

Rationsgestaltung und Eignung unterschiedlicher Herkünfte für die ökologische Hähnchenmast

Feed Mixture and Appropriateness of Different Genotypes for Organic Chicken production

FKZ: 06OE151

Projektnehmer:

Fachhochschule Weihenstephan
Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
Am Hofgarten 1, 85350 Freising-Weihenstephan
Tel.: +49 8161 715065
Fax: +49 8161 714496
E-Mail: le@fh-weihenstephan.de
Internet: <http://www.fh-weihenstephan.de>

Autoren:

Schmidt, Eggert; Bellof, Gerhard

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger und ausführende Stelle

Fachhochschule Weihenstephan
Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
Am Hofgarten 3
85350 Freising-Weihenstephan

Prof. Dr. E. Schmidt
Fachgebiet Tierzucht
Prof. Dr. G. Bellof
Fachgebiet Tierernährung

Forschungsprojekt Nr.: 06OE151

Thema

**Rationsgestaltung und Eignung unterschiedlicher
Herkünfte für die ökologische Hähnchenmast**

Laufzeit: 01.03.2008 – 31.12.2008

Berichtszeitraum: 01.03.2008 – 31.12.2008

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:

Firma Meika Tierernährung GmbH, Großaitingen
Brüterei Süd GmbH & Co. KG, Regenstauf

Rationsgestaltung und Eignung unterschiedlicher Herkünfte für die ökologische Hähnchenmast

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Die EG-Öko-Verordnung (VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008) schreibt für die ökologische Hähnchenmast die Verwendung langsam wachsender Herkünfte oder ein Mindestschlachtalter von mindestens 81 Tagen vor. Letzteres kann nur in Ausnahmefällen ökonomisch sinnvoll durchgeführt werden. Als langsam wachsende Herkunft werden in Deutschland überwiegend Tiere des Hybridzuchtunternehmens ISA-Hubbard eingesetzt, obwohl andere Genotypen auch geeignet erscheinen.

Ab dem 01.01.2012 sind in der ökologischen Geflügelfütterung keine konventionellen Futtermittel mehr zugelassen (VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008). Die ausschließliche Versorgung von Masthähnchen mit ökologisch erzeugten Futtermitteln (100 % Bio-Futter) erschwert die Rationsgestaltung erheblich. Probleme bereiten hierbei die adäquate Aminosäureausstattung der Futtermischung bzw. das Verhältnis von umsetzbarer Energie (ME) zu essentiellen Aminosäuren (EAS). Derzeit stehen sehr wenige Erfahrungen mit bedarfsgerechten, praxistauglichen Fütterungskonzepten, insbesondere für die übliche Phasenfütterung der Masthähnchen, zur Verfügung. Veränderungen im Fütterungsregime können sich zudem auf die biologischen Leistungen der Tiere je nach Herkunft unterschiedlich auswirken. Die Effekte solcher Genotyp-Umwelt-Interaktionen sind zur Zeit ungeklärt, jedoch bedeutend für ökologisch wirtschaftende Hähnchenmastbetriebe.

Ziel des Projekts war es, folgende Fragen zu klären:

- Welche langsam wachsenden Genotypen sind für die ökologische Hähnchenmast geeignet?
- Welche Unterschiede bestehen zwischen langsam und schnell wachsenden Herkünften?
- Welche Auswirkungen haben Futtermischungen mit deutlich abgestufter Energie- und Aminosäureausstattung (bei konstantem Verhältnis von EAS : ME)?

- Welche Bedeutung haben Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei Verwendung unterschiedlicher Fütterungskonzepte?
- Welche Auswirkung hat eine ausschließliche Stallhaltung im Vergleich zur Haltung mit Grünauslauf?

Der Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen ergibt sich aus der Bekanntmachung Nr. 04/06/51 für die Durchführung von Forschungsprojekten für die Bereiche 2.2.4. 'Tierzucht' sowie 2.2.2. 'Tierernährung' im Bundesprogramm Ökologischer Landbau

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Die Realisierung der Ziele des Projekts erfolgte nach folgendem Versuchsplan:

1. Genotypauswahl	Auswahl langsam wachsender Herkünfte in Abhängigkeit des Leistungspotenzials und der Verfügbarkeit auf dem deutschen Markt
2. Rationsgestaltung	Optimierung von abgestuften Futterrationen (in Anlehnung an die Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1999)): Alleinfuttermischungen für die Aufzuchtphase (1.-28. Tag) und Mastphasen (Mast I 29.-56. Tag, Mast II 57.-81.Tag)
3. Exaktversuche	Zwei Versuchsdurchgänge
Ermittlung von Mastleistungsdaten	Mast von Eintagsküken Mastphasen mit / ohne Grünauslauf
Ermittlung des Schlachtkörperwertes	Schlachtung (Stichprobe) nach 56 sowie 81 Tagen Teilstückzerlegung und -verwiegung

Für die Exaktversuche wurden neben den bisher in Deutschland für den ökologischen Landbau verwendeten Genotypen des Zuchtunternehmens ISA-Hubbard (ISA-JA-757, ISA-JA-957, ISA-Red-JA) neu auf dem Markt befindliche

Zuchtprodukte (Ross-Rowan, Cobb-Sasso-150) sowie eine konventionelle schnell wachsende Herkunft (Ross-308) ausgewählt.

Für die Futterrationen wurden zwei Intensitätsstufen (A, B) gebildet, die sich hinsichtlich der Gehalte an umsetzbarer Energie sowie der wichtigsten essentiellen Aminosäuren unterschieden (Tabelle 1). In Anlehnung an die Ergebnisse von BELLOF et al. (2005) war geplant, die Energiegehalte gegenüber konventionellen Mastmischungen auf 12,0 bzw. 11,0 MJ ME/kg in der Aufzucht, auf 12,4 bzw. 11,2 MJ ME/kg in der Mastphase I sowie auf 12,8 bzw. 11,4 MJ ME/kg in der Mastphase II abzusenken. Die Zielwerte für die essentiellen Aminosäuren wurden in Anlehnung an die Empfehlungen der GfE (1999) und in Relation zum Energiegehalt der Mischungen (Tabelle 1) eingestellt. Die Empfehlung zu den Relationen zwischen den wichtigsten Aminosäuren (Lysin, Methionin, Tryptophan, Threonin) wurde beachtet.

1.2 Wissenschaftlich-technische Ausgangssituation

Bisherige Untersuchungen beschäftigten sich mit der Eignung verschiedener Genotypen für den ökologischen Landbau (DAMME, 2001, SCHMIDT et al., 2004b, HÖRNING et al., 2009) oder der Mastleistung von Broilern unter ökologischen Fütterungsbedingungen (HALLE und DAENICKE, 2003; BELLOF et al., 2005). In Ergänzung hierzu sind vergleichende Untersuchungen zur Eignung verschiedener Genotypen bei einer Versorgung mit ausschließlich ökologisch erzeugten Futtermitteln angebracht.

Herkünfte in der ökologischen Hähnchenmast

Ein wirtschaftliches Hähnchen weist nach GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) eine hohe Wachstumsrate auf. Die EG-Öko-Verordnung (VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008) schreibt für die ökologische Hähnchenmast jedoch die Verwendung langsam wachsender Herkünfte vor. Spezielle Zuchtlinien bzw. Zuchtprogramme zur Erzeugung von genetisch differenzierten Hybriden, die sowohl den ökonomischen Forderungen des Marktes nach guten Mastleistungen und hohen Muskelfleischanteilen als auch allen Ansprüchen einer ökologischen Erzeugung

nachkommen können, werden zur Zeit von einigen Hybridzuchtunternehmen entwickelt. Rassegeflügel bzw. sehr langsam wachsende Hybriden erscheinen für ökologisch wirtschaftende Betriebe, die keine spezielle Vermarktung bzw. Direktvermarktung anstreben, nicht geeignet, da bei einer praxisüblichen Mastdauer von ca. acht Wochen insbesondere ausreichende Schlachtkörperqualitäten nicht erreicht werden können (SCHMIDT et al. 2004 a und b). Schlachtunternehmen und Vermarkter fordern auch von ökologisch erzeugten Hähnchen hohe Ausschachtungsprozente und Muskelfleischanteile (BACHMEIER, 2006, persönl. Mitteilung). Aufgrund der positiven Korrelation zwischen Mast- und Schlachtleistungsparametern (DAMME, 2003) wurden in der Zucht von Masthähnchen hohe Wachstumsraten realisiert. Der Markt, auch für ökologisch erzeugte Produkte, bevorzugt ebenfalls Genotypen mit höheren Brustfleischanteilen, so dass in der Öko-Mast ein Trend zu immer effizienteren Linienkreuzungen zu beobachten ist (DAMME, 2003). Eine kontinuierliche Überprüfung der Herkunftsunterschiede ist deshalb auch aus der Sicht der Erzeuger wünschenswert.

Rationsgestaltung in der ökologischen Hähnchenmast

Mastgeflügel stellt generell hohe Nährstoffansprüche, insbesondere in der Startphase. Die EG-Öko-Verordnung (VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008) fordert die Verwendung ausschließlich ökologisch erzeugter Futterkomponenten ab dem 01.01.2012. Damit verbunden ist der Verzicht auf bislang in der ökologischen Geflügelfütterung bewährte Eiweißfuttermittel aus konventioneller Herkunft (z.B. Kartoffeleiweiß, Bierhefe). Auf Futtermittel tierischen Ursprungs (z.B. Milchprodukte) wird in der ökologischen Geflügelmast im Allgemeinen verzichtet. Aufgrund des hohen Wärmebedürfnisses der Tiere ist eine Stallhaltung in der Startphase notwendig, so dass eine zusätzliche Aufnahme von tierischem Eiweiß (Käfer, Larven, Würmer) nicht möglich ist. Die Optimierung öko-konformer Rationen für die Hähnchenmast sollte somit auf der Basis pflanzlicher Futterkomponenten erfolgen. Der von DAMME et al. (2005) vorgeschlagene Zusatz von kristallinen Aminosäuren scheidet aufgrund der Vorgaben aus. In einem von BELLOF et al. (2005) durchgeführten Versuch mit ökologisch gehaltenen Masthähnchen konnte nachgewiesen werden, dass eine Fütterung langsam

wachsender Tiere mit Futterkomponenten ausschließlich pflanzlichen Ursprungs möglich ist.

Für eine bedarfsgerechte Ernährung der Masthähnchen muss in der Rationsgestaltung ein ausgewogenes Verhältnis von Energie zu essentiellen Aminosäuren (EAS) gewährleistet sein (SCHMIDT et al. 2004 a und b). Ökologisch erzeugte Futterkomponenten mit unzureichenden Aminosäuregehalten erfordern eine Angleichung der Energiegehalte in der Futtermischung, i.d.R. bedeutet dies eine Absenkung der Gesamtenergie der Ration, um das Verhältnis ME/Methionin bzw. ME/Lysin zu wahren. Aufgrund der Eigenschaft des Geflügels, die Futteraufnahme bis zu einem gewissen Grad nach der aufgenommenen Energie zu steuern, können Mischungen mit einer vergleichsweise geringen EAS-Ausstattung zu einer ausreichenden Aufnahme dieser Aminosäuren führen. Im o.g. Versuch von BELLOF et al. (2005) konnte letzteres nachgewiesen werden, so dass eine Absenkung der Energie unter Beachtung des ME-EAS-Verhältnisses, zu annähernd gleichen Mast- und Schlachtleistungsergebnissen führte und mit Wachstumsleistungen aus der konventionellen Langmast vergleichbar sind.

SCHMIDT et al. (2007) prüften diesen Ansatz auch bei Mastputen unter ökologischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen (kein Auslauf). Es bestätigte sich auch für die Putenmast, dass die Futteraufnahme umgekehrt proportional zum ME-Gehalt der Futtermischungen verläuft. Die Endgewichte der Fütterungsvarianten unterschieden sich nur geringfügig voneinander. Die im Versuch erzielten Mast- und Schlachtleistungsergebnisse lagen für ökologische Erzeugungsbedingungen auf einem hohen Niveau. Hervorzuheben ist, dass keine Interaktionen zwischen Genotyp und Fütterungsvarianten festgestellt werden konnten. Die ermittelten Endgewichte (Hennen: BIG 6 12,5 kg, KELLY-BBB 8,3 kg; Hähne: BIG 6 23,7 kg, KELLY-BBB 16,6 kg) entsprachen den Erwartungswerten der Zuchtunternehmen, die sich auf konventionelle Produktion beziehen.

Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Futter und genetischer Herkunft

In der Literatur finden sich widersprüchliche Aussagen zum Proteinansatzvermögen langsam wachsender Herkünfte. Während DAMME (2003) unterstellt, dass langsam wachsende Broiler über ein geringeres Proteinansatzvermögen verfügen und aufgrund dessen mit geringeren Nährstoffansprüchen leichter bedarfsgerecht

gefüttert werden können, stellen GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) heraus, dass die zur Zeit verwendeten langsam wachsenden Herkünfte (z.B. ISA-J-257, ISA-J-957) doch ein vergleichsweise hohes Proteinansatzvermögen aufweisen. Für eine adäquate Versorgung ökologisch gehaltener Masthähnchen wäre die Kenntnis einer gerichteten Beziehung zwischen der Ausstattung der Futtermischungen und dem Leistungsvermögen der genetischen Herkunft bedeutsam.

Stallhaltung in der ökologischen Hähnchenmast

Die Haltungsumwelt kann die biologischen Leistungen sowie die Tiergesundheit beeinflussen. Seuchenhygienische Probleme (z.B. Vogelgrippe) können eine vollständige Stallhaltung des Nutzgefüglers erforderlich machen, betroffen sind somit auch ökologisch gehaltene Masthähnchen. Die bundesweite Pflicht zur Aufstallung von Geflügel wurde durch die Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest (Geflügelpest-Verordnung) vom 18. Oktober 2007 festgeschrieben (BGBl. I S. 2348). Für die Hähnchenfleischproduktion sind Kenntnisse über die Auswirkungen der ausschließlichen Stallhaltung bedeutend, um negative Einflüsse abmildern zu können.

2. Material und Methoden

Versuchsdurchführung

Für die Durchführung der Exaktversuche standen im Lehr- und Versuchsbetrieb 'Zurnhausen' der Fachhochschule Weihenstephan ein Geflügelmaststall mit 24 Abteilen sowie für die Auslaufhaltung während der Mastphasen, Folienstallungen mit insgesamt 12 Abteilen zur Verfügung. Die Bedingungen während der Aufzucht und Mast entsprachen den üblichen Bedingungen in der ökologischen Hähnchenmast (z.B. Einstreu, Temperatur, Beleuchtungsdauer). Bei der Versuchsdurchführung konnten alle Richtlinien der EG-Öko-Verordnung (VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008) befolgt werden. Pro Herkunft wurden 240 Eintagsküken (15 männliche und 15 weibliche Tiere pro Abteil) gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Die Küken beider Durchgänge wurden in der Brüterei mit Marek, Infektiöse Bronchitis sowie Paracox und während der Aufzucht gegen die Infektionskrankheiten Gumboro und Newcastle-Disease geimpft. Die Mast erstreckte sich über drei Phasen: Aufzucht (Tag 1 bis 28), Mastphase I (Tag 29 bis 56) und Mastphase II (Tag 57 bis 81). Die Haltung erfolgte in der Aufzuchtphase im isolierten, beheizten Feststall, um den hohen Temperaturansprüchen der Tiere gerecht zu werden. Für die Mastphasen ab dem 28. Tag wurden die Gruppenmitglieder jeder Wiederholung systematisch aufgeteilt, so dass für die Hälfte der Tiere die Weitermast in Folienstallungen mit Grünauslauf durchgeführt werden konnte. Die restlichen Tiere verblieben als Kontrollgruppe im Feststall (Durchgang 1 nur bis zum 56. Lebenstag). Die Versuche konnten während der Vegetationsperiode in der Zeit von Mai bis November 2008 durchgeführt werden.

Die Datenerfassung relevanter Merkmale der Mastleistung (z.B. Futtermittelverzehr, Körpergewicht, Verluste) erfolgte in regelmäßigen Abständen. Für die Ermittlung des Schlachtkörperwertes wurde nach 56 sowie 81 Tagen eine repräsentative Stichprobe von vier Tieren jeder Wiederholung geschlachtet, verwogen sowie 20 Minuten p.m. der pH-Wert in der Brustmuskulatur mit einer Doppelmessung festgestellt. Die Schlachtkörper wurden bis zur weiteren Untersuchung bei -25°C tiefgefroren. Nach dem Auftauen erfolgte eine Teilstückzerlegung nach der DLG-Schnittführung (Brust und Schenkel (Ober- und Unterschenkel) incl. Haut und Knochen) und Verwiegung der Teilstücke sowie Doppelbestimmung der pH-Werte in der Brustmuskulatur zur

Erfassung der Produktqualität (Fleischbeschaffenheit). Die Teilstückgewichte sind zudem als Anteil vom Schlachtkörpergewicht ausgewiesen. Zur Abschätzung der Gesundheit und Vitalität, wurde neben den Verlusten auch die Veränderung im Knochenskelett ermittelt. Hierfür wurde an den Gelenkflächen des Kniegelenks die Abwinkelung zur Senkrechten am distalen Ende des Femurs sowie proximalen Ende des Tibiotarsus gemessen (DJUKIC, 2006).

Genetische Herkunft der Masthähnchen

In zwei Mastdurchgängen konnten insgesamt sechs Herkünfte geprüft werden.

	Durchgang 1	Durchgang 2
Genotyp	ISA-JA-957	ISA-JA-757
	ISA-Red	Ross-Rowan
	Ross-308	Cobb-Sasso-150

Mit Ausnahme der konventionellen Herkunft Ross-308, sind die verwendeten Herkünfte als ‚langsam wachsend‘ anerkannt oder werden von den Hybridzuchtunternehmen für eine Nutzung im ökologischen Landbau angeboten. Die Herkunft Ross-308 diente zur Ermittlung der Differenzen zwischen konventionellen schnell wachsenden Masthähnchen und den als langsam wachsend deklarierten Masthybriden.

Rationsgestaltung

Die Optimierung der Rationen erfolgte in Abhängigkeit der Nährstoffgehalte und Verfügbarkeit der Einzelkomponenten (Tabelle 2), so dass gegenüber den Planungen (Projektantrag) Sojabohnen durch Maiskleber und Hafer durch Apfeltrester ersetzt werden mussten. Als Eiweißfuttermittel kamen zum Einsatz: Erbsen, Maiskleber, Sojakuchen, Sonnenblumenkuchen, Leinkuchen. Diese wurden durch die Energieträger Weizen, Mais und Gerste ergänzt. Der Einsatz von Apfeltrester erfolgte, um den gewünschten ME-Gehalt gezielt einzustellen. Mit Ausnahme der Mineralstoffmischung stammten alle Futterkomponenten aus ökologischem Anbau. Die Herstellung der Futtermischungen erfolgte nach den

Vorgaben der Versuchsansteller im Bioland-Mischfutterwerk der Firma MEIKA, Großaitingen. Die pelletierten Futtermischungen wurden ad libitum vorgelegt. Sowohl die Einzelfuttermittel als auch die Futtermischungen wurden nach konventionellen Analysemethoden (BASSLER, 1988, 1997) auf ihren Nährstoffgehalt sowie die wichtigsten essentiellen Aminosäuren untersucht. Die energetische Bewertung der Futtermischungen erfolgte nach den Schätzgleichungen der WPSA (1984).

Datenanalyse

Die Varianzanalyse zur Signifikanzprüfung der Einflussfaktoren erfolgte mit dem Programmpaket SAS (General Linear Model, SAS/STAT, 1999). Die verwendeten statistischen Modelle berücksichtigten die fixen Einflussfaktoren Genotyp, Futter, Haltung (Mastphase I und II), getrennt nach Versuchsdurchgang und Mastphase. Zudem wurden die Interaktionen der Einflussfaktoren geprüft und gegebenenfalls in das Modell aufgenommen. Die Erweiterung des Modells um die lineare Regression auf das Kükengewicht und das Geschlechterverhältnis am Ende der jeweiligen Phase wurde verworfen, da kein signifikanter Einfluss ermittelt werden konnte. Bei der statistischen Analyse der Schlachtkörperdaten wurde zusätzlich das Geschlecht als Einflussfaktor berücksichtigt. Die Signifikanzprüfung der Einflussfaktoren erfolgte mit dem F-Test. Der Vergleich der Genotypen erfolgte ausschließlich auf Basis der Ergebnisse der mit Futtermischung A versorgten Tiere, um das maximale Leistungspotenzial der Tiere darzustellen. Die verwendeten statistischen Modelle für die Varianzanalyse sind in der Tabelle 3 dargestellt.

3. Ergebnisse und Diskussion

In beiden Versuchsdurchgängen konnten alle geplanten Fragestellungen detailliert bearbeitet werden. Die erzielten Ergebnisse der Mastleistung lagen für ökologische Erzeugungsbedingungen auf einem hohen Niveau. Nach einer praxisüblichen Mastdauer von 56 Tagen erreichten auch die vergleichsweise sehr langsam wachsenden Masttiere ISA-Red-JA vermarktungsfähige Lebendgewichte von 2,1 kg.

3.1 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse der Exaktversuche

Beschaffung der Tiere

Bei der Beschaffung der Eintagsküken traten keine Probleme auf, da alle Zuchtfirmen auch konventionelle schnell wachsende Zuchtprodukte anbieten und für diese ein entsprechendes Vertriebsnetz existiert. Das in Großbritannien ansässige Geflügelzuchtunternehmen ‚Aviagen‘ züchtete in den zurückliegenden Jahren die Linienkombination Ross-Rowan für die Auslaufhaltung bzw. den ökologischen Landbau in England. In Analogie hierzu entwickelte das US-amerikanische Zuchtunternehmen ‚Cobb-Vantress‘ für das gleiche Marktsegment ein langsam wachsendes Hähnchen Cobb-Sasso-150, auf Basis französischer Linien des Zuchtunternehmens ‚Sasso‘.

Auch konnten größere Stückzahlen dieser neu auf dem Markt befindlichen Herkünfte als Bruteier zur Verfügung gestellt werden. Lediglich das Alter der Elterntierherden variierte und führte zu größeren Unterschieden bei den Lebendgewichten der Eintagsküken.

Futtermittelanalysen

Mit den Versuchsfuttermischungen konnten die angestrebten ME-Gehalte sowie eine ausreichende Versorgung mit essentiellen Aminosäuren in der Anfangs- und den Endmastphasen erreicht werden (Tabelle 4 a und b). Wie geplant, konnte gegenüber den Empfehlungen der GfE (1999) eine Absenkung der Energie der Futtermischung A in der Aufzuchtphase um 2 bis 6% und in den Mastphasen um 8 bis 9% realisiert werden.

Die Energiegehalte der Futtermischungen B zeigten einen weiteren Rückgang um 6 bis 10% gegenüber Mischung A und erfüllten damit die geplante deutliche Abstufung der ME-Gehalte. Die geplante Steigerung der Energiegehalte im Verlaufe der Mast (Phasenfütterung: Aufzucht, Mast I, Mast II) nicht vollständig realisiert werden. Die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen A und B waren jedoch ausreichend divergent.

Die vorgesehene Abstufung der Aminosäuren in g/kg Futter zwischen den beiden Mischungen A und B wurde in beiden Durchgängen erreicht. In Abhängigkeit der Energiegehalte wurden die geforderten Gehaltswerte für Lysin mindestens erreicht. Lediglich für die Aufzuchtmischung B im ersten Durchgang ergab sich mit 0,83 g Lysin / MJ ME ein geringfügig niedrigerer Wert im Vergleich zum Zielwert (0,85 g Lysin / MJ ME). Diese Unterschreitung ist aufgrund der vergleichsweise langen Aufzuchtphase von 28 Tagen jedoch von untergeordneter Bedeutung. Die Zielwerte für den Gehalt an Methionin konnten in allen Mischungen übertroffen werden.

3.1.1 Vergleich der Genotypen

Verluste

Beide Versuchsdurchgänge verliefen ohne Störungen. In Tabelle 5 sind die Verluste der am Versuch beteiligten Genotypen aufgeführt. Tendenziell erhöhte Anfangsverluste waren nur im zweiten Durchgang bei den Herkünften ISA-JA-757 (4,7%) sowie Ross-Rowan (4,3%) zu verzeichnen. Die erhöhten Verluste der Herkunft ISA-JA-757 könnte ursächlich mit dem geringen Kükengewicht von 32,9 g in Zusammenhang stehen.

Vom 29. bis zum 56. Lebenstag ergaben sich tendenziell höhere Verlustraten für den Genotyp Ross-308. Eine Verlängerung der Mast auf 81 Tage führte in beiden Durchgängen zu erhöhten Verlusten mit 3,7% (DG 1) bzw. 4,0% (DG 2) im Abschnitt 57. bis 81. Lebenstag. Signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften konnten nicht festgestellt werden.

Mastleistungen

In Tabelle 6 sind die Least-Square-Means der Futterraufnahme, des Körpergewichts, der Tageszunahme und Futtermittelverwertung für die geprüften genetischen Herkünfte dargestellt. Dieser Vergleich erfolgte für beide Versuchsdurchgänge auf der Basis nur eines Fütterungsregimes (Futtermischung A).

In der ökologischen Hähnchenmast werden in Deutschland überwiegend die Hybriden ISA-JA-957 oder ISA-JA-757 des Zuchtunternehmens Hubbard Breeders verwendet und können in beiden Versuchsdurchgängen als Vergleichsmaßstab dienen. Zudem ist eine Gegenüberstellung der Versuchsdurchgänge und Leistungen aller geprüften Herkünfte möglich, da für die Mastleistungen der Herkünfte 957 und 757 vom Zuchtunternehmen gleiche Kennwerte angegeben werden (www.Hubbardbreeders.com). Die im Exaktversuch eingesetzte Herkunft ISA-JA-957 erreichte bis zum 56. Lebenstag eine tägliche Futterraufnahme von durchschnittlich 91 g/Tag und erzielte bis zu diesem Zeitpunkt ein Körpergewicht von 2463 g. Aufgrund des geringeren Kükengewichts erreichte die Herkunft ISA-JA-757 im zweiten Durchgang ein geringfügig niedrigeres Gewicht von 2384 g. Beide Herkünfte sind mit 43,3 g bzw. 42,0 g Tageszunahme gut geeignet für die ökologische Broilermast und spiegeln das in der Literatur angegebene Wachstumsvermögen der Hybridherkünfte von ISA-Hubbard wider. Grashorn und Clostermann (2002) erreichten mit dem Genotyp ISA-JA-257 am 56. Lebenstag ein Lebendgewicht von 2164 g (Tageszunahmen 38 g). In einem von Damme (2001) durchgeführten Versuch wogen Tiere der letztgenannten Herkunft nach 8 Wochen 1998 g, was Tageszunahmen von 35 g entspricht. Schmidt et al. (2004) erzielten für die Herkunft ISA-JA-257 in 54 Tagen unter vergleichbaren Haltungsbedingungen Tageszunahmen in Höhe von 41 g. Hörning, et al. (2009) konnten für die Herkunft ISA-JA-757 ein Lebendgewicht von 3090 g am 72. Lebenstag ermitteln, die Tiere zeigten hierbei eine tägliche Gewichtszunahme von 43,5 g.

Die im ersten Durchgang geprüfte langsam wachsende Herkunft ISA-Red erzielte nach einer Mastdauer von 56 Tagen nur unbefriedigende Ergebnisse (Tabelle 6a). Mit einem täglichen Futtermittelverzehr von 87 g/d (Tag 1 bis 56) und einem Körpergewicht von 2104 g am 56. Lebenstag lag diese Herkunft um 350 g bzw. 14% unter den Gewichten der Herkunft ISA-JA-957. Auch im Merkmal Futtermittelverwertung zeigte die Herkunft ISA-Red ungünstigere Werte (+12,5%) gegenüber ISA-JA-957.

Jedoch könnte dieser Genotyp aufgrund der roten Befiederung für spezielle Vermarktungswege interessant sein.

Eine deutliche Überlegenheit in allen Merkmalen der Mastleistung zeigte die schnell wachsende Herkunft Ross-308 bis zum 56. Lebenstag. Aufgrund sehr hoher Futtermittelverzehrwerte und sehr hoher Tageszunahmen von durchschnittlich 65 g (Tag 1 bis 56) erzielten Tiere des Genotyps Ross-308 sehr hohe Endgewichte bei einer gleichzeitig effizienteren Futterausnutzung. Mit Ausnahme der Futterverwertung zeigten sich für die Merkmale der Mastleistung im ersten Versuchsdurchgang stets signifikante Differenzen zwischen den Herkünften.

Von besonderem Interesse sind die kürzlich entwickelten langsam wachsenden Hybridherkünfte Ross-Rowan und Cobb-Sasso-150. Verglichen mit den Leistungen des Genotyps ISA-JA-757 erzielte die Herkunft Ross-Rowan deutlich höhere Futtermittelverzehrwerte bis zu einem Alter von 56 Tagen. Die Herkunft Cobb-Sasso-150 unterschied sich mit einem Mehrgewicht von 83 g am 56. Lebenstag nur tendenziell von der Linie ISA-JA-757. Aufgrund des höheren Appetits konnte die Herkunft Ross-Rowan nach 56 Tagen ein um 660 g höheres Körpergewicht erreichen als der Genotyp ISA-JA-757 (Tabelle 6b). Tendenzuell ungünstigere Ergebnisse in der Futterverwertung konnten bei den Herkünften Ross-Rowan und Cobb-Sasso-150 gemessen werden.

Bei einer Verlängerung der Mast bis zum 81 Tag, konnten in der vorliegenden Untersuchung bei allen geprüften Herkünften sehr hohe Futtermittelverzehrwerte und Lebendgewichte erzielt werden. Die Herkunft ISA-JA-957 beispielsweise erreichte 3,8 kg, während schnell wachsende Tiere der Herkunft Ross-308 ein Lebendgewicht von über 5,5 kg realisierten. Vergleichend hierzu konnten GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) für die Herkunft ISA-JA-957 am 84. Lebenstag ein Gewicht von 3,6 kg und für die Herkunft Ross-308 von 4,8 kg messen. HALLE und DÄNICKE (2003) ermittelten für den Genotyp ISA-JA-257 nach 84 Tagen ein Lebendgewicht von ca. 4,0 kg. In einer Studie von GRASHORN (2006) erzielten Tiere der Herkunft ISA-JA-957 nach 84 Tagen ein Gewicht von annähernd 3,9 kg, während der Genotyp Ross-308 eine Lebendmasse von 5,2 kg erreichte.

Bei der Mast bis zum geforderten 81. Tag zeigten sich bei allen Herkünften rückläufige Tageszunahmen. Das Maximum der Tageszunahmen (Wendepunkt)

überschreiten die Tiere demnach in der Mastphase vom 29. bis 56. Lebenstag. Erwartungsgemäß verschlechterte sich die Futtermittelverwertung im Verlaufe der Mast und führte zu Umsetzungsraten von über 4 kg Futter pro kg Lebendgewichtszuwachs. Im zweiten Durchgang veränderte sich bei der Weitermast bis zum 81. Lebenstag die Rangfolge der Genotypen in den Mastleistungsergebnissen, so dass Tiere der Herkunft Cobb-Sasso-150 einen geringeren Futtermittelverzehr und in der Folge ein niedrigeres Endgewicht als der Genotyp ISA-JA-757 aufwiesen. Tiere der Herkunft Ross-Rowan zeigten bis zum 81. Lebenstag sehr hohe Zunahmen und erreichten damit Endgewichte von 4800 g. Das Leistungsspektrum der Genotypen im zweiten Versuchsdurchgang variierte weniger stark als im Durchgang 1, dennoch erwies sich der Einflussfaktor 'genetische Herkunft' als signifikant. Für die Abstände zwischen den einzelnen Genotypen konnten nur teilweise signifikante Differenzen ermittelt werden.

Schlachtkörperwert

Das Schlachtkörpergewicht, die Schlachtausbeute, die Teilstückgewichte und -anteile sowie das Abdominalfettgewicht und der –anteil in Abhängigkeit des Genotyps sind in Tabelle 7 dokumentiert. Der Geschlechtseinfluss wurde im statistischen Modell berücksichtigt und somit korrigiert. Die von der Herkunft ISA-JA-957 erzielten Schlachtkörpergewichte von 1594 g nach einer Mastdauer von 56 Tagen lagen mit 130 g erheblich über dem Schlachtkörpergewicht der Herkunft ISA-JA-757. Obwohl vom Zuchtunternehmen zwischen diesen Genotypen keine Differenzen in den Mastleistungen erwartet werden, können aufgrund des Vatereffektes (Elterntierhahn M99 vs. M77) Unterschiede bei den Merkmalen des Schlachtkörpers auftreten. Hinzu kommen Störgrößen wie Durchgang und Stichprobenziehung. Die in der Literatur angegebenen Werte für das Schlachtkörpergewicht der Hybridherkünfte von ISA-Hubbard liegen auf ähnlichem Niveau. DAMME (2001) konnte für die Herkunft ISA-JA-257 nach einer Mastdauer von 56 Tagen ein Schlachtkörpergewicht von 1432 g (Lebendgewicht 2060 g) feststellen. Das von SCHMIDT et al. (2004) ermittelte Schlachtkörpergewicht für die Herkunft ISA-JA-257 betrug am 54. Masttag 1556 g (Lebendgewicht 2264 g). GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) ermittelten für den Genotyp ISA-JA-957 nach 84 Masttagen ein Schlachtkörpergewicht von 2433 g (Lebendgewicht 3551 g).

In Analogie zu den gemessenen Differenzen der Herkünfte in den Lebendgewichten nach 56 bzw. 81 Tagen, konnten für die Schlachtkörper- und Teilstückgewichte zu diesen Schlachtterminen ebenfalls signifikante Differenzen zwischen den Genotypen ermittelt werden. Hybridlinien mit höheren Mastendgewichten zeigten entsprechend höhere Schlachtkörper- und Teilstückgewichte. Mit steigenden Schlachtkörpergewichten war auch eine Verbesserung der Schlachtausbeute zu verzeichnen. Dieser gerichtete Trend konnte sowohl zwischen den Herkünften als auch dem Schlachtalter beobachtet werden und stimmt mit den Ergebnissen von KRAPOTH (1987), DAMME (2001), GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) sowie GRASHORN (2006) überein.

Von den langsam wachsenden Herkünften erreichte der Genotyp Ross-Rowan nach einer Mastdauer von 56 Tagen das höchste Brustgewicht (incl. Haut und Knochen) mit 719 g. Mit deutlichem Abstand von ca. 30% folgten die Genotypen Cobb-Sasso-150 (500 g) und ISA-JA-957 (478 g) sowie ISA-JA-757 (449 g) und ISA-Red-JA (364 g) mit 37% bzw. 49% geringeren Gewichten für das wertvolle Teilstück Brust. Demgegenüber konnten schnell wachsende Tiere der Herkunft Ross-308 zu diesem Zeitpunkt ein Brustgewicht von mehr als 870 g erzielen (+21% gegenüber Ross-Rowan). Auch im Merkmal Brustanteil waren die Genotypen Ross-Rowan (37%) und Ross-308 (34%) den anderen Herkünften deutlich überlegen (Cobb-Sasso-150 32%, ISA-JA-757 31%, ISA-JA-957 30%). Die Herkunft ISA-Red-JA erreichte bei diesem Schlachtalter einen niedrigeren Brustanteil von 27%.

Zur Beschreibung der Verfettung der Schlachtkörper wurde das Gewicht des Abdominalfettes erfasst. Bei einem Schlachtalter von 56 Tagen wurden Abdominalfettgewichte von 14 g (ISA-JA-757) bis 37 g (Ross-308) gemessen. Unabhängig vom Einflussfaktor Genotyp ergaben sich mit steigendem Schlachtalter und –gewicht höhere Abdominalfettgewichte. Zwischen den Herkünften konnten signifikante Unterschiede im prozentualen Abdominalfettanteil nur im zweiten Versuchsdurchgang errechnet werden. Die beobachteten Abdominalfettgehalte lagen insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau. Aus den Untersuchungen von BELLOF et al. (2007) lassen sich für die Herkunft ISA-JA-257 bei einem Schlachtalter von 57 Tagen Abdominalfettgehalte von 2,4% ableiten. RISTIC (2005) konnte für die Herkunft Ross-308 bei einem Schlachtkörpergewicht von 1170 g (Alter 38 Tage) 26 g Abdominalfett (2,2%) ermitteln.

Unabhängig von den untersuchten Herkünften verdeutlichen die vorliegenden Ergebnisse, dass höhere Lebendgewichte mit einer Verbesserung in den Merkmalen des Schlachtkörperwertes verknüpft sind. Zwischen dem Schlachtkörpergewicht und dem Brustgewicht konnte für beide Schlachttermine (56 bzw. 81 Tage) eine hohe positive Korrelation von 0,84, auch innerhalb des Genotyps, errechnet werden. Demgegenüber zeigte sich zwischen den Merkmalen Schlachtkörper- und Abdominalfettgewicht kein gerichteter Zusammenhang.

Fleischbeschaffenheit

Die pH-Wert-Bestimmung bietet die Möglichkeit einer objektiven Beurteilung der Produktqualität. Mit einem frühen postmortalen Rückgang des pH-Wertes im Muskel wird eine Verschlechterung der Fleischbeschaffenheit angenommen. Ob PSE- oder DFD-Fleischqualitätsabweichungen bei Geflügelschlachtkörpern vorkommen, wird in der Literatur kontrovers diskutiert.

Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten pH-Werte 20 Minuten p.m. lagen überwiegend auf einem hohen Niveau (Tabelle 8). Mit Ausnahme der Herkünfte ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 (DG 2, Mastdauer 56 Tage) konnten an beiden Schlachtterminen Werte über 6,0 gemessen werden und zeigen keine überstürzte Glykolyse an. In Untersuchungen von Krapoth (1987) wurden bei 49 Tage alten Broilern 10 Minuten p.m. pH-Werte von 5,99 gemessen, während Muhl und Liebert (2006) 20 Minuten p.m. einen pH-Wert von 6,4 (Schlachtalter 35 Tage) feststellen konnten. Die Grenze von der normalen Fleischbeschaffenheit zu PSE-Fleisch wird bei pH1-Werten = 5,7 gezogen (RISTIC, 1981).

Nach der Lagerung zeigten alle Schlachtkörper unabhängig vom Schlachtalter eine ausreichende Durchsäuerung mit pH-Werten von 5,7 bis 5,9. Diese Werte stimmen mit Literaturangaben von TAUBERT (2001) überein. Ein ursächlicher Effekt auf die tendenziell niedrigeren früh-postmortalen pH-Werte des ersten Schlachttermins im Durchgang 2 (Tabelle 8b) konnte nicht gefunden werden.

Zwischen den geprüften Genotypen konnten signifikante Differenzen in der Fleischbeschaffenheit gemessen werden. Die pH-Werte der Schlachtkörper der Herkunft ISA-JA-957 zeigten einen normalen pH-Wert-Abfall von 6,25 (20 Minuten p.m.) auf 5,80 nach dem Auftauen. Höhere pH-Werte von 6,25 direkt nach dem Schlachten konnten für die schnell wachsende Herkunft Ross-308 ermittelt werden.

Die Unterschiede zwischen den Genotypen lassen einen positiven Zusammenhang zwischen dem Schlachtkörpergewicht und dem früh postmortalen pH-Wert vermuten. Die zusätzlich ermittelten Korrelationskoeffizienten dieser Merkmale, berechnet innerhalb Schlachalter und Genotyp, bestätigten dies jedoch nicht (Variationsbreite der Korrelation $-.22$ bis $+.17$).

Wurden die Tiere erst nach einer Mastdauer von 81 Tagen geschlachtet, ergaben sich ebenfalls sehr gute Kennzahlen für die Fleischbeschaffenheit, gemessen am pH-Wert 20 Minuten post mortem. Trotz des höheren Schlachtkörpergewichts bei einem Schlachalter von 81 Tagen lag der pH-Wert in beiden Durchgängen über 6,0. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von KRAPOTH (1987). Letzterer konnte beobachten, dass mit steigendem Schlachalter die pH-Werte sinken.

Beinstabilität

Hohe Zuwachsleistungen können sich negativ auf das Knochenskelett auswirken. Die von DJUKIC (2006) beschriebene Messung der Abwinkelung der Kniegelenkflächen sollten Differenzen zwischen den Herkünften aufdecken (Tabelle 9). Nach einer Mastdauer von 56 Tagen zeigte sich zwar am distalen Ende des Oberschenkels eine Veränderung gegenüber der Senkrechten mit einem Winkel von 11 bis 14 Grad, verschlechterte sich aber mit ansteigendem Alter nicht. Signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften konnten nur nach einer langen Mastdauer von 81 Tagen am proximalen Ende des Unterschenkels (Tibiotarsus) gemessen werden. Tiere mit höheren Lebendgewichten (Ross-308, Ross-Rowan) zeigten eine signifikant stärkere Abwinkelung der Gelenkflächen am proximalen Ende von 31,6 Grad gegenüber dem Durchschnitt von 27,9 bzw. 28,8 Grad.

Aufgrund der nicht vollständig standardisierten Messmethodik ist ein Vergleich mit Literaturwerten nur bedingt möglich. DJUKIC (2006) untersuchte die Herkünfte ISA-JA-257 und Ross-308 mit einem Alter von 42 Tagen und Lebendgewichten von 1411 bzw. 2216 g. Für die Abwinkelung des Femurs konnte DJUKIC (2006) im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen geringere Werte ermitteln (Ross-308 $9,3^\circ$, ISA-S-257 $6,4^\circ$). Für die Abwinkelung am proximalen Ende des Tibiotarsus (rechts) zeigten sich in der o.g. Untersuchung von DJUKIC (2006) eine nahezu gleiche Größenordnung und Differenz zwischen schnell und langsam wachsenden Hybriden (Ross-308 $31,8^\circ$, ISA-JA-257 $28,0^\circ$). REITER und KUTRITZ (2001) fanden zwischen

den Herkünften ISA-JA-657 und schnell wachsenden Herkünften (Ross, Lohmann, Hubbard) signifikante Unterschiede in der Abwinkelung der Tibia (ISA-S-657 24,6°, Ross 27,2°, Lohmann 30,1°, Hubbard 29,5°). Die von REITER und KUTRITZ (2001) ermittelte Differenz lässt sich möglicherweise auch auf große Unterschiede im Körpergewicht zum Messzeitpunkt (Mastdauer 35 Tage) zurückführen (ISA-S-657 870 g, Ross 1525 g, Lohmann 1575 g, Hubbard 1479 g).

Als ergänzendes Kriterium wurde im ersten Durchgang am 80. Lebenstag, im zweiten Durchgang am 52. Lebenstag die Beschaffenheit des Bewegungsapparates mittels des sog. Gait-Scoring stichprobenartig beurteilt. Beim subjektiven Gait-Scoring wird die Note 1 vergeben, wenn die Tiere sich normal bewegen, die Note 4, wenn es lauffähig ist. Tiere der Herkunft ISA-Red-JA erhielten eine Durchschnittsnote von 1,0, d.h. alle Tiere konnten sich uneingeschränkt fortbewegen. Masthähnchen der Herkunft ISA-JA-957 erhielten die Note 1,1 und Tiere des Genotyps Ross-308 erreichten erkennbar schlechtere Werte von 1,6 bei der Beurteilung. Im zweiten Durchgang erhielten alle Tiere der Herkünfte ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 die Note 1,0. Der Genotyp Ross-Rowan zeigte nur geringe Abweichungen (Note 1,1) in der Bewegungsfähigkeit. Ausgehend von der Annahme, dass die Gait-Score-Werte mit der Laufaktivität der Tiere in Verbindung steht, stehen die gefundenen Differenzen zwischen schnell und langsam wachsenden Herkünften in Einklang mit o.g. Beobachtungen von REITER und KUTRITZ (2001). Letztere konnten einen signifikanten Unterschied in der Laufaktivität zwischen schnell und langsam wachsenden Genotypen ermitteln (keine Korrektur differenter Lebendgewichte).

3.1.2 Vergleich der Futtermischungen

Verluste

In beiden Versuchsdurchgängen bestand kein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Mortalitätsrate und dem untersuchten Einflussfaktor Futter. Tendenziell höhere Verlustraten konnten bei den Tiergruppen, die mit der Futtermischung B versorgt wurden, festgestellt werden (Tabelle 10).

Mastleistungen

In Tabelle 11 sind die Least-Square-Means der Futteraufnahme, des Körpergewichts, der Tageszunahme und Futtermittelnutzung für die geprüften Futtermischungen dargestellt. Das Fütterungskonzept der abgesenkten Energiegehalte zielte darauf ab, die in der Literatur (BELLOF et al. 2005) beschriebene Kompensation durch eine gesteigerte Futteraufnahme zu realisieren.

Im ersten Mastdurchgang konnte dieser Sachverhalt nicht bestätigt werden, Tiere der Futtergruppe B (abgesenkter Energiegehalt) reagierten in der Aufzuchtphase nicht mit einem erhöhten Futterverzehr (Tabelle 11a). Stattdessen konnte bei der Futtergruppe B eine um 14% geringere Futteraufnahme pro Tag beobachtet werden (49 vs. 57 g/d; $p < 0,0001$). Im zweiten Versuchsdurchgang wurde in der Aufzuchtphase mit 54,4 g/Tag in beiden Futtergruppen zwar die gleiche Futtermenge verzehrt, nicht aber die gleiche Gesamtenergie aufgenommen (18,7 vs. 17,1 MJ ME; Tabelle 13a). Die Entwicklung der Körpermasse ist jedoch direkt abhängig von der kumulierten EAS- und ME-Aufnahme. Die signifikant geringeren Körpergewichte der Futtergruppe B am 28. Lebenstag stellen somit die Summe aus reduzierter Futterverzehrsmenge und (DG 1) bzw. oder (DG 2) abgesenkter Energiegehalt dar. Im Vergleich zur Futtergruppe A erzielten Tiere der Gruppe B am Ende der Aufzucht im ersten Durchgang eine um 20%, im zweiten Durchgang eine um 9% geringere Gesamtenergieaufnahme (Tabelle 13a). In nahezu linearer Abhängigkeit davon wurde im Durchgang 1 ein um 19%, im Durchgang 2 ein um 10% niedrigeres Körpergewicht der Fütterungsgruppe B erreicht.

Die Fütterungsvariante B wurde in der Mastphase I (Tag 29 - 56) nur im Durchgang 2 geprüft. Tendenziell konnten höhere Futtermittelverzehrwerte der Gruppe B gemessen (Tabelle 11b) werden, jedoch reichte die damit verbundene Nährstoffaufnahme für eine Angleichung der Zuwachsraten und Körpergewichte noch nicht aus. Der realisierte Energiegehalt der Mischung B betrug 11,32 MJ ME/kg (Tabelle 4b) und differierte um ca. 1,0 MJ ME/kg (= -8%) gegenüber Mischung A. Im Vergleich zu den Empfehlungen der GfE wies die Mischung B für diese Phase einen Mindergehalt von 16% auf. Im Mastabschnitt 29. bis 56. Tag unterschied sich die Gesamtenergieaufnahme zwischen den Fütterungsgruppen (53,7 vs. 51,7 MJ ME; Tabelle 13b), so dass die Fütterungsgruppe A in dieser Zeit 1700 g Gewichtszuwachs, die Fütterungsgruppe B lediglich 1475 g Zuwachs realisieren konnte.

In der Mastphase II (ab Tag 57) stellten sich analoge Verhältnisse ein. Tiere der Futtergruppe B verzehrten geringfügig mehr Futter pro Tag (+2%), erreichten aber nicht die Körpergewichte der Gruppe A (DG 2, Tabelle 11b). Wie bereits oben beschrieben, konnte in allen Mischungen das erforderliche Verhältnis von EAS zu ME eingehalten werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stehen im Widerspruch zu den Beobachtungen von SCHMIDT et al. (2004) und BELLOF et al. (2005), die mit ökologisch gehaltenen, langsam wachsenden Masthähnchen nachweisen konnten, dass eine Absenkung der Energie unter Beachtung des ME-EAS-Verhältnisses zu annähernd gleichen Mastleistungsergebnissen führte. Auch für die ökologische Putenmast konnte nachgewiesen werden, dass die Futtermittelaufnahme des Mastgeflügels umgekehrt proportional zum ME-Gehalt der Futtermischungen verläuft (SCHMIDT et al., 2007). Ein ursächlicher Zusammenhang zur nicht erfolgten isoenergetischen Futtermittelkompensation in der vorliegenden Untersuchung konnte nicht ermittelt werden. Mit Ausnahme der in Durchgang 1 verwendeten Gerste wurden für beide Futterrationen die gleichen Einzelkomponenten verwendet, so dass der unzureichende Futtermittelverzehr der Gruppe B nicht einer Futterkomponente angelastet werden konnte. Eine vorsorglich durchgeführte Prüfung der Mykotoxinbelastung der verwendeten Gerste konnte als Ursache ebenfalls ausgeschlossen werden. Trotz der unzureichenden Kompensation in der Fütterungsgruppe B muss festgehalten

werden, dass das Fütterungskonzept der abgesenkten Energie (EAS:ME = konstant) geeignet war, das genetische Potenzial aller Genotypen auszuschöpfen. Dies kann abgelesen werden an den erzielten Körpergewichten am 56. Lebenstag. Vergleicht man die Ergebnisse der Futtergruppe A (Tabelle 5) mit den Vorgaben der Zuchtunternehmen, so erreichten alle geprüften Herkünfte annähernd das Zielgewicht für dieses Alter bzw. lagen darüber (ISA-Red +12%, ISA-JA-957 +3%, Ross-308 -4%, ISA-JA-757 \pm 0%, Ross-Rowan +19%, Cobb-Sasso-150 \pm 0%).

In beiden Durchgängen konnte an hand der biologischen Leistungen der Tiere in der Aufzuchtphase festgestellt werden, dass eine anfänglich geringere Nährstoffversorgung die spätere körperliche Entwicklung hemmen und zur Folge haben, dass Differenzen in den Mastleistungen im Verlaufe der Mast bestehen bleiben oder sogar zunehmen. Die Aufzucht ist somit prädominierend für die Zuwachsleistung der gesamten Mastperiode. Zur Prüfung eines möglichen kompensatorischen Wachstums in späteren Entwicklungsphasen wurde im ersten Durchgang ab dem 29. Masttag auch an die Tiere der Gruppe B das Futter A mit einem Energiegehalt von 12,18 MJ ME/kg verfüttert. Die ab diesem Zeitpunkt energetisch besser versorgten Tiere (Gruppe B) zeigten zwar einen überproportionalen Lebendgewichtszuwachs, eine vollständige Kompensation konnte aber nicht realisiert werden (Tabelle 11a). Hervorzuheben ist jedoch, dass die Teilkompensation mit einer verbesserten Futtermittelverwertung verknüpft war. Tiere der Gruppe B benötigten in der Mastphase vom 29. bis 56. Tag lediglich 2,22 kg Futter pro Kilogramm Lebendgewichtszuwachs. Im Vergleich dazu betrug die Futtermittelverwertung der Futtergruppe A in dieser Mastphase 2,33 kg/kg (Tabelle 11a). Für die gesamte Zeit (Aufzucht- und Mast bis zum 56. Tag) ergab sich eine günstigere Futtermittelverwertung bei den Tieren der Gruppe B (B: 2,153 vs. A: 2,180). Dennoch unterstreichen die realisierten Körpergewichte am 56. Tag, dass nur in Ausnahmefällen ein kompensatorisches Wachstum der Tiere ökonomisch sinnvoll genutzt werden kann. Der optimalen Ausgestaltung der Umwelt (Haltung, Fütterung) ist auch in ökologisch wirtschaftenden Hähnchenmastbetrieben eine hohe Priorität einzuräumen.

Das Versuchsdesign der durchgeführten Untersuchung erlaubte eine Prüfung der Wechselwirkung zwischen den eingesetzten genetischen Herkünften und dem verwendeten Futtermischungen. Bedeutsam ist, dass zwischen den Fütterungsregime und den verwendeten Genotypen des ersten Durchgangs in der Aufzuchtphase eine signifikante Genotyp-Umwelt-Interaktion beobachtet werden konnte (Tabelle 12a). Während die langsam wachsende Herkunft ISA-Red-JA unabhängig vom angebotenen Futter in der Aufzuchtphase annähernd gleiche Futterverzehrsmengen aufwies, zeigte sich im Vergleich zur Futtergruppe A bei der Herkunft ISA-JA-957 eine Abnahme um 10% und bei der schnell wachsenden Herkunft Ross-308 eine Reduktion um 25% in der täglich verzehrten Futtermenge. Offensichtlich konnten Tiere mit einem höheren Wachstumsvermögen nicht genügend Futter aufnehmen, um eine vergleichbare Lebendmassezunahme zu erzielen. Der limitierende Effekt für die Futteraufnahme der Gruppe B bewirkte bei schneller wachsenden Tieren eine sichtlich stärkere Reaktion und führte zu proportional verringerten Körpergewichten nach 28 Tagen (ISA-JA-957 -18%; Ross-308 -23%, Tabelle 12a).

Im zweiten Durchgang konnten keine signifikanten Interaktionen zwischen der genetischen Herkunft und der Fütterung festgestellt werden. Für die Genotypen ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 wurden in der Aufzucht in beiden Futtergruppen (A, B) vergleichbare Futterverzehrswerte beobachtet werden (Tabelle 12b). Aufgrund der geringeren Gesamtenergieaufnahme erzielten die letztgenannten Herkünfte bei Verwendung der Futterration B geringere Gewichte (-14% und -8%) mit 28 Tagen. Der Herkunft Ross-Rowan gelang ein gewisser kompensatorischer Futterverzehr bei abgesenkten Energiegehalten (Futter A 59 g/d vs. Futter B 61 g/d), dieser reichte jedoch nicht aus, vergleichbare Lebendmassen bis zum 28. Tag zu erreichen. In der Mastphase I (Tag 29 bis 56) konnten in der Fütterungsgruppe B nur die Herkünfte ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 tendenziell mehr Futter aufnehmen, die Differenz in den Körpergewichten zur Futtergruppe A jedoch nicht kompensieren.

In der Literatur wird der Nährstoffbedarf bzw. das Proteinansatzvermögen langsam wachsender Herkünfte unterschiedlich beurteilt. Die im ersten Versuchsdurchgang ermittelten Interaktionen zwischen Genotyp und Fütterung stehen im Gegensatz zu den Beobachtungen von SCHMIDT et al. (2004a, b), die bei einem analogen Versuchsansatz mit mehreren Genotypen keine Unterschiede in der Reaktion auf

energiereduziertes Futter feststellen konnten. DAMME (2001) überprüfte zwei divergierende Aufzuchtgemischungen mit den Herkünften ISA-JA-457 (sehr langsam wachsend) und ISA-JA-257. Im erzielten Körpergewicht nach 28 Tagen betrugen die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen 19% bei der Herkunft ISA-JA-257 und 6% bei der Herkunft ISA-JA-457. GRASHORN (2006) untersuchte die Reaktion schnell und langsam wachsender Herkünfte auf Futtermischungen, die im Energie- und EAS-Gehalt divergierten; die von der GfE (1999) empfohlenen EAS:ME-Relationen waren jeweils erfüllt. Aus den Ergebnissen von GRASHORN (2006) wird deutlich, dass Hähne der Herkunft Ross-308 mit 32 Lebenstagen eine ausgeprägte Reaktion (-23% im Körpergewicht) auf die Versorgung mit energiereduziertem Futter (12,2 vs. 12,8 MJ/ME) zeigen. In dieser letztgenannten Untersuchung reagierten beide Genotypen ähnlich auf die Fütterung, wenn die Mast auf 84 Tage ausgedehnt wurde. DAMME (2003) vermutet, dass langsam wachsende Broiler über ein geringeres Proteinansatzvermögen verfügen und aufgrund dessen mit geringeren Nährstoffansprüchen leichter bedarfsgerecht gefüttert werden können. Demgegenüber betonen GRASHORN und CLOSTERMANN (2002), dass die zur Zeit verwendeten langsam wachsenden Herkünfte (z.B. ISA-J-257, ISA-J-957) doch ein vergleichsweise hohes Proteinansatzvermögen aufweisen. PETER et al. (1997) wiederum stellen heraus, dass Hähnchen der Herkunft Label Rouge mit Rationen, die Energiegehalte von 10,9 MJ ME/kg aufwiesen, bereits optimale Zuwachsraten und Ausschachtungsanteile realisieren konnten. Letzteres lässt vermuten, dass keine bedeutenden Interaktionen bestehen. In Versuchen mit ökologisch gehaltenen Mastputen konnten SCHMIDT et al. (2007) ebenfalls keine Interaktionen zwischen schnell und langsam wachsenden Genotypen und einer energetisch differentieller Ausstattung der Futtermischungen beobachten.

Die EG-Öko-Verordnung erfordert eine Anpassung der bisher praktizierten Fütterungsstrategien für die ökologische Hähnchenmast, da zukünftig ausschließlich ökologisch erzeugte Futterkomponenten zu verwenden sind. Zur Zeit liegen wenig Erfahrungswerte mit entsprechenden Fütterungskonzepten (100% Biofutter) vor. Für die ökologisch ausgerichtete Hähnchenmast sind negative Auswirkungen durch Veränderungen im Fütterungsregime jedoch bedeutend. Der im durchgeführten Forschungsvorhaben quantifizierte Effekt der Interaktionskomponente

Genotyp*Futter konnte nicht vollständig geklärt werden, so dass eine weitergehende Prüfung dieses Sachverhalts in ergänzenden Untersuchungen sinnvoll erscheint.

Die Verwendung von Rohstoffen mit geringem ME-Gehalt führte insbesondere in den Futtermischungen der Variante B zu einem Anstieg der Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP-Gehalte); mit dem Resultat einer unbefriedigenden Kotkonsistenz. Daraus ergab sich ein erhöhter Einstreubedarf, um negative Folgen für die Tiergesundheit (Gefiederverschmutzung, Beinprobleme) zu vermeiden. Dieser Aspekt sollte in weitergehenden Untersuchungen abgeklärt werden.

Schlachtkörperwert

Die Merkmale des Schlachtkörperwertes (Gewichte und Anteile) in Abhängigkeit der Fütterung sind in Tabelle 14 dokumentiert. Für die Erfassung der Schlachtkörpermerkmale wurde aus jeder Wiederholung eine repräsentative Stichprobe entnommen. Die höheren Mastleistungen der Fütterungsgruppe A spiegeln sich daher auch in den Schlachtkörpermerkmalen wider. Nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen ergaben sich für die Merkmale Schlachtkörpergewicht und Schlachtausbeute sowie für die Wertbestimmenden Teilstückgewichte gesicherte Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen.

Im Durchgang 1 erfolgte nur in der Anfangsmast eine divergierende Fütterung, dennoch zeigten sich die Auswirkungen in den Schlachtkörpermerkmalen (Mastdauer 56 Tage). Die Tiere waren demnach nicht in der Lage das Defizit in der Startphase zu kompensieren. Die durchgehend mit Futter A versorgten Tiere erzielten signifikant höhere Brustanteile (30,4% vs. 29,2%), der prozentuale Anteil für das Merkmal Schenkel war demgegenüber erniedrigt (29,7% vs. 30,6%). Keine Unterschiede konnten bis zu diesem Alter im Anteil Abdominalfett ermittelt werden, für beide Fütterungsgruppen konnte eine Verfettung der Schlachtkörper von 1,5% beobachtet werden.

Auch im Durchgang 2 bewirkte das Futterregime B signifikant geringere Schlachtkörpergewichte und in Abhängigkeit davon geringere Teilstückgewichte bei den Stichprobenschlachtungen nach 56 und 81 Lebenstagen. Während für den ersten Schlachtermin im Brustanteil (A und B 33,1%) und im Schenkelanteil (29,0

bzw. 29,3%) keine gesicherten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen festgestellt werden konnte, vergrößerten sich mit zunehmendem Lebensalter die Unterschiede zwischen diesen Gruppen. Bei einer Schlachtung nach 81 Lebenstagen wies die mit Futter A versorgte Tiergruppe einen signifikant höheren Brustanteil (34,1 vs. 33,1%) und tendenziell geringeren Schenkelanteil auf. Im zweiten Versuchsdurchgang reagierten die Tiere der Fütterungsgruppe B mit einer sehr geringen Verfettung (Abdominalfettgehalt 0,91% bzw. 1,53% nach 56 bzw. 81 Tagen). Tendenziell höhere Verfettungsgrade konnten bei der Fütterungsgruppe A beobachtet werden (1,06% bzw. 1,73% nach 56 bzw. 81 Tagen).

In der Untersuchung wurden die Schlachtungen, wie in der Praxis üblich, termin- und nicht gewichtsorientiert durchgeführt. Die beobachteten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen lassen sich möglicherweise auch durch die erzielten Mastendgewichte erklären. Der Brustanteil wird bei älteren bzw. schwereren Tieren größer, der Schenkelanteil sinkt oder bleibt gleich (SCHOLTYSSSEK, 1987; GRASHORN und CLOSTERMANN, 2002). In dieser Untersuchung konnten zwischen Schlachtkörpergewicht und Brustanteil phänotypische Korrelationen von 0,6 ermittelt werden. Die Korrelationen zwischen Schlachtkörpergewicht und Schenkelanteil betragen $r = -0,17$. Die weitergehende Datenanalyse zeigte, dass sich durch eine Korrektur auf ein einheitliches Schlachtkörpergewicht kein signifikanter Fütterungseinfluss nachweisen ließ. Führen stark divergierende Rationen zu großen Differenzen im Mastendgewicht, lassen sich demnach signifikante Fütterungseinflüsse auf die wertbestimmenden Schlachtkörpermerkmale nachweisen. Diese Annahmen stehen im Einklang mit GRASHORN (2006), der nur tendenzielle Einflüsse divergierender Rationen auf den Brust- und Schenkelanteil feststellen konnte. Aufgrund der Vergleichbarkeit mit Literaturangaben wurde das oben erwähnte Auswertungsmodell (Regression auf das Schlachtkörpergewicht) für die vorliegende Datenanalyse jedoch nicht verwendet. Eine Interpretation der signifikanten Interaktionen zwischen Genotyp und Fütterung im Durchgang 1 (Mastdauer 56 Tage; Tabelle 15) kann aufgrund des dargelegten Sachverhalts nur sehr bedingt erfolgen.

Für den Abdominalfettgehalt werden von DAMME (2001) für langsam wachsende Herkünfte und einem Schlachtagter von 56 Tagen Werte von 3,3% angegeben. Die Werte der vorliegenden Untersuchung liegen mit 1,5% (DG 1) und 1,0% (DG 2) nach

56 Tagen deutlich darunter und zeigen eine ausgewogene Verwertung der aufgenommenen Energie und essentiellen Aminosäuren.

Fleischbeschaffenheit

Ein Fütterungseinfluss auf die Fleischbeschaffenheit (pH 20 Min. p.m.; pH nach dem Auftauen) konnte nicht nachgewiesen werden (Tabelle 16).

3.1.3 Vergleich der Haltungsformen

Nutzung des Auslaufs

Die Nutzung des Grünauslaufs wurde mittels einer Stichprobenerhebung erfasst, indem die Tiere am ~75. Lebenstag während der Dämmerungsphasen (± 2 h nach/vor Sonnenauf-/untergang) gezählt wurden. In den Beobachtungszeiträumen wurde der Auslauf von durchschnittlich 12% der Tiere genutzt. DAWKINS et al. (2003) geben für Broiler ein Maximum von 15% der Tiere im Auslauf an. In der vorliegenden Untersuchung unterschied sich das Auslaufverhalten in Abhängigkeit des Körpergewichts bzw. des Genotyps. Während Tiere des Genotyps Ross-308 und Ross-Rowan den Auslauf nicht bzw. nur zu 2% nutzten, konnten von den Herkünften ISA-JA-957 10%, Cobb-Sasso-150 17%, ISA-JA-757 20% und ISA-Red-JA 25% der Tiere im Grünauslauf gezählt werden.

Verluste

Bei einer Haltung in den Mobilstallungen mit Grünauslauf zeigten sich tendenziell erhöhte Verlustraten (Tabelle 17) im Vergleich zur ausschließlichen Stallhaltung. In der Abgangsrate sind Verluste durch Greifvögel eingeschlossen. Dennoch konnte kein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Mortalitätsrate und dem untersuchten Einflussfaktor Haltung festgestellt werden.

Mastleistungen

In Tabelle 18 sind die Ergebnisse der Merkmale Futteraufnahme, Körpergewicht, Tageszunahme und Futtermittelverwertung in den Haltungsumwelten mit und ohne Auslauf dokumentiert. Für den Futterverzehr pro Tag konnten in den

Versuchsdurchgängen unterschiedliche Beobachtungen gemacht werden. In der Mastphase I des ersten Durchgangs erzielten Tiere mit Auslauf tendenziell höhere (+4%), im Durchgang 2 demgegenüber signifikant niedrigere Futtermittelverzehrwerte (-6%). Auf das Lebendgewicht am Ende der Mast wirkte sich die kontinuierliche Stallhaltung nicht negativ aus. In beiden Durchgängen erzielten Tiere ohne Auslauf eine tendenziell bessere Gewichtsentwicklung (+1 bis 2%). In welchem Umfang die Tiere mit Auslaufmöglichkeit Grünfutter oder Insekten aufnahmen, konnte nicht eindeutig geklärt werden. Eine indirekte Ermittlung dieses Effekts über den Futteraufwand pro kg Zuwachs ergab im ersten Durchgang ungünstigere (-7%, $P=0,0123$, Mast I), im zweiten Mastdurchgang günstigere Werte (+3%, $P=0,3211$, Mast I), wenn ein Zugang zu Grünflächen bestand. Zwischen der genetischen Herkunft und dem Haltungssystem konnte nur für den täglichen Futtermittelverzehr in der Mastphase I eine signifikante Interaktionskomponente ermittelt werden (DG 1 $P=0,03$; DG 2 $P=0,002$, Tabelle 19). Der Genotyp Ross-308 verzehrte in der Mastphase vom 29. bis 56. Tag 19 g mehr Futter, wenn ein Zugang zum Auslauf bestand (215 vs. 196 g/d). Demgegenüber erzielten Herkünfte die ISA-JA-957 und ISA-Red-JA nahezu identische Futtermittelverzehrwerte in den verschiedenen Haltungsumwelten (132 bzw. 123 g/d). Im Durchgang 2 realisierte der Genotyp Cobb-Sasso-150 höhere tägliche Futteraufnahmen im Haltungssystem mit Grünauslauf (165 vs. 157 g/d), während die Herkünfte ISA-JA-757 und Ross-Rowan bei kontinuierlicher Stallhaltung mehr Futter pro Tag verzehrten (+6 bzw. +29 g/d). Für die Merkmale Lebendgewicht, Tageszunahme und Futtermittelverwertung konnten keine Interaktionen nachgewiesen werden.

Schlachtkörperwert

Die Auslaufhaltung beeinflusste die erzielten Lebendgewichte am Ende der Mastphasen und in Abhängigkeit hiervon ergaben sich überwiegend signifikante Differenzen in den Schlachtkörper- und Teilstückgewichten (Tabelle 20) zugunsten der Haltungsform ohne Auslauf. Während bei den Tieren mit Zugang zu den Grünflächen gleiche bzw. geringfügig niedrigere Brustanteile gemessen werden konnten, zeigten sich bei dieser Haltungsform etwas höhere Prozentwerte für das Teilstück Schenkel. Nach einer Mastdauer von 56 Tagen konnte in beiden

Durchgängen eine geringere Verfettung (nicht signifikant) bei der Auslaufhaltung gemessen werden.

Für die Merkmale des Schlachtkörpers gilt ebenfalls, dass nicht abschließend geklärt werden konnte, ob die Differenzen in erster Linie auf den Effekt Haltung oder den mit der Haltung verknüpften Schlachtkörpergewichten in Zusammenhang zu bringen sind. Die Aussagen zum Einfluss der unterschiedlichen Futterationen A und B gelten in Analogie auch für die Haltungsumwelt. Weitergehende Untersuchungen zum Einfluss des Auslaufs sollten auch in Abhängigkeit konstanter Mastendgewichte bzw. Schlachtgewichte durchgeführt werden.

Fleischbeschaffenheit

Die Haltungsform 'Auslauf' beeinflusste die Fleischbeschaffenheit, gemessen mittels pH-Wert 20 Minuten p.m., nur in geringem Umfang (Tabelle 21). Im ersten Durchgang und einer Mastdauer von 56 Tagen erreichten die Unterschiede zwar die Signifikanzschwelle, aufgrund der insgesamt guten Fleischbeschaffenheit ist diese Differenz jedoch von untergeordneter Bedeutung. Kritische Werte unter pH=5,7 wurden in keiner Subzelle erreicht, so dass die Fleischbeschaffenheit auch bei ausschließlicher Stallhaltung als gut zu bezeichnen ist.

Beinstabilität

Mit der Auslaufhaltung ist ein positiver Erwartungswert für die Knochenbildungsprozesse verknüpft. Gemessen an den Veränderungen im Kniegelenk führte die erweiterte Bewegungsfreiheit in der Auslaufhaltung nur tendenziell zu einer geringeren Deformation der Gelenkflächen (Tabelle 22). Entgegen dieser Tendenz war im ersten Durchgang die Auslaufhaltung mit einer stärkeren Veränderung im Unterschenkel verbunden, da hier eine geringfügig stärkere Abwinkelung der proximalen Gelenkfläche gemessen wurde (Differenz nicht signifikant).

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Genotypen

Auch für die ökologische Geflügelmast sind hohe biologische Leistungen bedeutend. Die Auswahl an Genotypen für die Nutzung im ökologischen Landbau ist jedoch eingeschränkt, da nur anerkannt langsam wachsende Herkünfte eingesetzt werden dürfen. Die Verwendung konventioneller, schnell wachsender Herkünfte und eine damit verbundene Ausdehnung der Mast bis zum 81. Lebenstag kann vermutlich nur in Ausnahmefällen sinnvoll sein, da für sehr schwere Schlachtkörper von mehr als 4,0 kg (Ross-308 Lebendgewicht 5,6 kg) geeignete Vermarktungsstrategien gefunden werden müssen.

Als Kriterium der Abgrenzung zu schnell wachsenden Linien dient i.d.R. die Tageszunahme. Es muss jedoch in Frage gestellt werden, ob eine einmal festgesetzte Höchstgrenze in der Tageszunahme langfristig Erfolg versprechend ist. Eventuell kann die von DAMME (2006, mündliche Mitteilung) postulierte Vorgehensweise zielführend sein, Zuchtlinien dann als ‚langsam wachsend‘ zu bezeichnen, wenn ein definierter Abstand zu konventionellen, schnell wachsenden Herkünften unterschritten wird (z.B. 80% der Tageszunahme). Dieser Ansatz verhindert, dass langsam wachsende Zuchtlinien vom genetischen Fortschritt in der Geflügelzucht abgekoppelt werden.

Der vorliegende Versuchsansatz sollte daher bestehende Differenzen zwischen langsam und schnell wachsenden Herkünften aufdecken. Die untersuchten langsam wachsenden Herkünfte lagen bei einer Mastdauer bis zum 56. Lebenstag in den Merkmalen Futtermittelverzehr, Körpergewicht und Tageszunahmen deutlich unter den Mastleistungen des schnell wachsenden Genotyps Ross-308. Während die Tageszunahme der Genotypen ISA-JA-957, ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 nur ca. 65% der Herkunft Ross-308 betrug, erreichte der Genotyp Ross-Rowan annähernd 83% der Tageszunahme der schnell wachsenden Linie Ross-308 (Abbildung 1). Hervorzuheben ist, dass mit höheren Wachstumsleistungen i.d.R. eine Verbesserung der Futtermittelverwertung einhergeht. Dieser Sachverhalt könnte für die zukünftigen Bedingungen des ökologischen Landbaus (100% Bio-Futter) an Bedeutung gewinnen.

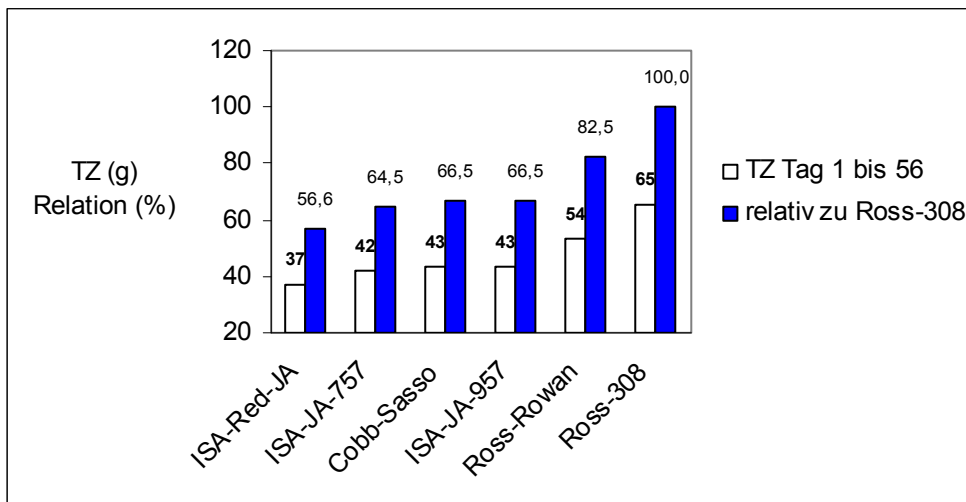


Abbildung 1: Tageszunahme (g/d; relativ; Futter A) langsam und schnell wachsender Masthähnchen unter ökologischen Haltungsbedingungen

Auch langsam wachsende Herkünfte differieren in den Merkmalen des Schlachtkörperwertes. Bei einer Vermarktung von Teilstücken könnte die Herkunft Ross-Rowan mit einem Brustanteil von 37%, gegenüber 31% bei der Herkunft ISA-JA-957, überlegen sein, auch wenn der Schenkelanteil mit 28% um 2% geringer ausfällt.

Die Fleischbeschaffenheit, gemessen am pH-Wert post mortem und nach dem Auftauen, zeigte bei keiner der geprüften Herkünfte Mängel auf.

Nach einer Mastdauer von 56 Tagen zeigten sich nur tendenzielle Veränderungen im Knochenskelett. REITER (2009, mündliche Mitteilung) definiert Abweichungen von mehr als 31° am proximalen Ende der Tibia als Deformation. Nur die schnell wachsende Herkunft Ross-308 überschreitet bei einer Mast bis zum 56. Tag diesen Grenzwert.

Rationsgestaltung

Mit der vorliegenden Untersuchung konnte belegt werden, dass eine adäquate Versorgung der Masthähnchen mit ausschließlich ökologisch erzeugten Futterkomponenten möglich ist. Auch Genotypen mit sehr hohem

Wachstumspotenzial (Ross-308) erreichten die vom Zuchtunternehmen für konventionelle Fütterungsbedingungen vorgegebenen Zielgewichte, wenn sie mit Futtermischungen versorgt wurden, die einen Energiegehalt von 11,8 MJ ME/kg aufweisen. Hierbei wurden die Empfehlungen der GfE (1999) zum Gehalt an essentiellen Aminosäuren eingehalten.

Das durchgeführte Fütterungskonzept mit weiter abgesenkten Energiegehalten (11,0 MJ ME/kg; unter Beachtung des ME-EAS-Verhältnisses) zielte darauf ab, die in der Literatur (BELLOF et al. 2005) beschriebene Kompensation durch eine gesteigerte Futteraufnahme zu realisieren. In der vorliegenden Studie ließ sich dieser Ansatz nur teilweise bestätigen. Abgesenkte Energiegehalte führten nicht in jedem Fall zu einer proportional gesteigerten Futteraufnahme. Einer beliebigen Ausdehnung dieses Ansatzes sind offenbar Grenzen gesetzt. Wird der Energiegehalt der Futtermischung zu weit abgesenkt, kann sich dies möglicherweise als wachstumsbegrenzender Faktor auswirken. Die von SCHMIDT et al. (2007) beschriebene Reaktion von Puten auf energiereduziertes Futter (11,0 MJ ME/kg) deuten ebenfalls darauf hin. Die Autoren fanden bei dieser Tierart in der Aufzucht eine tendenzielle, in den Mastphasen eine signifikante Unterlegenheit im Wachstum. Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen konnten die ursächlichen Faktoren für die Steuerung der täglich aufgenommenen Futtermenge nicht geklärt werden. Neben einem anatomisch bedingten, maximalen Futteraufnahmevermögen kommen möglicherweise auch einzelne, wertbestimmende Futtermittelinhaltsstoffe, z.B. Zucker oder Fettsäuren, oder auch die Relation verschiedener Inhaltsstoffe zueinander in Betracht. Auch scheint der Grad der anfänglich unzureichenden Nährstoffversorgung nicht nur für die weitere körperliche Entwicklung sondern auch für die Ausbildung des kompensatorischen Wachstums von Bedeutung zu sein.

Zwischen dem Genotyp und dem Fütterungsregime können signifikante Interaktionen auftreten, so dass eine Anpassung der Fütterung an den verwendeten Genotyp erforderlich sein kann. Die vorliegenden Ergebnisse sowie die Untersuchungen von GRASHORN (2006) deuten an, dass Masthähnchen mit höheren Wachstumsleistungen, insbesondere in der Aufzuchtphase, Futter mit einem ausreichenden Energiegehalt benötigen.

Das erzielten Ergebnisse mit sehr weit abgesenkten Energiegehalten in den Futtermischungen unterstreichen die Bedeutung ergänzender Versuche zur

optimalen Ausgestaltung der Futtermischungen für ökologisch gehaltene Masthähnchen. Ein Ziel hierbei wäre die Verwendung ökologisch erzeugter Eiweißkomponenten mit vergleichsweise geringer Aminosäureausstattung, um so den Forderungen der EG-Öko-Verordnung (100% Biofutter) gerecht werden zu können.

Haltung

Die ausschließliche Stallhaltung beeinträchtigte die Ergebnisse der Mastleistung nicht. Den Tieren stand im Stall allerdings ausreichend Platz zur Verfügung.

Zwischen der Haltung mit und ohne Grünauslauf konnten keine bedeutsamen Unterschiede in der Beinstabilität oder der Fleischbeschaffenheit festgestellt werden. Allerdings wurde der Grünauslauf nur von einem Teil der Tiere genutzt.

4. Zusammenfassung

Für eine ökologische Masthähnchenhaltung sind langsam wachsende Herkünfte oder ein Mindestschlachtalter von 81 Tagen sowie ab 2012 die Verwendung ausschließlich ökologisch erzeugter Futterkomponenten vorgeschrieben (EG-Öko-Verordnung: VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008). In der vorliegenden Studie wurden die biologischen Leistungen der langsam wachsenden Herkünfte ISA-Red, ISA-JA-757, ISA-JA-957, Cobb-Sasso-150 und Ross-Rowan sowie der schnell wachsenden Herkunft Ross-308 bei einer Versorgung mit ausschließlich ökologisch erzeugten Futterkomponenten vergleichend untersucht. Zudem sollte geklärt werden, ob Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten (< 12 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essentiellen Aminosäuren (EAS) - bei konstantem Verhältnis von EAS:ME - in der ökologischen Hähnchenmast mit Erfolg eingesetzt werden können. Darüber hinaus sollten mögliche Genotyp-Umweltinteraktionen zwischen dem Fütterungsregime und der Wachstumsgeschwindigkeit der verwendeten genetischen Herkünfte sowie der Einfluss ausschließlicher Stallhaltung aufgedeckt werden.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der Vorgaben in zwei Durchgängen in den Versuchsstallungen der Fachhochschule mit 240 Eintagsküken pro Herkunft (3 Genotypen/Durchgang; 24 Abteile mit je 15 männlichen und 15 weiblichen Küken). Die Aufzucht bzw. Mast der Tiere wurde in drei Phasen (Aufzucht Tag 1-28, Mast I Tag 29-56, Mast II Tag 57-81) durchgeführt. In den Mastphasen erhielt eine Hälfte Zugang zum Grünauslauf, die restlichen Tiere verblieben als Kontrollgruppe ohne Auslauf im Stall. Es wurden zwei Fütterungsgruppen (A und B) mit nährstoffangepassten Alleinfuttermischungen, aber unterschiedlichen ME- und Aminosäuregehalten, konzipiert. Gegenüber den Empfehlungen der GfE (1999) wurde in der Futtermischung A eine Absenkung der Energie auf ca. 12,0 MJ ME/kg (Aufzucht) bzw. ca. 12,3 MJ ME/kg (Mast I) realisiert. Die Energiegehalte der Mischung B zeigten einen weiteren Rückgang um 6-10% gegenüber Mischung A in der Aufzucht- bzw. Mastphase I.

Genotypen mit einem hohen Wachstumsvermögen erreichten auch unter ökologischen Haltungs- und Fütterungsbedingungen ihr genetisches Leistungspotenzial und nutzten das eingesetzte Futter A (~12,0-12,3 MJ ME/kg) zur Produktion marktüblicher Mastendgewichte effizienter aus. Nach einer Mastdauer von 56 Tagen erreichten Tiere der Herkunft ISA-JA-957 und ISA-JA-757 ein Lebendgewicht von 2463 g bzw. 2384 g. Die rot befiedernde Herkunft ISA-Red erzielte ein Gewicht von 2104 g, während die Genotypen Cobb-Sasso-150 und Ross-Rowan zu diesem Zeitpunkt 2467 g bzw. 3044 g wogen. Die schnell wachsende konventionelle Herkunft Ross-308 erzielte nach 56 Lebenstagen ein Gewicht von 3689 g. Bei einer Verlängerung der Mast auf 81 Tage erreichten Tiere des Genotyps Ross-308 ein Lebendgewicht von 5,6 kg, Ross-Rowan 4,8 kg und ISA-Red-JA 3,3 kg. Die Herkünfte ISA-JA-957, ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 erzielten zu dem Zeitpunkt 3,8 kg. In Analogie zum Lebendgewicht ergaben sich nach 56 Masttagen höhere Brustanteile (incl. Haut und Knochen) für die Herkünfte Ross-Rowan (37%) und Ross-308 (34%). Während der Genotyp ISA-Red-JA nur einen Brustanteil von 27% erzielte, konnten für die Herkünfte ISA-JA-957, ISA-JA-757 und Cobb-Sasso-150 Werte von 30-31% ermittelt werden. Es konnten keine Mängel in der Fleischbeschaffenheit (pH-Wert 20 Min. post mortem) beobachtet werden. Nach einer Mastdauer von 56 Tagen wurde nur bei der Herkunft Ross-308 eine

tendenzielle Veränderungen im Knochenskelett (Abwinkelung der Gelenkfläche am proximalen Ende der Tibia) festgestellt.

Die abgesenkten Energiegehalte in der Futtermischung B (ca. 11 MJ ME/kg) führten nicht in jedem Fall zu einer proportional gesteigerten Futteraufnahme. Im ersten Durchgang konnte in der Aufzuchtphase eine um 14% reduzierte Futteraufnahme beobachtet werden. Im zweiten Durchgang verzehrten die Tiere der Futtergruppe B zwar die gleiche Futtermenge, aber 9% weniger Gesamtenergie. Einer beliebigen Ausdehnung dieses Ansatzes sind offenbar Grenzen gesetzt. Zudem zeigten sich teilweise signifikante Interaktionen zwischen dem energiereduzierten Futter und dem genetischen Wachstumsvermögen der Tiere. Schneller wachsende Genotypen erzielten ein überproportional geringeres Körpergewicht, wenn sie mit Futter B versorgt wurden (Körpermasse Gruppe A:B am Tag 28: ISA-Red-JA -12%; ISA-JA-957 -18%; Ross-308 -23%).

Die ausschließliche Stallhaltung beeinträchtigte die Ergebnisse der Mastleistung nicht. Der Grünauslauf wurde nur von einem Teil der Tiere genutzt.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Mit dem Vorhaben konnte die Eignung langsam wachsender Masthähnchenherkünfte unter Beachtung der ab 01.01.2012 geltenden Vorschrift EG-Öko-Verordnung (100%-Bio-Fütterung; VO (EG) Nr. 834/2007 und VO (EG) Nr. 889/2008) gezielt geprüft werden.

In Deutschland werden für die ökologische Hähnchenhaltung überwiegend die Zuchtprodukte ISA-JA-957 und ISA-JA-757 verwendet. Es konnte gezeigt werden, dass die neu auf dem Markt zur Verfügung stehenden Herkünfte Ross-Rowan und Cobb-Sasso-150 im Vergleich zu konventionellen Masthybriden (Ross-308) langsam wachsend und für die ökologische Hähnchenfleischerzeugung geeignet sind. Der Genotyp Ross-Rowan war den anderen langsam wachsenden Zuchtprodukten in den biologischen Leistungen überlegen und erfüllte in besonderer Weise die Anforderungen des Marktes (hoher Brustfleischanteil). Die Herkunft ISA-Red-JA kann

als sehr langsam wachsend bezeichnet werden und kann z.B. aufgrund der roten Befiederung für spezielle Vermarktungswege interessant sein.

Die Verwendung ausschließlich ökologisch erzeugter Futterkomponenten wirkt sich nicht nachteilig auf die Leistungen aus.

Für optimale Aufzucht- und Mastergebnisse sowie marktfähige Schlachtkörper ist ein Fütterungskonzept mit einem Energiegehalt von 12,0 MJ ME/kg in der Aufzucht und >12,2 MJ ME/kg in der Mast bis zum 56. Lebensstag sehr gut geeignet. Für die Gehalte an essentiellen Aminosäuren sind die Empfehlungen der GfE (1999) zu beachten.

Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten (11 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essentiellen Aminosäuren (EAS) (bei konstantem Verhältnis von EAS : ME) führten nicht zur erwarteten isoenergetischen Futterkompensation. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von BELLOF et al. (2005) führten Gehaltswerte von ca. 11,0 MJ ME/kg im Alleinfutter nicht zu gleichen Mastleistungen, da die Möglichkeit der Tiere, mit einem erhöhten Futtermittelverzehr geringere ME-Gehalte auszugleichen, offenbar begrenzt war.

Zwischen Fütterung und genetischer Herkunft konnten teilweise signifikante Wechselwirkungen nachgewiesen werden. Hybriden mit einem höheren genetischen Wachstumspotenzial reagierten mit deutlichen Leistungseinbußen auf Futtermischungen mit abgesenkten Energiegehalten.

Die ausschließlich Stallhaltung wirkte sich nicht negativ auf die Tiergesundheit und Vitalität der Tiere aus.

Eine verlängerte Mastdauer (81 Tage) führte tendenziell zu einem Anstieg der Verlustraten und einer geringfügig stärkeren Abwinkelung der Tibia. Mit zunehmendem Alter erhöhte sich das Lebendgewicht und führte zu sehr schweren Schlachtkörpern ohne Einbußen im Schlachtkörperwert.

Die gemessenen pH-Werte, als Maßstab für die Produktqualität bzw. Fleischbeschaffenheit, zeigten durchwegs sehr gute Ergebnisse.

Eine Überprüfung der Fütterungskonzepte in ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben konnte nicht realisiert werden.

6. Literaturverzeichnis

AVIAGEN, 2009a: Broiler Performance Ross Rowan

<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=15&con=3871&siteId=2>

AVIAGEN, 2009b: Broiler Performance Ross-308

<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=15&con=562&siteId=2>

BASSLER, R. (Ed.), 1988: Methodenbuch Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln mit 2. Ergänzungslieferung 1988, 3. Ergänzungslieferung 1993 und 4. Ergänzungslieferung 1997. VDLUFA-Verlag, Darmstadt

BELLOF, G., SCHMIDT, E., RISTIC, M., 2005: Einfluss abgestufter Aminosäuren-Energie-Verhältnisse im Futter auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert einer langsam wachsenden Herkunft in der ökologischen Broilermast. Archiv für Geflügelkunde, 69, 252 - 260

COBB-VANTRESS, 2009: Broiler Performance Cobb-Sasso-150

<http://www.cobb-vantress.com/Products/CobbSasso150Literature.aspx>

DAMME K., 2001: Mastgeflügel in der Öko-Produktion - Welche Hybriden eignen sich für die Ökomast? DGS-Magazin, 48, 25-28

DAMME, K., 2003: Hähnchen- und Putenmast im Öko-Betrieb - Ermittlung geeigneter Herkünfte und Futterrationen, LfL-Schriftenreihe 3/03, 49 – 59

http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe_url_1_1.pdf

DAMME, K., LEMME, A., und PETRI, A., 2005: Über kristalline Aminosäuren sollte diskutiert werden. DGS-MAGAZIN 9/2005, 24-29

DAWKINS, M., P. COOK, P. WITTINGHAM, M. MANSELL, K. HARPER (2003): What makes free-range broiler chicken range? Animal Behaviour 66, 151 – 160

http://www.ncl.ac.uk/biology/assets/MWhitt_pdf/03Dawkins.pdf

DJUKIC, 2006: Die Bedeutung der Laufaktivität und der Gewichtsentwicklung bei der Entstehung von Beinschäden beim Mastgeflügel. Dissertation, Institut für Tierhaltung und Tierzucht, Fachgebiet: Nutztierethologie und Kleintierzucht, Universität Hohenheim

GfE – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 1999: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

GRASHORN, M. A., CLOSTERMANN, G., 2002: Mast- und Schlachtleistung von Broilerherkünften für die Extensivmast. Archiv für Geflügelkunde, 66, 173-181

GRASHORN, M., 2006: Fattening performance, carcass and meat quality of slow and fast growing broiler strains under intensive and extensive feeding conditions.

Tagungsband der XII European Poultry Convergence, Verona

<http://www.animalscience.com/uploads/additionalfiles/WPSAVerona%5C10236.pdf>

HALLE, I.; DÄNICKE, S., 2003: Beurteilung der Nährstoffversorgung bei hochleistenden Tieren –hier Mastbroilern- mit Öko-Futtermitteln. 2003; <http://orgprints.org/8951/>

HÖRNING, B., TREI, G., LUDWIG, A., DÜSING, S., HACKENSCHMIDT, T., 2009: Stationsprüfung für die ökologische Hühnermast. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 11.-13. Februar 2009

HUBBARD-BREEDERS, 2009a: Broiler Performance ISA-JA-757 and ISA-JA-957 <http://www.hubbardbreeders.com/products.php?id=5>

HUBBARD-BREEDERS, 2009b: Broiler Performance ISA-Red-JA <http://www.hubbardbreeders.com/products.php?id=5>

KRAPOTH, H. J., 1987: Untersuchungen zur Schlachtkörperbewertung und Fleischbeschaffenheit bei Broilern. Selbstverlag des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel

MUHL, A. und LIEBERT, F., 2006: Einfluss eines phytoenen Zusatzstoffes auf Wachstums- und Schlachtqualitätsparameter beim Masthähnchen. 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 28.-30. November 2006, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. <http://www.te-halle.de/pdf/208-209.pdf>

PETER, W., DÄNICKE, S., JEROCH, H., 1997: Einfluß der Ernährungsintensität auf den Wachstumsverlauf und die Mastleistung französischer "LABEL" Broiler. Archiv Tierzucht, 40, 69-84

REITER, K, Barbara KUTRITZ, 2001: Das Verhalten und Beinschwäche von Broilern verschiedener Herkünfte. Archiv für Geflügelkunde 65/2001, S. 137-141

RISTIC, M., 1981: Einflussfaktoren auf die Fleischbeschaffenheit bei Broilern. Fleischwirtsch. 61, 1522 - 1530

SAS/STAT, 1999: The SAS system for Windows Ed 8.01 Cary, NC.

SCHOLLTYSSEK, S., 1987: Geflügel. Ulmer, Stuttgart

SCHMIDT, E., BELLOF, G., BEER, S., KREITNER, D., 2004a: Ökologische Hähnchenmast: Einfluss der Fütterung auf die Mast- und Schlachtleistung. DGS-MAGAZIN 45, 25-28

SCHMIDT, E., BELLOF, G., BEER, S., KREITNER, D., 2004b: Ökologische Hähnchenmast: Einfluss des Genotyps auf die Mast- und Schlachtleistung. DGS-Magazin, 49, 40-43

SCHMIDT, E., BELLOF, G., HAHN, G. (2007): Einfluss unterschiedlicher Energiegehalte in Alleinfuttermischungen auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert von langsam oder schnell wachsenden Genotypen in der ökologischen Putenmast. Archiv für Geflügelkunde, 71, 207 - 218.

TAUBERT, 2001: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=963241958&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=963241958.pdf

Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91, Amtsblatt der Europäischen Union, L 189/1-23

Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle, Amtsblatt der Europäischen Union, L 250/1-84

WPSA - Working Group No. 2 - Nutrition, 1984: The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. World's Poultry Sci. J. 40, 181-182

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

SCHMIDT, E., BELLOF, G., EINHELLIG, K., BRANDL, M., 2009: Divergierende Genotypen in der ökologischen Hähnchenmast. Öko-Landbau-Tag 2009, Fachtagung - Angewandte Forschung & Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, LfL - Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

8. Förderhinweis

Diese Studie wurde vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau finanziell unterstützt (Förderkennzeichen: 06OE151). Die Prüfung der Herkunft Ross-308 war nicht Bestandteil der finanziellen Unterstützung durch das Bundesprogramm.

Correspondence: Prof. Dr. E. Schmidt, Fachhochschule Weihenstephan, Fachgebiet Tierzucht. D-85350 Freising. E.mail: eggert.schmidt@fh-weihenstephan.de

Anhang

Tabelle 1: Zielwerte für die Inhaltsstoffe der Futtermischungen in der Aufzucht (Tag 1-28) und den Mastphasen I (Tag 29-56) und II (Tag 57-81) für Masthähnchen aus ökologischer Erzeugung

Phase	Inhaltsstoff	Mischung A	Mischung B
Aufzucht			
(Tag 1 - 28)	ME (MJ/kg) ¹⁾	12,00	11,00
	Lys/ME (g/MJ) ²⁾	0,85	0,85
	Met/ME (g/MJ) ²⁾	0,31	0,31
	Lys (g/kg)	10,20	9,35
	Met (g/kg)	3,72	3,41
	M+C (g/kg)	7,08	6,49
	Thr (g/kg)	6,84	6,27
	Try (g/kg)	1,56	1,43
Mast I			
(Tag 29 - 56)	ME (MJ/kg)	12,40	11,20
	Lys/ME (g/MJ)	0,72	0,72
	Met/ME (g/MJ)	0,27	0,27
	Lys (g/kg)	8,93	8,06
	Met (g/kg)	3,35	3,02
	M+C (g/kg)	7,69	6,94
	Thr (g/kg)	6,82	6,16
	Try (g/kg)	1,49	1,34
Mast II			
(Tag 57 - 81)	ME (MJ/kg)	12,80	11,40
	Lys/ME (g/MJ)	0,54	0,54
	Met/ME (g/MJ)	0,22	0,22
	Lys (g/kg)	6,90	6,20
	Met (g/kg)	2,80	2,50
	M+C (g/kg)	6,60	5,80
	Thr (g/kg)	5,80	5,10
	Try (g/kg)	1,20	1,00

¹⁾ ME = scheinbare Umsetzbare Energie (WPSA, 1984)

²⁾ Nach Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999)

Tabelle 2: Realisierte Zusammensetzung der Futtermischungen

Rohstoff	Phasen und Futtergruppen						
	Aufzucht	A		B			
		Mast I	Mast II	Aufzucht		Mast I	Mast II
		DG 1+2	DG 1+2	DG 1	DG 2	DG 2	DG 2
Erbsen	10	10	-	8	7,5	7,5	4
Maiskleber	7,5	6	3	4	4	3	-
Sojakuchen	25	20	17,5	18	20	15	5
Sonnenblumenkuchen	5,9	5,5	5	12,5	11,5	10	11,5
Leinkuchen	12	9,5	9	12	13	10	12
Weizen	8	11,1	13,35	10	15,3	22	27,4
Mais	26	31	45	10	18	21,4	30
Gerste	-	-	-	22	-	-	-
Apfeltrester	-	-	-	-	7	8	7
Mineralstoffmischung ¹⁾	3,65	3,5	3,5	3,3	3,5	3	3
Rapsöl	1,75	3	3,55	-	-	-	-
Kohlens. Futterkalk	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Monocalciumphosphat	-	0,3	-	-	-	-	-

¹⁾ Angaben pro kg: Calcium g 144,00, Phosphor g 41,00, Natrium g 17,00, Chlor g 26,00, Vitamin A 62857 I.E., Vitamin D 11314 I.E., Vitamin E 151 mg, Vitamin K 15 mg, Vitamin B1 70 mg, Vitamin B2 75 mg, Vitamin B6 83 mg, Vitamin B12 250 µg, Nikotinsäure 830 mg, Pantothenensäure 226 mg, Folsäure 14 mg, Biotin 4000 µg, Cholinchlorid 27657 mg, Zink 1257,0 mg, Fe 1300,0 mg, Mn 1509,0 mg, Cu 60,0 mg, Co 70,0 mg, J 126,0 mg, Se 4,0 mg

Tabelle 3a: Berücksichtigte Effekte in der statistischen Analyse im Durchgang 1

	FG/ Fehler	Ge- netik	Fut- ter	Halt- ung	Sex	Genetik* Futter	Genetik *Haltung	Genetik* Sex	Haltung* Sex	Futter* Sex
Genotypvergleich										
Mastleistung										
Aufzucht	2/9	x								
Mast I	2/9	x								
Mast II	2/9	x								
Schlachtkörper										
nach 56 d	7/85	x		x	x			x	x	
nach 81 d	5/36	x			x			x		
Futtervergleich										
Mastleistung										
Aufzucht	5/18	x	x			x				
Mast I	5/18	x	x			x				
Schlachtkörper										
nach 56 d	7/64	x	x			x		x		x
Haltungsvergleich										
Mastleistung										
Mast I	5/18	x		x			x			
Schlachtkörper										
nach 56 d	7/85	x		x	x			x	x	

Tabelle 3b: Berücksichtigte Effekte in der statistischen Analyse im Durchgang 2

	FG/ Fehler	Ge- netik	Fut- ter	Halt- ung	Sex	Genetik* Futter	Genetik *Haltung	Genetik* Sex	Haltung* Sex
Genotypvergleich									
Mastleistung									
Aufzucht	2/3	x							
Mast I	2/3	x							
Mast II	2/3	x							
Schlachtkörper									
nach 56 d	5/68	x		x	x				x
nach 81 d	9/35	x		x	x		x	x	x
Futtervergleich									
Mastleistung									
Aufzucht	5/18	x	x						
Mast I	4/31	x	x	x					
Mast II	4/31	x	x	x					
Schlachtkörper									
nach 56 d	6/137	x	x	x	x				x
nach 81 d	6/85	x	x	x	x				x
Haltungsvergleich									
Mastleistung									
Mast I	6/29	x	x	x			x		
Mast II	4/31	x	x	x					
Schlachtkörper									
nach 56 d	6/137	x	x	x	x				x
nach 81 d	6/85	x	x	x	x				x

Tabelle 4a: Realisierte Nährstoff- und ME-Gehalte sowie relative EAS-Ausstattung der Futtermischungen in Durchgang 1 (Untersuchungsergebnisse)

Inhaltsstoff		Aufzucht		Mast I		Mast II	
		DG 1	DG 1	DG 1	DG 1	DG 1	DG 1
		A	B	A	B	A	B
Trockenmasse	%	89,5	88,9	92,2	—	92,4	—
Rohfett	%	6,8	5,2	8,8	—	9,1	—
Rohfaser	%	6,5	7,1	5,9	—	5,6	—
NfE	%	45,8	49,0	48,9	—	50,6	—
Stärke	%	31,3	32,3	31,1	—	31,3	—
Zucker	%	4,0	3,9	3,8	—	3,6	—
Rohprotein	%	23,9	21,5	22,5	—	19,7	—
Lysin	%	1,06	0,92	1,00	—	0,90	—
Methionin	%	0,38	0,35	0,37	—	0,33	—
Cystin	%	0,41	0,35	0,37	—	0,36	—
Threonin	%	0,86	0,75	0,81	—	0,71	—
Tryptophan	%	0,26	0,24	0,23	—	0,20	—
Rohasche	%	6,6	6,1	6,3	—	7,4	—
Calcium	%	1,3	1,2	0,98	—	1,1	—
Phosphor	%	0,85	0,87	0,68	—	0,56	—
Natrium	%	0,13	0,11	0,08	—	0,24	—
ME	MJ/kg	11,78	11,02	12,18	—	11,85	—
Lysin/ME	g/MJ	0,90	0,83	0,82	—	0,76	—
Methionin/ME	g/MJ	0,32	0,32	0,30	—	0,28	—

Tabelle 4b: Realisierte Nährstoff- und ME-Gehalte sowie relative EAS-Ausstattung der Futtermischungen in Durchgang 2 (Untersuchungsergebnisse)

Inhaltsstoff		Aufzucht		Mast I		Mast II	
		DG 2	DG 2	DG 2	DG 2	DG 2	DG 2
		A	B	A	B	A	B
Trockenmasse	%	91,9	91,4	89,3	88,5	90,8	90,4
Rohfett	%	7,1	5,5	7,3	5,0	7,4	4,9
Rohfaser	%	5,8	8,7	7,5	7,2	4,6	8,0
NfE	%	46,7	47,3	46,1	50,4	53,7	55,8
Stärke	%	31,7	30,3	35,1	35,0	36,2	36,4
Zucker	%	4,1	5,0	3,8	4,5	4,0	4,4
Rohprotein	%	26,0	23,4	22,2	20,4	19,2	16,4
Lysin	%	1,16	1,07	1,02	0,89	0,80	0,69
Methionin	%	0,43	0,38	0,36	0,32	0,32	0,27
Cystin	%	0,41	0,38	0,37	0,33	0,34	0,28
Threonin	%	0,94	0,82	0,79	0,68	0,64	0,52
Tryptophan	%	0,27	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19
Rohasche	%	6,4	6,4	6,2	5,5	6,0	5,3
Calcium	%	1,3	1,3	0,99	0,84	0,91	0,79
Phosphor	%	0,91	0,90	0,73	0,64	0,68	0,64
Natrium	%	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07
ME	MJ/kg	12,30	11,23	12,30	11,32	12,07	10,87
Lysin/ME	g/MJ	0,94	0,95	0,83	0,79	0,66	0,64
Methionin/ME	g/MJ	0,35	0,34	0,29	0,28	0,27	0,25

Tabelle 5a: Verlustraten (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps im Durchgang 1

Merkmal		Genotyp			F- Statistik	p
		ISA-Red	JA-957	Ross 308		
Verluste						
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	%	1,6 (± 0,86)	1,6 (± 0,86)	0,8 (± 0,86)	0,3	0,7674
Mast I (Tag 29 bis 56)	%	0,0 (± 0,90)	0,0 (± 0,90)	1,6 (± 0,90)	1,0	0,4053
Mast II (Tag 57 bis 81)	%	4,3 (± 2,90)	0,0 (± 2,90)	6,8 (± 2,90)	1,4	0,2924

Tabelle 5b: Verlustraten (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps im Durchgang 2

Merkmal		Genotyp			F- Statistik	p
		JA-757	Rowan	Cobb-Sas.		
Verluste						
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	%	4,7 (± 1,27)	4,3 (± 1,27)	2,3 (± 1,27)	0,7	0,5296
Mast I (Tag 29 bis 56)	%	0,4 (± 0,01)	1,2 (± 0,01)	-0,04 (± 0,01)	1,1	0,3373
Mast II (Tag 57 bis 81)	%	3,1 (± 0,02)	5,5 (± 0,02)	4,7 (± 0,02)	0,5	0,6006

Tabelle 6a: Futteraufnahme und Merkmale der Mastleistung (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps im Durchgang 1

Merkmal		Genotyp			F- Statistik	p
		ISA-Red	JA-957	Ross 308		
Futteraufnahme						
Aufzucht	g/d	50 ^a	49 ^a	73 ^b	215,3	0,0001
(Tag 1 bis 28)		(± 0,9)	(± 0,9)	(± 0,9)		
Mast I	g/d	124 ^a	132 ^a	196 ^b	120,8	0,0001
(Tag 29 bis 56)		(± 3,6)	(± 3,6)	(± 3,6)		
Mast II	g/d	156 ^a	175 ^b	254 ^c	512,6	0,0001
(Tag 57 bis 82)		(± 2,3)	(± 2,3)	(± 2,3)		
Lebendgewicht						
Kükengewicht	g	41,5 ^a	40,0 ^b	44,3 ^c	35,8	0,0001
		(± 0,4)	(± 0,4)	(± 0,4)		
Aufzucht	g	760 ^a	818 ^b	1132 ^c	259,7	0,0001
(Tag 28)		(± 12,4)	(± 12,4)	(± 12,4)		
Mast I	g	2104 ^a	2463 ^b	3689 ^c	301,6	0,0001
(Tag 56)		(± 47,9)	(± 47,9)	(± 47,9)		
Mast II	g	3332 ^a	3799 ^b	5580 ^c	291,1	0,0001
(Tag 82)		(± 69,9)	(± 69,9)	(± 69,9)		
Tageszunahme						
Aufzucht	g/d	25,7 ^a	27,7 ^b	38,9 ^c	261,5	0,0001
(Tag 1 bis 28)		(± 0,4)	(± 0,4)	(± 0,4)		
Mast I	g/d	48,0 ^a	58,8 ^b	91,3 ^c	267,8	0,0001
(Tag 29 bis 56)		(± 1,4)	(± 1,4)	(± 1,4)		
Mast II	g/d	48,5 ^a	56,3 ^b	73,0 ^c	35,0	0,0001
(Tag 57 bis 82)		(± 2,1)	(± 2,1)	(± 2,1)		
Futterverwertung						
Aufzucht	kg	1,966 ^a	1,764 ^b	1,880 ^a	11,9	0,0030
(Tag 1 bis 28)	/kg	(± 0,029)	(± 0,029)	(± 0,029)		
Mast I	kg	2,590 ^a	2,250 ^b	2,147 ^b	11,3	0,0035
(Tag 29 bis 56)	/kg	(± 0,069)	(± 0,069)	(± 0,069)		
Mast II	kg	3,209	3,107	3,506	4,01	0,0568
(Tag 57 bis 82)	/kg	(± 0,103)	(± 0,103)	(± 0,103)		

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen ($p \leq 0,05$)

Tabelle 6b: Futterraufnahme und Merkmale der Mastleistung (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps im Durchgang 2

Merkmal		Genotyp			F- Statistik	p
		JA-757	Rowan	Cobb-Sas.		
Futterraufnahme						
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	g/d	48 (± 2,2)	59 (± 2,2)	56 (± 2,2)	7,1	0,0729
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	146 ^a (± 4,3)	193 ^b (± 4,3)	151 ^a (± 4,3)	36,7	0,0080
Mast II (Tag 57 bis 84)	g/d	214 (± 16,1)	274 (± 16,1)	200 (± 16,1)	5,9	0,0913
Lebendgewicht						
Kükengewicht	g	32,9 ^a (± 0,03)	38,5 ^b (± 0,03)	42,3 ^c (± 0,03)	24886	0,0001
Aufzucht (Tag 28)	g	789 ^a (± 16,7)	942 ^b (± 16,7)	868 ^c (± 16,7)	20,6	0,0177
Mast I (Tag 56)	g	2384 ^a (± 45,7)	3044 ^b (± 45,7)	2467 ^a (± 45,7)	61,9	0,0036
Mast II (Tag 84)	g	3845 ^a (± 144,4)	4819 ^b (± 144,4)	3761 ^a (± 144,4)	16,6	0,0239
Tageszunahme						
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	g/d	27,0 ^a (± 0,6)	32,3 ^b (± 0,6)	29,5 ^a (± 0,6)	19,2	0,0195
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	56,9 ^a (± 1,7)	75,1 ^b (± 1,7)	57,1 ^a (± 1,7)	38,9	0,0074
Mast II (Tag 57 bis 84)	g/d	55,3 (± 4,5)	63,4 (± 4,5)	46,2 (± 4,5)	3,6	0,1599
Futtermittelnutzung						
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	kg /kg	1,773 (± 0,043)	1,829 (± 0,043)	1,906 (± 0,043)	2,4	0,2357
Mast I (Tag 29 bis 56)	kg /kg	2,565 (± 0,094)	2,578 (± 0,094)	2,647 (± 0,094)	0,2	0,8172
Mast II (Tag 57 bis 84)	kg /kg	3,897 (± 0,306)	4,324 (± 0,306)	4,348 (± 0,306)	0,7	0,5676

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen (p≤0,05)

Tabelle 7a: Merkmale des Schlachtkörperwertes (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 1

Merkmal		Genotyp			F- Statistik	p
		ISA-Red	JA-957	Ross 308		
Mastdauer 56 Tage						
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	1347 ^a (± 19,7)	1594 ^b (± 19,7)	2545 ^c (± 20,4)	984,9	0,0001
Ausschlachtung	%	70,9 ^a (± 0,22)	72,6 ^b (± 0,22)	74,6 ^c (± 0,22)	70,8	0,0001
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	364 ^a (± 11,2)	478 ^b (± 11,2)	874 ^c (± 11,5)	550,9	0,0001
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	411 ^a (± 6,7)	483 ^b (± 6,6)	732 ^c (± 6,9)	614,7	0,0001
Abdominalfett	g	20 ^a (± 1,76)	22 ^a (± 1,76)	37 ^b (± 1,85)	28,2	0,0001
Brustanteil	%	27,0 ^a (± 0,31)	30,0 ^b (± 0,31)	34,3 ^c (± 0,31)	137,2	0,0001
Schenkelanteil	%	30,4 ^a (± 0,22)	30,3 ^a (± 0,22)	28,7 ^b (± 0,22)	19,6	0,0001
Abdominalfettanteil	%	1,45 (± 0,09)	1,38 (± 0,09)	1,47 (± 0,09)	0,3	0,7633
Mastdauer 81 Tage						
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	2291 ^a (± 52,1)	2687 ^b (± 65,3)	4037 ^c (± 54,0)	288,5	0,0001
Ausschlachtung	%	72,9 ^a (± 0,35)	75,0 ^b (± 0,43)	77,0 ^c (± 0,36)	33,9	0,0001
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	639 ^a (± 22,0)	822 ^b (± 27,6)	1429 ^c (± 22,8)	330,0	0,0001
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	696 ^a (± 23,7)	790 ^b (± 29,7)	1145 ^c (± 24,5)	93,1	0,0001
Abdominalfett	g	44 ^a (± 4,8)	61 ^b (± 6,0)	75 ^b (± 4,9)	10,1	0,0003
Brustanteil	%	28,1 ^a (± 0,44)	30,7 ^b (± 0,55)	35,6 ^c (± 0,46)	70,9	0,0001
Schenkelanteil	%	30,2 ^a (± 0,37)	29,3 ^{a,b} (± 0,47)	28,1 ^b (± 0,38)	7,6	0,0018
Abdominalfettanteil	%	1,95 (± 0,16)	2,32 (± 0,20)	1,88 (± 0,17)	1,5	0,2324

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen (p≤0,05)

Tabelle 7b: Merkmale des Schlachtkörperwertes (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 2

Merkmal	Genotyp			F- Statistik	p	
	JA757	RossRowan	CobbSasso			
Mastdauer 56 Tage						
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	1464 ^b (± 38,4)	1937 ^c (± 38,4)	1586 ^a (± 35,0)	42,9	0,0001
Ausschlachtung	%	72,4 ^a (± 0,29)	75,1 ^b (± 0,29)	72,1 ^a (± 0,27)	33,3	0,0001
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	449 ^b (± 15,0)	719 ^c (± 15,0)	500 ^a (± 13,7)	96,2	0,0001
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	443 ^b (± 10,8)	545 ^c (± 10,8)	455 ^a (± 9,9)	27,8	0,0001
Abdominalfett	g	14 ^b (± 2,0)	15 ^b (± 2,0)	24 ^a (± 1,9)	8,7	0,0004
Brustanteil	%	30,7 ^a (± 0,35)	37,1 ^b (± 0,35)	31,5 ^a (± 0,32)	101,3	0,0001
Schenkelanteil	g	30,2 ^b (± 0,24)	28,1 ^a (± 0,24)	28,7 ^a (± 0,22)	20,5	0,0001
Abdominalfettanteil	%	0,94 ^b (± 0,10)	0,76 ^b (± 0,10)	1,51 ^a (± 0,09)	16,3	0,0001
Mastdauer 81 Tage						
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	2507 ^a (± 50,5)	3324 ^b (± 50,5)	2628 ^a (± 50,5)	76,2	0,0001
Ausschlachtung	%	73,3 ^a (± 0,48)	76,4 ^b (± 0,48)	73,8 ^a (± 0,48)	11,9	0,0001
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	800 ^a (± 26,4)	1295 ^b (± 26,4)	832 ^a (± 26,4)	110,2	0,0001
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	741 ^a (± 18,0)	945 ^b (± 18,0)	754 ^a (± 18,0)	40,4	0,0001
Abdominalfett	g	39 ^b (± 4,1)	34 ^b (± 4,1)	65 ^a (± 4,1)	16,1	0,0001
Brustanteil	%	31,9 ^a (± 0,56)	38,8 ^b (± 0,56)	31,7 ^a (± 0,56)	53,1	0,0001
Schenkelanteil	%	29,6 ^b (± 0,35)	28,2 ^a (± 0,35)	28,5 ^a (± 0,35)	4,1	0,0262
Abdominalfettanteil	%	1,56 ^b (± 0,15)	1,10 ^c (± 0,15)	2,52 ^a (± 0,15)	22,6	0,0001

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen ($p \leq 0,05$)

Tabelle 8a: pH-Wert der Brustmuskulatur (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 1

Merkmal	Genotyp			F-Statistik	p
	ISA-Red	JA-957	Ross 308		
Mastdauer 56 Tage					
pH-1 (20 min post mortem)	6,07 ^a (± 0,44)	6,25 ^b (± 0,44)	6,52 ^c (± 0,44)	26,00	0,0001
pH-final (nach dem Auftauen)	5,87 ^a (± 0,01)	5,80 ^b (± 0,01)	5,81 ^b (± 0,01)	6,9	0,0017
Mastdauer 81 Tage					
pH-1 (20 min post mortem)	6,01 ^a (± 0,06)	6,27 ^b (± 0,06)	6,49 ^c (± 0,06)	14,5	0,0001
pH-final (nach dem Auftauen)	5,76 (± 0,02)	5,73 (± 0,02)	5,77 (± 0,02)	0,6	0,5376

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen (p≤0,05)

Tabelle 8b: pH-Wert der Brustmuskulatur (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 2

Merkmal	Genotyp			F-Statistik	p
	JA-757	RossRowan	CobbSasso		
Mastdauer 56 Tage					
pH-1 (20 min post mortem)	5,90 ^a (± 0,04)	6,22 ^b (± 0,04)	5,84 ^a (± 0,04)	22,6	0,0001
pH-final (nach dem Auftauen)	5,87 (± 0,03)	5,82 (± 0,03)	5,87 (± 0,03)	0,9	0,4119
Mastdauer 81 Tage					
pH-1 (20 min post mortem)	6,17 ^a (± 0,07)	6,37 ^b (± 0,07)	6,08 ^a (± 0,07)	4,8	0,0140
pH-final (nach dem Auftauen)	5,83 (± 0,03)	5,83 (± 0,03)	5,83 (± 0,03)	0,0	0,9866

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen (p≤0,05)

Tabelle 9a: Abwinkelung der Gelenkflächen im Kniegelenk (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 1

Merkmal	Genotyp			F-Statistik	p
	ISA-Red	JA-957	Ross 308		
Mastdauer 56 Tage					
Femur distal	12,2 (± 0,63)	13,9 (± 0,63)	14,1 (± 0,65)	2,6	0,0772
Tibia proximal	29,2 (± 1,03)	28,3 (± 1,03)	31,3 (± 1,06)	2,2	0,1217
Mastdauer 81 Tage					
Femur distal	12,1 (± 1,06)	14,1 (± 1,33)	12,4 (± 1,10)	0,7	0,4897
Tibia proximal	26,3 ^a (± 1,28)	25,8 ^a (± 1,60)	31,6 ^b (± 1,32)	5,5	0,0084

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen ($p \leq 0,05$)

Tabelle 9b: Abwinkelung der Gelenkflächen im Kniegelenk (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Genotyps nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 2

Merkmal	Genotyp			F-Statistik	p
	JA-757	RossRowan	CobbSasso		
Mastdauer 56 Tage					
Femur distal	11,0 (± 0,75)	11,0 (± 0,75)	11,0 (± 0,69)	0,0	0,9951
Tibia proximal	24,8 ^a (± 1,00)	27,7 ^b (± 1,00)	27,3 ^{a,b} (± 0,91)	2,7	0,0771
Mastdauer 81 Tage					
Femur distal	10,3 (± 0,74)	10,7 (± 0,74)	10,0 (± 0,74)	0,2	0,7974
Tibia proximal	25,9 ^a (± 1,48)	31,6 ^b (± 1,48)	28,9 ^{a,b} (± 1,48)	3,7	0,0338

¹⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen ($p \leq 0,05$)

Tabelle 10a: Verlustraten (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters im Durchgang 1

Merkmal		Fütterung		F- Statistik	p
		A	B (ab Tag 29 Futter A)		
Verluste					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	%	1,3 (± 0,61)	1,8 (± 0,61)	0,4	0,5598
Mast I (Tag 29 bis 56)	%	0,0 (± 0,00)	0,0 (± 0,00)	1,0	0,3306

Tabelle 10b: Verlustraten (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters im Durchgang 2

Merkmal		Fütterung		F-Statistik	p
		A	B		
Verluste					
Aufzucht (Tag 1 - 28)	%	4,1 (± 1,47)	4,7 (± 1,47)	0,2	0,8888
Mast I (Tag 29 - 56)	%	0,2 (± 0,48)	0,8 (± 0,48)	0,7	0,4059
Mast II (Tag 56 - 81)	%	4,0 (± 1,44)	4,7 (± 1,44)	0,1	0,7308

Tabelle 11a: Futteraufnahme und Merkmale der Mastleistung (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters im Durchgang 1

Merkmal		Futter		F- Statistik	p
		A	B		
(ab Tag 29 Futter A)					
Futteraufnahme					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	g/d	57 (± 0,5)	49 (± 0,5)	50,1	0,0001
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	151 (± 1,8)	138 (± 1,8)	26,0	0,0001
Lebendgewicht					
Kükengewicht	g	41,9 (± 0,2)	42,3 (± 0,2)	1,8	0,1929
Aufzucht (Tag 28)	g	902 (± 6,9)	735 (± 6,9)	293,0	0,0001
Mast I (Tag 56)	g	2749 (± 25,1)	2501 (± 25,1)	49,1	0,0001
Tageszunahme					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	g/d	31 (± 0,2)	25 (± 0,2)	297,3	0,0001
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	66 (± 0,8)	63 (± 0,8)	7,0	0,0165
Futterverwertung					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	kg /kg	1,872 (± 0,029)	1,994 (± 0,029)	8,7	0,0086
Mast I (Tag 29 bis 56)	kg /kg	2,330 (± 0,032)	2,219 (± 0,032)	6,1	0,0235

Tabelle 11b: Futteraufnahme und Merkmale der Mastleistung (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters im Durchgang 2

Merkmal		Futter		F- Statistik	p
		A	B		
Futteraufnahme					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	g/d	54 (± 1,3)	54 (± 1,3)	1,7	0,2025
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	156 (± 13,6)	163 (± 13,6)	2,1	0,1590
Mast II (Tag 57 bis 81)	g/d	215 (± 4,36)	219 (± 4,36)	0,4	0,5130
Lebendgewicht					
Kükengewicht	g	37,9 (± 0,03)	37,9 (± 0,03)	1,5	0,2375
Aufzucht (Tag 28)	g	866 (± 16,9)	782 (± 16,9)	4,3	0,0194
Mast I (Tag 56)	g	2566 (± 26,7)	2257 (± 26,7)	70,9	0,0001
Mast II (Tag 81)	g	4060 (± 49,0)	3610 (± 49,0)	44,6	0,0001
Tageszunahme					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	g/d	30 (± 0,6)	27 (± 0,6)	4,3	0,0195
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	62 (± 0,8)	52 (± 0,8)	87,7	0,0001
Mast II (Tag 57 bis 81)	g/d	54 (± 1,6)	48 (± 1,6)	6,6	0,015
Futterverwertung					
Aufzucht (Tag 1 bis 28)	kg /kg	1,836 (± 0,0302)	2,042 (± 0,0302)	9,7	0,0005
Mast I (Tag 29 bis 56)	kg /kg	2,546 (± 0,061)	3,147 (± 0,061)	51,8	0,0001
Mast II (Tag 57 bis 81)	kg /kg	4,087 (± 0,132)	4,610 (± 0,132)	8,3	0,0071

Tabelle 12a: Interaktionskomponente Genotyp*Futter für die Futtermaufnahme und das Lebendgewicht (LS-Means und Standardfehler) im Durchgang 1

Merkmal	Futter		F- Statistik	p	Standard- fehler
	A	B			
Futtermaufnahme					
Aufzucht			18,0	0,0001	± 1,5
(Tag 1 bis 28)					
ISA-Red-JA	50	49			
ISA-JA-957	49	44			
Ross-308	73	55			
Mast I			2,0	0,1678	± 3,1
(Tag 29 bis 56)					
ISA-Red-JA	124	117			
ISA-JA-957	132	120			
Ross-308	196	176			
Lebendgewicht					
Aufzucht (Tag 28)			27,7	0,0001	± 12,0
ISA-Red-JA	760	670			
ISA-JA-957	814	666			
Ross-308	1132	868			
Mast I (Tag 56)			6,8	0,0063	± 43,5
ISA-Red-JA	2103	2002			
ISA-JA-957	2463	2238			
Ross-308	3680	3261			

Tabelle 12b: Futteraufnahme und Lebendgewicht in Abhängigkeit des Genotyps und der Fütterung (Mittelwerte und Standardabweichung) im Durchgang 2

Merkmal	Futter		Futter	
	A	B	A	B
Futteraufnahme	Mittelwerte		Standard- abweichung	
Aufzucht g/d (Tag 1 bis 28)				
ISA-JA-757	48	47	± 0,9	± 3,7
Ross-Rowan	59	61	± 0,3	± 9,3
Cobb-Sasso-150	56	55	± 5,2	± 5,3
Mast I g/d (Tag 29 bis 56)				
ISA-JA-757	146	153	± 4,3	± 4,8
Ross-Rowan	193	185	± 5,9	± 29
Cobb-Sasso-150	151	159	± 7,6	± 7,1
Lebendgewicht				
Aufzucht (Tag 28) g				
ISA-JA-757	790	678	± 9	± 3
Ross-Rowan	942	863	± 8	± 73
Cobb-Sasso-150	868	805	± 39	± 60
Mast I (Tag 56) g				
ISA-JA-757	2384	2035	± 66	± 124
Ross-Rowan	3044	2622	± 80	± 156
Cobb-Sasso-150	2468	2167	± 41	± 105

Tabelle 13a: Kalkulierte ME-, Lysin- und Methioninaufnahme in Abhängigkeit des Futters im Durchgang 1

Merkmal		Futter	
		A	B (ab Tag 29 Futter A)
Aufzucht			
(Tag 1 bis 28)			
ME-Aufnahme	MJ	18,8	15,1
ME-Aufnahme / kg metab. Lebendgewicht (Zuwachs)	MJ / kg ^{0,75}	21,1	19,9
Lysin-Aufnahme	g	16,9	12,6
Methionin-Aufnahme	g	6,1	4,8
Mast I			
(Tag 29 bis 57)			
ME-Aufnahme	MJ	51,5	47,1
ME-Aufnahme / kg metab. Lebendgewicht (Zuwachs)	MJ / kg ^{0,75}	32,5	30,7
Lysin-Aufnahme	g	42,3	38,6
Methionin-Aufnahme	g	15,6	14,3

Tabelle 13b: Kalkulierte ME-, Lysin- und Methioninaufnahme in Abhängigkeit des Futters im Durchgang 2

Merkmal		Futter	
		A	B
Aufzucht			
(Tag 1 bis 28)			
ME-Aufnahme	MJ	18,7	17,1
ME-Aufnahme / kg metab. Lebendgewicht (Zuwachs)	MJ / kg ^{0,75}	21,6	21,4
Lysin-Aufnahme	g	17,7	16,3
Methionin-Aufnahme	g	6,5	5,8
Mast I			
(Tag 29 bis 57)			
ME-Aufnahme	MJ	53,7	51,7
ME-Aufnahme / kg metab. Lebendgewicht (Zuwachs)	MJ / kg ^{0,75}	36,1	38,6
Lysin-Aufnahme	g	44,6	40,6
Methionin-Aufnahme	g	15,7	14,6
Mast II			
(Tag 58 bis 81)			
ME-Aufnahme	MJ	72,7	66,7
ME-Aufnahme / kg metab. Lebendgewicht (Zuwachs)	MJ / kg ^{0,75}	53,8	53,1
Lysin-Aufnahme	g	48,2	42,3
Methionin-Aufnahme	g	19,3	16,6

Tabelle 14a: Merkmale des Schlachtkörperwertes (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters nach einer Mastdauer von 56 Tagen im Durchgang 1

Merkmal		Futter		F- Statistik	p
		A	B (ab Tag 29 Futter A)		
Schlachtkörpergewicht	g	1873	1717	33,5	0,0001
	(nach dem Auftauen)	(± 15,6)	(± 21,8)		
Ausschlachtung	%	73,2	72,0	10,9	0,0016
		(± 0,2)	(± 0,3)		
Brust	g	585	507	22,3	0,0001
	(incl. Haut und Knochen)	(± 9,5)	(± 13,3)		
Schenkel	g	553	525	9,4	0,0032
	(incl. Haut und Knochen)	(± 5,4)	(± 7,5)		
Abdominalfett	g	28	26	0,8	0,3828
		(± 1,4)	(± 2,0)		
Brustanteil	%	30,4	29,2	5,6	0,0211
		(± 0,3)	(± 0,4)		
Schenkelanteil	%	29,7	30,6	7,8	0,0069
		(± 0,18)	(± 0,26)		
Abdominalfettanteil	%	1,51	1,50	0,0	0,9577
		(± 0,08)	(± 0,11)		

Tabelle 14b: Merkmale des Schlachtkörperwertes (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 2

Merkmal		Futter		F- Statistik	p
		A	B		
Mastdauer 56 Tage					
Schlachtkörpergewicht	g	1654	1568	9,4	0,0026
	(nach dem Auftauen)	(± 19,4)	(± 21,0)		
Ausschlachtung	%	73,2	72,6	4,2	0,0427
		(± 0,19)	(± 0,20)		
Brust	g	553	524	6,5	0,0118
	(incl. Haut und Knochen)	(± 7,9)	(± 8,5)		
Schenkel	g	478	459	5,6	0,0193
	(incl. Haut und Knochen)	(± 5,6)	(± 6,0)		
Abdominalfett	g	18	14	5,7	0,0188
		(± 1,0)	(± 1,0)		
Brustanteil	%	33,1	33,1	0,0	0,9247
		(± 0,20)	(± 0,22)		
Schenkelanteil	%	29,0	29,3	3,3	0,0738
		(± 0,13)	(± 0,14)		
Abdominalfettanteil	%	1,06	0,91	4,1	0,0451
		(± 0,05)	(± 0,05)		
Mastdauer 81 Tage					
Schlachtkörpergewicht	g	2808	2412	65,4	0,0001
	(nach dem Auftauen)	(± 35,1)	(± 34,3)		
Ausschlachtung	%	74,4	73,1	10,5	0,0017
		(± 0,30)	(± 0,29)		
Brust	g	970	805	44,0	0,0001
	(incl. Haut und Knochen)	(± 17,7)	(± 17,3)		
Schenkel	g	809	706	38,1	0,0001
	(incl. Haut und Knochen)	(± 12,0)	(± 11,7)		
Abdominalfett	g	46	35	12,5	0,0007
		(± 2,2)	(± 2,2)		
Brustanteil	%	34,1	33,1	5,3	0,0234
		(± 0,30)	(± 0,29)		
Schenkelanteil	%	28,7	29,3	3,4	0,0688
		(± 0,20)	(± 0,20)		
Abdominalfettanteil	%	1,73	1,53	2,7	0,1026
		(± 0,09)	(± 0,09)		

Tabelle 15: Interaktionskomponente Genotyp*Futter für den Brustanteil, Schenkelanteil und Abdominalfettanteil (LS-Means und Standardfehler) nach einer Mastdauer von 56 Tagen im Durchgang 1

Merkmal	Futter		F- Statistik	p	Standard- fehler
	A	B (ab Tag 29 Futter A)			
Brustanteil			6,33	0,0032	± 0,6
ISA-Red-JA	26,5	27,5			
ISA-JA-957	29,8	28,6			
Ross-308	34,7	31,6			
Schenkelanteil			1,72	0,1871	± 0,4
ISA-Red-JA	30,4	30,5			
ISA-JA-957	29,9	31,0			
Ross-308	28,7	30,1			
Abdominalfett- anteil			1,21	0,3065	± 0,15
ISA-Red-JA	1,55	1,30			
ISA-JA-957	1,46	1,70			
Ross-308	1,52	1,50			

Tabelle 16a: pH-Wert der Brustmuskulatur (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters nach einer Mastdauer von 56 Tagen im Durchgang 1

Merkmal	Futter		F-Statistik	p
	A	B (ab Tag 29 Futter A)		
pH-1 (20 min post mortem)	6,23 (± 0,04)	6,25 (± 0,05)	0,1	0,7102
pH-final (nach dem Auftauen)	5,83 (± 0,01)	5,83 (± 0,02)	0,0	0,8920

Tabelle 16b: pH-Wert der Brustmuskulatur (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit des Futters nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 2

Merkmal	Futter		F-Statistik	p
	A	B (ab Tag 29 Futter A)		
Mastdauer 56 Tage				
pH-1 (20 min post mortem)	5,99 (± 0,02)	5,98 (± 0,02)	0,1	0,8093
pH-final (nach dem Auftauen)	5,86 (± 0,02)	5,86 (± 0,02)	0,0	0,9667
Mastdauer 81 Tage				
pH-1 (20 min post mortem)	6,21 (± 0,04)	6,11 (± 0,04)	3,2	0,0770
pH-final (nach dem Auftauen)	5,83 (± 0,02)	5,85 (± 0,02)	0,7	0,3951

Tabelle 17: Verlustraten (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung

Merkmal	Haltung		F- Statistik	p
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf		
Durchgang 1				
Mast I (Tag 29 bis 56)	% 0,5 (± 0,7)	1,6 (± 0,7)	1,3	0,2789
Durchgang 2				
Mast I (Tag 29 bis 56)	% 0,6 (± 0,4)	0,4 (± 0,6)	0,1	0,7660
Mast II (Tag 57 bis 81)	% 3,1 (± 1,2)	5,7 (± 1,7)	1,5	0,2278

Tabelle 18a: Futterraufnahme und Merkmale der Mastleistung (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung im Durchgang 1

Merkmal	Haltung		F- Statistik	p	
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf			
Futterraufnahme					
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	151 (± 2,2)	157 (± 2,2)	3,8	0,0676
Lebendgewicht					
Mast I (Tag 29 bis 56)	g	2749 (± 24,5)	2697 (± 24,5)	2,3	0,1483
Tageszunahme					
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	66 (± 0,8)	64 (± 0,8)	4,1	0,0576
Futtermverwertung					
Mast I (Tag 29 bis 56)	kg /kg	2,330 (± 0,040)	2,488 (± 0,040)	7,8	0,0123

Tabelle 18b: Futteraufnahme und Merkmale der Mastleistung (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung im Durchgang 2

Merkmal	Haltung		F- Statistik	p	
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf			
Futteraufnahme					
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	164 (± 2,3)	155 (± 3,2)	5,1	0,0312
Mast II (Tag 57 bis 81)	g/d	224 (± 3,7)	210 (± 5,2)	4,8	0,0385
Lebendgewicht					
Mast I (Tag 29 bis 56)	g	2426 (± 22,4)	2398 (± 31,7)	0,5	0,4735
Mast II (Tag 57 bis 81)	g	3854 (± 41,2)	3816 (± 58,2)	0,3	0,5934
Tageszunahme					
Mast I (Tag 29 bis 56)	g/d	57 (± 0,6)	56 (± 0,9)	0,4	0,5078
Mast II (Tag 57 bis 81)	g/d	51 (± 1,3)	51 (± 1,7)	0,1	0,7800
Futtermverwertung					
Mast I (Tag 29 bis 56)	kg /kg	2,889 (± 0,049)	2,804 (± 0,069)	1,0	0,3211
Mast II (Tag 57 bis 81)	kg /kg	4,401 (± 0,111)	4,296 (± 0,157)	0,3	0,5875

Tabelle 19: Interaktionskomponente Genotyp*Haltung für die Futteraufnahme und das Lebendgewicht im Mastabschnitt Tag 29 bis 56 (LS-Means und Standardfehler)

Merkmal	Haltung		F- Statistik	p	Standard- fehler
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf			
Durchgang 1					
Mast I (Tag 29 bis 56)					
Futteraufnahme g/d			4,1	0,0345	± 3,9
ISA-Red-JA	124	123			
ISA-JA-957	132	133			
Ross-308	196	215			
Lebendgewicht g			1,3	0,3066	± 42,4
ISA-Red-JA	2104	2071			
ISA-JA-957	2463	2336			
Ross-308	3681	3684			
Durchgang 2					
Mast I (Tag 29 bis 56)					
Futteraufnahme g/d			7,5	0,0024	± 4,8
ISA-JA-757	146	141			
Ross-Rowan	188	158			
Cobb-Sasso-150	157	165			
Lebendgewicht g			1,0	0,3718	± 46,9
ISA-JA-757	2178	2125			
Ross-Rowan	2761	2681			
Cobb-Sasso-150	2339	2388			

Tabelle 20a: Merkmale des Schlachtkörperwertes (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung nach einer Mastdauer von 56 Tagen im Durchgang 1

Merkmal	Haltung		F- Statistik	p	
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf			
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	1872 (± 16,3)	1786 (± 16,3)	14,3	0,0003
Ausschlachtung	%	73,2 (± 0,18)	72,2 (± 0,18)	15,0	0,0002
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	585 (± 9,2)	559 (± 9,2)	4,1	0,0451
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	553 (± 5,5)	531 (± 5,5)	7,8	0,0064
Abdominalfett	g	28 (± 1,5)	25 (± 1,5)	2,9	0,0902
Brustanteil	%	30,3 (± 0,25)	30,5 (± 0,26)	0,3	0,6117
Schenkelanteil	%	29,7 (± 0,18)	30,0 (± 0,18)	1,3	0,2596
Abdominalfettanteil	%	1,51 (± 0,08)	1,36 (± 0,08)	2,0	0,1656

Tabelle 20b: Merkmale des Schlachtkörperwertes (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung nach einer Mastdauer von 56 und 81 Tagen im Durchgang 2

Merkmal	Haltung		F- Statistik	p	
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf			
Mastdauer 56 Tage					
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	1625 (± 16,9)	1597 (± 24,0)	0,9	0,3431
Ausschlachtung	%	73,4 (± 0,17)	72,4 (± 0,24)	9,9	0,002
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	552 (± 6,9)	525 (± 9,8)	5,1	0,0263
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	467 (± 4,9)	469 (± 6,9)	0,1	0,8309
Abdominalfett	g	16 (± 0,8)	16 (± 1,8)	0,3	0,5742
Brustanteil	%	33,6 (± 0,17)	32,6 (± 0,25)	11,1	0,0011
Schenkelanteil	%	28,9 (± 0,12)	29,5 (± 0,16)	8,3	0,0047
Abdominalfettanteil	%	1,00 (± 0,04)	0,97 (± 0,06)	0,1	0,7217
Mastdauer 81 Tage					
Schlachtkörpergewicht (nach dem Auftauen)	g	2710 (± 34,3)	2510 (± 35,1)	16,7	0,0001
Ausschlachtung	%	74,4 (± 0,29)	73,1 (± 0,30)	9,0	0,0035
Brust (incl. Haut und Knochen)	g	930 (± 17,3)	845 (± 17,7)	12,0	0,0008
Schenkel (incl. Haut und Knochen)	g	785 (± 11,7)	731 (± 12,0)	10,4	0,0018
Abdominalfett	g	40 (± 2,2)	42 (± 2,2)	0,2	0,6513
Brustanteil	%	33,9 (± 0,30)	33,3 (± 0,30)	1,7	0,1996
Schenkelanteil	%	29 (± 0,20)	29,1 (± 0,20)	0,1	0,7264
Abdominalfettanteil	%	1,55 (± 0,09)	1,71 (± 0,09)	1,6	0,2091

Tabelle 21: pH-Wert der Brustmuskulatur (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung

Merkmal	Haltung		F-Statistik	p
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf		
Durchgang 1				
Mastdauer 56 Tage				
pH-1 (20 min post mortem)	6,23 (± 0,04)	6,34 (± 0,04)	5,0	0,0276
pH-final (nach dem Auftauen)	5,83 (± 0,01)	5,84 (± 0,01)	0,2	0,6296
Durchgang 2				
Mastdauer 56 Tage				
pH-1 (20 min post mortem)	5,98 (± 0,02)	5,99 (± 0,03)	0,0	0,8554
pH-final (nach dem Auftauen)	5,88 (± 0,01)	5,84 (± 0,02)	2,4	0,1259
Mastdauer 81 Tage				
pH-1 (20 min post mortem)	6,14 (± 0,04)	6,18 (± 0,04)	0,4	0,5140
pH-final (nach dem Auftauen)	5,83 (± 0,02)	5,85 (± 0,02)	0,7	0,3942

Tabelle 22: Abwinkelung der Gelenkflächen im Kniegelenk (LS-Means und Standardfehler) in Abhängigkeit der Haltung

Merkmal	Haltung		F-Statistik	p
	Feststall ohne Auslauf	Mobilstall mit Auslauf		
Durchgang 1				
Mastdauer 56 Tage				
Femur distal	13,5 (± 0,52)	13,3 (± 0,52)	0,0	0,8424
Tibia proximal	28,8 (± 0,85)	30,4 (± 0,85)	1,7	0,1970
Durchgang 2				
Mastdauer 56 Tage				
Femur distal	11,0 (± 0,36)	10,7 (± 0,51)	0,2	0,6852
Tibia proximal	28,1 (± 0,54)	27,3 (± 0,77)	0,7	0,4216
Mastdauer 81 Tage				
Femur distal	9,9 (± 0,38)	9,7 (± 0,38)	0,2	0,6618
Tibia proximal	29,6 (± 0,80)	28,5 (± 0,80)	0,9	0,3353