Futterpreise bremsen Erholung am Markt.
DGS-Magazin 48, 16-19

BENNETT, R.M. (1996):

Peoples willingness to pay for farm animal welfare.
Animal Welfare 5, 3-11

BERGMANN, S. (2006):

Vergleichende Untersuchung von Mastputenhybriden (B.U.T. Big 6) und einer Robustrasse (Kelly Bronze) bezüglich Verhalten, Gesundheit und Leistung in Freilandhaltung.
Diss. med. vet., LMU München

BERK, J. (2002):

Artgerechte Mastputenhaltung.
KTBL-Schrift 412

BERK, J. (2005):

Faustzahlen zur Haltung von Mastgeflügel.
In: ZDG (Hrsg.) Geflügeljahrbuch 2006.
Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 123-143

BERK, J. (2007):

Faustzahlen zur Haltung von Mastgeflügel.
In: ZDG (Hrsg.) Geflügeljahrbuch 2008.
Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 125-147

BERK, J. (2007):

Lauffähigkeit von Mastputen: Umwelt hat nur einen geringen Einfluss.
DGS-Magazin 5, 31-34

BERK, J. und S. WARTEMANN (2003):

Außenklimabereich positiv für die Gesundheit der Puten.
DGS-Magazin 43, 33-36

BERK, J. und S. WARTEMANN (2006):

Einfluss eines Putenmaststalles mit Außenklimabereich auf Leistung, Verhalten und Gesundheit von männlichen Puten.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 113 (3), 107-110

BIRCHER, L. und SCHLUP, P. (1991b):

Ethologische Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit von
Putenmastsystemen – Teil II.

Schlussbericht z. Hd. Bundesamt für Veterinärwesen, Bern

BIRCHER, L., HIRT, H. und STAUFFACHER M. (1996):

Sitzstangen in der Mastputenhaltung.

In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1995.

KTBL-Schrift 373, Münster-Hiltrup, 169-177

BRITISH UNITED TURKEYS (2008):

B.U.T. Big 6 Commercial Performance Goals.

<http://www.but.co.uk/pdfs/technical/Big%206%20commercial%20goals%206th%20ed.pdf> (Datum des Zugriffs: 3. Januar 2008)

COTTIN, E. (2004):

Einfluss von angereicherter Haltungsumwelt und Herkunft auf Leistung, Verhalten,
Gefiederzustand, Beinstellung, Lauffähigkeit und Tibiale Dyschondroplasia bei
männlichen Mastputen.

Diss. med. vet., TiHo Hannover

CRESPO, R., S. M. STOVER, K. T. TAYLOR, R. P. CHIN und H. L. SHIVAPRASAD
(2000):

Morphometric and mechanical properties of femora in young adult male turkeys with
and without femora fractures.

Poult. Sci., 79, 602-608

DAMME, K. und R.-A. HILDEBRAND (2002):

Geflügelhaltung.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT-DLG (1995/2000):

Merkblatt 291: Putenmast.

Fachbereich Landwirtschaft und ländliche Entwicklung

Ausschuss für Geflügelproduktion, Frankfurt am Main

DISTL, O. und SIEGMANN, O. (2005):

Zucht.

In: SIEGMANN, O. und NEUMANN, U. (2005):

Kompendium der Geflügelkrankheiten.

Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 23-27

DLG (2000):

Elemente der Lebensmittelsensorik,

<http://www.dlg.org/de/ernaerungswirtschaft/sensorik/Sensorikforschung.pdf>

(Datum des Zugriffs: 27.11.2007)

DLG (2007):

<http://www.dlg.org/de/akademie/sensorik/index.html>

DLG-Sensorik-Zertifikat

(Datum des Zugriffs: 27.11.2007)

- ECKERT, R. (1986):
Tierphysiologie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 301-344
- ERHARD, M. H., P. SCHMIDT, R. KÜHLMANN und U. LÖSCH (1989):
Development of an ELISA for detection of an organophosphorus compound using monoclonal antibodies.
Arch. Toxicol., 63, 462-468
- FELDHAUS, L. und E. SIEVERDING (1995):
Putenmast.
Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart
- FELDHAUS, L. und E. SIEVERDING (2001):
Putenmast.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- FIEDLER, H.H. (2006):
Schnabelkürzen bei Puten.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 113 (3), 81-120.
- FRIES, R., V. BERGMANN und K. FEHLHABER (2001):
Praxis der Geflügelfleischuntersuchung.
Schlütersche GmbH und Co. KG, Hannover
- FROST, H.M. (1997):
Obesity, bone strength and mass: a tutorial based on insight from new paradigm bone 21, 211-214
- GRASHORN, M. und BESSEI, W. (1995):
Wachstum und Ausschachtungsergebnisse verschiedener Putenlinien.
In Bericht aus Kartzfehn, Ausgabe 57
- GRASHORN, M. A. und BESSEI, W. (2004):
Vergleich der schweren Putenherkünfte B.U.T. Big 6 und Hybrid Euro FP im Hinblick auf Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität.
Arch. Geflügelk., 68 (1), 2-7
- GYLSTORFF, I. und GRIMM, F. (1987):
Vogelkrankheiten.
Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., 122-140
- HAMMOND, J. (1932):
Growth and Development of Mutton Qualities in the Sheep.
Oliver and Boyd, London
- HAFEZ, H. M. (1996):
Übersicht über Probleme der haltungs- und zuchtbedingten Erkrankungen der Mastputen.
Arch. Geflügelk., 60 (6), 249-256

HAFEZ, H. M. und JODAS, S. (1997):
Putenkrankheiten.
VETspecial
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

HAFEZ, H. M. (1999):
Gesundheitsstörungen bei Puten im Hinblick auf die tierschutzrelevanten und wirtschaftlichen Gesichtspunkte.
Arch. Geflügelk. 1999, 63 (2), 73-76
Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

HAHN, G. (2004):
Faustzahlen zum Schlachtgeflügel.
In: Geflügeljahrbuch 2005
Eugen Ulmer GmbH, Stuttgart, 224-229

HAHN, G. (2007a):
In: MARTINA STOCK (2007): DLG-Geflügeltagung: Nur gesunde Tiere bieten Qualität.
DGS-Magazin 14, 28-32

HAHN, G. (2007b):
In: STREITZ; E. (2007): 3. Süddeutscher Putentag: Das Futter muss zur Herkunft passen.
DGS-Magazin 1, 35-38

HAHN, G. und W. BRANDSCHEID (2003):
Zur Qualität von Putenfleisch: Leistungsgrundlagen, Abweichungen und Lösungsansätze.
Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung
Jahresbericht BAff Kulmbach 2003, 24–25
Internet: <http://www.bfa-fleisch.de-jahresbericht>
(Datum des Zugriffs: 10.01.2006)

HAMM, R. (1979):
Die Biochemie des Muskel-Calciums und ihre Bedeutung für die Fleischqualität.
Fleischwirtschaft 59, 561

HEMME, A. (2004):
Untersuchungen an Broilern zum Einfluss verschiedener anorganischer P-Quellen im Futter auf Leistung, P-Retention, P-Gehalte im Blut sowie die Zusammensetzung und Bruchfestigkeit von Knochen.
Diss. vet. med., TiHo Hannover

HESEKER, H. und HESEKER, B. (1999):
Nährstoffe in Lebensmitteln.
Umschau-Zeitschriften-Verlag, Frankfurt

HOCKING, P. M. (1995):
Defective growth of breast feathers in modern turkeys.
British Poultry Science 36, 845

HOFMANN, K. (1973):
Was ist Fleischqualität?
Fleischwirtschaft 53, 485

HOFMANN, K. (1987):
Der Begriff Fleischqualität, Definition und Anwendung.
Fleischwirtschaft 67, 44-49

JUNGBÄCK, C., KALETA, E. F. und SIEGMANN, O. (2005):
Prophylaxe, Diagnose und Therapie: Allgemeine Seuchenvorbeuge.
In: SIEGMANN, O. und NEUMANN, U. (2005):
Kompendium der Geflügelkrankheiten.
Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 71-80

KORFMANN, M. A. (2003):
Zur Skelettentwicklung und Wachstumsdynamik der Beckengliedmaße bei Mastputen
(makroskopische, mikroskopische, radiologische, osteodensitometrische und
mineralstoffanalytische Verlaufsuntersuchungen).
Diss. med. vet., FU Berlin

KRAFT, W., DÜRR, U. M., FÜRL, M., BOSTEDT, H. und HEINRITZI, K. (1999a):
Hämatologie.
In: KRAFT, W. und DÜRR, U. M. (Hrsg.) 1999:
Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.
Schattauer Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 43-77

KRAFT, W., FÜRL, M., BOSTEDT, H. und HEINRITZI, K. (1999b):
Skelettmuskulatur, Knochen, Kalzium-, Phosphor-, Magnesiumstoffwechsel.
In: KRAFT, W. und DÜRR, U. M. (Hrsg.) 1999:
Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.
Schattauer Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 251-258

KUMMERFELD, N. (2005):
Hämatologie und Serologie
In: FEHR, M., SASSENBURG, L. und ZWART, P. (Hrsg.) Krankheiten der Heimtiere.
Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover, 620/621

LAWRIE R. A. (1970):
Fleischkunde.
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München

LE BRIS, J. (2005):
Gesundheit, Leistung und Verhalten konventioneller Mastputenhybriden unter den
Bedingungen ökologischer Haltungsanforderungen.
Diss. med. vet., LMU München

LEYENDECKER M., HAMMAN H., HARTUNG J., KAMPHUES J., RING C.,
GLÜNDER G., AHLERS C., SANDER I., NEUMANN U. und DISTL O. (2001):
Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Legehennenhybriden und
Haltungssystemen in der Legeleistung, Eiqualität und Knochenfestigkeit.
Züchtungskunde 73, 387-398

LEYENDECKER M., HAMANN H., HARTUNG J., GLÜNDER G., NOGOSSEK N., NEUMANN U., SÜRIE C., KAMPHUES J. und DISTL. O. (2002):
Untersuchungen zur Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen.
Züchtungskunde 74 (2), 144-155

LOOSER, J. (2006):
Marmorierung (IMF), ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Genusswert des Fleisches
LSZ Forchheim
http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1198638/LSZ_IMF-06.pdf
(Datum des Zugriffs: 01.04.2008)

MA, R.T. und P. B. ADDIS (1973):
The association of struggle during exsanguination to glycolysis, protein solubility and shear in turkey pectoralis muscle.
J. Food Sci. 38, 995-997

MARINI, P.J. (2003):
The logistics of improving white meat yield in turkeys.
World Poultry, Turkey Special, 4-5

MEYER, H. (2004):
Anforderungen an Putenzuchtunternehmen: Gestern und heute in:
Geflügeljahrbuch 2005
Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 95-104

MEYER, H. (2007):
Die Putenzuchtunternehmen im Wandel:
Geflügeljahrbuch 2008
Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 83-91

MORGNER, M. (2001):
Schweinefleisch: Intramuskuläres Fett bringt Geschmack
AHO Aktuell
<http://ticker-grosstiere.animal-health-online.de>
(Datum des Zugriffs: 01.04.2008)

MOORGUT KARTZFEHN (1990):
Geschichte, Entwicklung und Zukunft der Pute.
Bericht aus Kartzfehn 47

MOORGUT KARTZFEHN (2000):
Putenherkünfte - Übersicht zum aktuellen Leistungsstand.
Bericht aus Kartzfehn 67

MOORGUT KARTZFEHN (2002/2003):
Informationen zur Putenmast.
Firmenbroschüre

MORRIS, M.P. (1993):

National survey of leg problems
Broiler Ind., May, 20-24

MUTH, F. (1997):

Putenmast im ersten deutschen Putenstall.
DGG-Magazin 36, 28-29

NEUFELD, J. L. (1989):

Breast button in confined turkeys.
Proceedings of the Vth International Symposium, World Association of Veterinary
Laboratory Diagnosticians, Guelph, Ontario, Canada, Abstract 59

OESTER, H., FRÖHLICH, E. und HIRT, H. (1997):

Wirtschaftsgeflügel in:
SAMBRAUS, H. H. und STEIGER, A. (1997): Das Buch vom Tierschutz.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 186-214

RATH, N.C, HUFF G.R., HUFF W.E. und BALOG J.M. (2000)

Factors regulating bone maturity and strength in poultry.
Poult. Sci. 79, 1024-1032

RAUTENSCHLEIN, S. (2005):

Laboratoriumsdiagnostik.
In: SIEGMANN, O. und NEUMANN, U. (2005):
Kompendium der Geflügelkrankheiten.
Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 86-89

RAUTENSCHLEIN, S und KALETA, E. F. (2005):

Prophylaxe, Diagnose und Therapie: Prophylaxe.
In: SIEGMANN, O. und NEUMANN, U. (2005):
Kompendium der Geflügelkrankheiten.
Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 68-69

REDMANN, Th. (2005):

Prophylaxe, Diagnose und Therapie: Herdenüberwachung.
In: SIEGMANN, O. und NEUMANN, U. (2005):
Kompendium der Geflügelkrankheiten.
Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 80-81

REITER, K. und W. BESSEL (1998b):

Einfluss der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Beinschäden bei Broilern.
Arch. Geflügelk.; 62 (6), 247-253

RISTIC, M. (1981):

Einflussfaktoren auf die Fleischbeschaffenheit bei Broilern.
Fleischwirtschaft 61, 1522 – 1531

SAMS, A.R. (2000):

Pale, soft, exudative meat in chickens and turkeys.
Poultry inter. 03/ 2000, 40

SAMS, A. R. (2000):

Pale, soft, exudative meat in chickens and turkeys.

Poultry inter. 03/2000, 40

SCHLICHTERLE-CERNY, H. (2006):

7. Proviande-Symposium 2006

„Fleisch in der Ernährung“: Fleisch und Fett

http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/docs/vortrag_2006_11_21_118.pdf

(Datum des Zugriffs: 01.04.2008)

SCHOEN, L. und M. RISTIC (1974):

Einfluss der Lagerungsdauer auf die Beschaffenheit von frischem Putenfleisch.

Arch. Geflügelk.; 38, 5-8

SIEGMANN, O. (1992):

Propädeutik.

In: HEIDER, G und MONTREAL, G. (Hrsg.) 1992. Krankheiten des

Wirtschaftsgeflügels.

Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 15-44

SIEGMANN, O. und NEUMANN, U. (2005):

Kompendium der Geflügelkrankheiten.

Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG

SMITH, D.P., D.L. FLETCHER, R.J. BUHR und R.S. BEYER (1993):

Pekin duckling and broiler chicken pectoralis muscle structure and composition.

Poult. Sci., 72, 202-208

SPINDLER, B. (2007):

Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchungen an Gelenken und

Fußballen der Linie B.U.T. Big 6 bei der Haltung mit und ohne Außenklimabereich.

Diss. med. vet., TiHo Hannover

STRASSMEIER, P. (2007):

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

Diss. med. vet., LMU München

SZENTKUTI, L. (2000):

Muskulatur.

In: ENGLHARDT, W. und G. BREVES (2000):

Physiologie der Haustiere.

Enke Verlag, Stuttgart, 112-136

TROJAN, M. und NIEWIAROWICZ, A. (1971):

Blasses, weiches und exsudatives Fleisch (PSE- Fleisch) bei Hühnern.

Food Sci. Technol., Abstr. 3, 1490

TÜLLER, R. (1984):

Truthühner.

Verlag Oertel und Spörer, Reutlingen

WARTEMANN, S. (2005):

Tierverhalten und Luftqualität in einem Putenstall mit Außenklimabereich unter Berücksichtigung von Tiergesundheit, Leistungsmerkmalen und Wirtschaftlichkeit. Diss. med. vet., TiHo Hannover

WICKE, M., G HAHN, S MAAK und G. v. LENGERKEN (2000):

Physiologische Grenzen des Wachstums bei Schweinen und Geflügel–auch ein Problem nachhaltiger Fleischerzeugung. Kulmbacher Reihe, Bd. 17, 70-88

WINDHORST, H.-W. (2007):

Erzeugung hat rasant zugenommen. DGS-Magazin 27, 20-23

WYLIE, L. M. und P. M. HOCKING (1998):

Comparative study of feathering in modern and traditional turkeys. British Poultry Science 39 (Suppl. 1), 20 - 21

Richtlinien und Verordnungen:

BML (1999):

Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broilern, Masthähnchen) und Mastputen.

Verordnung EWG Nr. 1538/91 der Kommission vom 5.6.1991 mit ausführlichen Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EWG) Nr. 1906/90 des Rates über bestimmte Vermarktungsnormen für Geflügelfleisch.

Verordnung EG Nr. 1804/1999 des Rates vom 19. Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel

9 DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. M. Erhard gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Dissertationsthemas, die Übernahme der Endkorrektur und die stets freundliche und hilfreiche Unterstützung während der Entstehung dieser Arbeit.

Bei meinem Betreuer Herrn Dr. S. Platz möchte ich mich für die geduldige und sehr herzliche Betreuung und die zuverlässige Erstkorrektur dieser Arbeit bedanken.

Ein ganz großes Dankeschön an Frau P. Strassmeier, die mit mir gemeinsam bei sämtlichen Wetterlagen und zu allen Zeiten die Tiere betreute, einfachere und schwierigere Probleme gelöst hat und mir immer wieder Mut zugesprochen hat.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern, Doktoranden und Praktikanten des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung des Veterinärwissenschaftlichen Departements der Tierärztlichen Fakultät München, die mir stets voller Begeisterung mit Rat und Tat zur Seite standen. Ein besonderes Dankeschön an Frau N. Zobel und Frau K. Schuster für die geduldige und kompetente Einführung ins Labor und an Herrn H. Kuchler und Herrn C. Strobl für ihre zuverlässige Hilfe.

Vielen Dank an Herrn Prof. Dr. R. Korbel und die Mitarbeiter der Klinik für Vögel der LMU München für die zuverlässige und schnelle Auswertung der Proben. In gleicher Weise geht mein Dank an Herrn Prof. Dr. Amselgruber und seine Mitarbeiter am Institut für Umwelt und Tierhygiene mit Tierklinik der Universität Hohenheim für die Anfertigung der histologischen Schnitte.

Vielen Dank an Herrn Prof. Dr. Dr. A. Stolle und die Mitarbeiter des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der LMU München für die große Hilfe und das Beantworten vieler Fragen, insbesondere an Frau Dr. B. Schalch, Frau K. Romeiser, Frau Dr. C. Maaßen, Frau Dr. C. Finke, Herrn Dr. M. Bucher und Frau Dr. M. Mahler für die Teilnahme an der sensorischen Prüfung

DANKSAGUNG

Ein großes Dankeschön an Herrn A. Pflügler und Frau I. Pflügler für die herzliche Aufnahme, die wertvollen Hinweise und Anregungen für den Umgang mit Puten sowie die verlässliche Aufzucht der Küken.

Danke an Frau B. Beuss, Frau A. Düh, Frau N. Vaas, Frau J. Schweizer und Frau I. Strobl für ein verständnisvolles und hilfsbereites Zusammenwohnen während der letzten Jahre.

Danke an alle Freunde die mich in den letzten Jahren begleitet haben, vor allem Frau J. Reiser, Frau S. Bergmann, Herrn P. Leiber und Herrn F. Kac für viele schöne Erlebnisse und ständige Ermutigung und Hilfe. Ohne euch wäre das Studium nur halb so schön und diese Arbeit eigentlich nicht möglich gewesen.

Für seine zuversichtliche und vertrauensvolle Begleitung in der Zeit der Ausbildung und des Studiums und für seine fortwährenden Hinweise auf das Leben außerhalb der Universität danke ich Herrn F. Kleiner.

Herrn B. Hanke sei ganz herzlich gedankt für seine Geduld, seine Aufmunterung und seinen Glauben an mich.

Mein größter Dank geht an meine Eltern und alle meine Geschwister die nie an mir gezweifelt haben und mich schon so lange und liebevoll auf jedem Weg begleiten.

