

**Vergleichende Studie zur Tiergesundheit und Leistung von
sättigungsdeprivierten Mastlertieren unter dem Einfluss von
drei Fütterungsvarianten**

Marion Staudt

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

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

**Vergleichende Studie zur Tiergesundheit und Leistung von
sättigungsdeprivierten Mastelterntieren unter dem Einfluss von drei
Fütterungsvarianten**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Marion Staudt
aus Heilbronn

München 2007

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Univ.-Prof. Dr. M. H. Erhard

Koreferent: Prof. Dr. M. Goldberg

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

*Meiner kleinen und
großen Familie*

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG.....	1
2 LITERATUR.....	2
2.1 Herkunft und Domestikation des Haushuhnes (<i>Gallus gallus domesticus</i>).....	2
2.2 Natürliche Lebensweise.....	3
2.3 Masthähnchen als Nutztier.....	4
2.4 Mastelertiere.....	5
2.4.1 Leistungen der Mastelertiere.....	7
2.4.2 Rassen Ross 308 und Cobb 500.....	9
2.4.3 Mortalität der Mastelertiere.....	10
2.5 Probleme bei der Mastelertierhaltung.....	10
2.6 Mögliche Verbesserungen bei der Mastelertierhaltung.....	11
2.7 Postmortale Untersuchungen.....	13
2.7.1 Knochenbruchfestigkeit und Knochengrößen.....	13
2.7.2 Muskelfaserdicke.....	15
2.8 Physiologische Blutparameter.....	18
2.8.1 Fettstoffwechsel.....	18
2.8.1.1 Triacylglycerine.....	18
2.8.1.2 Cholesterin.....	21
2.8.2 Leberstoffwechsel.....	24
2.8.2.1 Gallensäuren.....	25
2.8.2.2 Aspartat-Amino-Transferase (AST).....	27
3 TIERE, MATERIAL UND METHODE.....	30
3.1 Versuchsdurchgang.....	30
3.2 Tiere.....	31
3.3 Haltung.....	31
3.4 Fütterung.....	34
3.4.1 Kükenstarter.....	34
3.4.2 Junghennenalleinfutter.....	35
3.4.3 Pre-Lay-Futter.....	35

3.4.4 Legehennenfutter.....	35
3.4.5 Fütterungssysteme und Futtermittelverbrauch.....	36
3.4.6 Tränkesysteme und Wasserverbrauch.....	37
3.5 Impfprogramm.....	37
3.6 Probenmaterialien.....	38
3.7 Postmortale Untersuchungen.....	39
3.7.1 Knochenparameter.....	39
3.7.1.1 Knochenbruchfestigkeit.....	39
3.7.2.2 Breite, Höhe und Länge.....	41
3.7.2 Histologische Untersuchungen.....	41
3.7.3 Sektion und Mortalität.....	43
3.8 Physiologische Blutparameter.....	43
3.8.1 Entnahme und Aufbereitung der Blutproben.....	43
3.8.2 Bestimmung der Blutparameter.....	44
3.8.2.1 Bestimmung der Triacylglycerinen im Blutplasma.....	45
3.8.2.2 Bestimmung des Cholesterins im Blutplasma.....	45
3.8.2.3 Bestimmung der Gallensäuren im Blutplasma	46
3.8.2.4 Bestimmung der Aspartat-Amino-Transferase (AST) im Blutplasma	46
3.9 Statistisches Auswertungsverfahren.....	47
4 ERGEBNISSE.....	49
4.1 Postmortale Untersuchungen.....	49
4.1.1 Knochenbruchfestigkeit.....	49
4.1.2 Dehnung der Knochen zum Zeitpunkt des Bruches.....	54
4.1.3 Größe der Knochen.....	58
4.1.3.1 Länge der Knochen.....	58
4.1.3.2 Höhe der Knochen.....	63
4.1.3.3 Breite der Knochen.....	67
4.1.4 Muskelfaserdicke.....	72
4.1.5 Mortalität und Sektion.....	76
4.1.5.1 Erfassung der Mortalitätsrate	76
4.1.5.2 Sektionsergebnisse.....	77

4.2 Physiologische Blutparameter.....	79
4.2.1 Fettstoffwechsel.....	80
4.2.1.1 Triglyceride.....	80
4.2.1.2 Cholesterin.....	87
4.2.2 Leberstoffwechsel.....	94
4.2.2.1 Gallensäuren.....	94
4.2.2.2 Aspartat-Amino-Transferase (AST).....	101
4.3 Erfassung der Leistungsdaten.....	108
4.3.1 Gewichtsentwicklung.....	109
4.3.2 Futtermittelverbrauch.....	111
4.3.2.1 Futtermittelverzehr und Futtermittelverbrauch pro Tag.....	111
4.3.2.2 Durchschnittlicher täglicher Futtermittelverzehr	114
4.3.2.3 Gesamtfuttermittelverzehr.....	116
4.3.3 Wasserverbrauch.....	118
4.3.3.1 Gesamtwasserverbrauch.....	118
4.3.3.2 Durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch.....	120
4.3.3.3 Wasser- / Futtermittelverhältnis.....	122
4.3.4 Fruchtbarkeitsparameter.....	123
4.3.4.1 Eizahlen.....	123
4.3.4.2 Eigewichte.....	124
4.3.4.3 Befruchtungs- und Schlupfraten	125
4.3.4.4 Kükenengewichte.....	127
5 DISKUSSION.....	128
5.1 Postmortale Untersuchungen.....	128
5.2 Physiologische Blutparameter.....	132
5.3 Beurteilung der Leistungsdaten.....	138
5.3.1 Aufzuchtphase.....	138
5.3.2 Legephase.....	140
5.4. Schlussfolgerung.....	142
6 ZUSAMMENFASSUNG.....	144

7 SUMMARY.....	147
8 LITERATURVERZEICHNIS.....	150
9 ANHANG.....	164
10 LEBENSLAUF.....	184
11 DANKSAGUNG.....	185

1 EINLEITUNG

Im Jahr 2000 erzeugten die Mästereien 70 Milliarden Kilogramm Geflügelfleisch für den Weltmarkt, im Vergleich dazu waren es 1960 noch unter 10 Milliarden Kilogramm (HOLLENSTEIN, 2004). Um die weiter wachsende Nachfrage nach Geflügelfleisch zu decken, muss die Produktion von Geflügelfleisch immer effektiver werden. Der Mehrbedarf wird unter anderem über züchterische Erfolge gedeckt. In der Hähnchenzucht wird ein Plus von 4% des Körperzuwachses, sowie ein Plus von 2,5% in der Futtermittelverwertung pro Jahr verzeichnet (DAMME, 2002). Das bedeutet, dass die Tiere das gleiche Schlachtgewicht in kürzerer Zeit bei besserer Futtermittelverwertung erreichen und auch die Schlachtausbeute sich jährlich steigert. Der Zuwachs der Körpermasse in kürzerer Zeit wird erzielt, indem die Masthähnchen darauf selektiert werden, kein natürliches Sättigungsgefühl mehr zu haben. Diese Erbanlage haben auch die Mastelertiere, allerdings wirkt bei ihnen ein zu schneller Zuwachs einer guten Reproduktionsleistung entgegen. Die Lösung in der Praxis sieht ein Fütterungsmanagement vor, bei dem die Tiere deutlich weniger Futter erhalten als sie von sich aus aufnehmen würden. Nach ca. 15-20 Minuten haben sie ihre Tagesration an Futter verzehrt und leiden den Rest des Tages an Hunger.

Für Mastelertiere gibt es derzeit keine gesetzlich verankerten Grundlagen bezüglich Haltung und Fütterung. Ihre Haltung basiert in Deutschland auf dem seit 1995 herausgegebenen „Recommendation concerning domestic fowl (Gallus gallus)“ des Europäischen Rates (COUNCIL OF EUROPE, 1995).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Auswirkungen verschiedener Fütterungsmanagements auf den Stoffwechsel der Mastelertiere überprüft werden. Dazu werden zwei häufig verwendete Mastelertierassen in je drei gleiche Gruppen aufgeteilt. Die restriktiv gefütterten Gruppen erhalten Futter nach Vorgabe der Züchter, die ad libitum gefütterten Gruppen erhalten das gleiche Futter zur freien Verfügung und die verdünnt gefütterten Gruppen erhalten Futter zur freien Verfügung, welches im Energie- und Nährstoffgehalt reduziert ist.

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob zwischen den Gruppen Unterschiede hinsichtlich des Stoffwechsels bestehen. Untersucht werden dabei Parameter des Fett-, des Leber- und des Knochenstoffwechsels. Außerdem liefern die erhaltenen Daten allgemeine Erkenntnisse in Bezug auf die Leistung und die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Fütterungsmanagements in der Mastelertierhaltung.

2 LITERATUR

2.1 Herkunft und Domestikation des Haushuhnes (*Gallus gallus domesticus*)

Die Zähmung und Nutzbarmachung der Wildhühner reicht bis in die früheste Kulturgeschichte der Menschheit zurück. Am Anfang waren es vermutlich nur die Eier der Wildhühner, die der Mensch als Ernährungsbereicherung verwendet hat, später jedoch wurde auch das Fleisch genutzt. Dennoch ist bis heute die Abstammung der Haushühner nicht restlos geklärt. Es existieren viele unterschiedliche Meinungen. Einigkeit herrscht nur darüber, dass die heutigen Haushuhnarten aus Indien, China und den malaiischen Inseln stammen. Auch heute leben dort noch die ursprünglichen Formen, das Bankiva- (*Gallus bankiva*), das Sonnerat- (*Gallus sonneratii*), das Lafayette- (*Gallus lavafettii*) und das Gabelschwanzhuhn (*Gallus varius*).

Das Bankivahuhn ist das bekannteste Wildhuhn, es wird als Grundlage aller Haushühner angesehen. Vor 2500-3000 Jahren wurde es im asiatischen Raum domestiziert und verbreitete sich von dort aus im Laufe von Jahrtausenden über die ganze Welt. Von den Ägyptern ist bekannt, dass schon 500 Jahre vor Christus Hühnereier künstlich ausgebrütet wurden. Es liegen unterschiedliche Beschreibungen von Hühnern, Hühnerrassen und deren Lebensweisen vor; zudem wurde begonnen, neue Rassen und somit neue Schläge zu züchten, indem Tiere aus fremden Ländern mitgebracht und mit den einheimischen Tieren gekreuzt wurden. Neben der Verwendung als häufiges Nahrungsmittel bei alltäglichen Essen aber auch Festmählern dienten Hühner und deren Eier besonders im Mittelalter als angesehenes Zahlungsmittel. So wurden zum Beispiel besonders Zinsen und Abgaben an die Kirche häufig durch Eier oder Hühner bestritten. Mit Beginn des Dreißigjährigen Krieges ging die Geflügelhaltung stark zurück und erst Mitte des 19. Jahrhunderts bekam die Geflügelzucht mit Ankunft der asiatischen Hühner einen neuen Aufschwung (SCHOLTYSSEK und DOLL, 1987; ESTERMANN, 1997).

2.2 Natürliche Lebensweise

Hühner sind ursprünglich Gebüschbewohner, die auf kurze Wegstrecken und lange Ruhepausen eingestellt sind. Unbegrenzt gehaltene Hühner entfernen sich rund 50 Meter vom Stall, diese Entfernung entspricht ihrer Horizontweite. In diesem Bereich kann das Huhn Artgenossen und Personen noch wahrnehmen, schenkt ihnen aber meist keine große Beachtung, da das Bild unscharf und nicht mehr räumlich ist (BESSEI, 1999). Bei Schutz bietenden Zwischenzielen können sich Hühner auch 200-300 Meter vom Stall wegbewegen (SCHOLTYSSEK, 1987). Der Ruheplatz und Schlafplatz muss geschützt sein und liegt idealerweise in einer Baumgruppe (BAUMGART, 2001). Der Tagesablauf des Nutzhuhnes ist bestimmt durch Wasser- und Futteraufnahme, durch die Eiablage und Ruhepausen. Die Nahrungssuche nimmt dabei eine zentrale Stellung ein. Es gibt drei Perioden am Tag, in denen das Tier viel Zeit mit der Nahrungsaufnahme verbringt. Dabei ist es wichtig, dass das Tier morgens vor der Eiablage gut satt ist, nach der Eiablage beginnt erneut eine Zeit der intensiven Nahrungsaufnahme. Nach einer langen Ruhephase zum Tagesabschluss fressen sich die Tiere noch einmal richtig satt, damit sie dann in die Nachtruhe gehen können. Die Futtersuche geht einher mit einem ständigen Ortswechsel sowie mit Scharren, bodenorientierter Kopfhaltung und Picken. Bei der Nahrung werden Partikel bevorzugt, die etwa zwei mm Durchmesser haben, sie werden vor allem nach taktilen Merkmalen wie Größe, Dichte, Form, Härte, Feuchtigkeitsgehalt und Oberflächenbeschaffenheit ausgesucht (STAACK, 2004). Wichtig für die Ernährung der Tiere ist, dass sie leistungsgerecht erfolgt, damit die Gesundheit, das Wohlbefinden und eine nachhaltige Leistungsfähigkeit der Tiere nicht beeinträchtigt wird (DEERBERG, 1999). Die Menge an aufgenommenem Wasser entspricht etwa der doppelten Menge der Futteraufnahme und ist wichtig bei der Verdauung von überwiegend Samen und Keimlingen. Die anatomischen Verhältnisse des Magen-Darm-Traktes des Huhnes geben relativ eng vor, wie die Tiere ernährt werden sollten, um ihren Energiebedarf zu decken. So sind die beiden Blinddärme zum Beispiel sehr klein und lassen nur einen eingeschränkten Aufschluss von Rohfasern zu, so dass der Gehalt an schwerverdaulichen Bestandteilen eine physiologische Grenze gesetzt bekommt (STAACK, 2004).

2.3 Masthähnchen als Nutztiere

Im Jahr 2000 erzeugten die Mästereien 70 Milliarden Kilogramm Geflügelfleisch für den Weltmarkt, im Vergleich dazu waren es 1960 noch unter 10 Milliarden Kilogramm (HOLLENSTEIN, 2004). Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch wurde 2005 mit rund 18 Kilogramm pro Kopf und Jahr fast 50 Prozent mehr Geflügelfleisch verbraucht als 12 Jahre zuvor (ZMP, 2006). Der gesteigerte Geflügelfleischbedarf wird aber nicht nur über einen Zuwachs an gehaltenen Masthähnchen gedeckt, sondern vor allem über die Selektionserfolge bei der Masthähnchenzucht. Gemessen am Zuwachs der Körpermasse liegt der züchterische Fortschritt bei 4 % pro Jahr, die Futtermittelverwertung steigert sich jährlich um 2,5 %. Gleichzeitig verbessert sich die Ausschachtung von derzeit 68-70 % um 0,20–0,25 % jährlich und der Brustmuskelanteil steigt um 0,25–0,30 % (DAMME, 2002). Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Masthähnchen weniger fressen müssen, um dasselbe Schlachtgewicht in gleicher Zeit zu erreichen, oder aber bei gleicher Nahrungsaufnahme ihr Schlachtgewicht schneller erreichen, wobei zusätzlich eine bessere Schlachtausbeute zu erwarten ist. Die sich hier anschließende Tabelle 1 gibt unterschiedliche Mastverfahren an und verdeutlicht die Mastdauer und das erreichte Endgewicht der Masthähnchen.

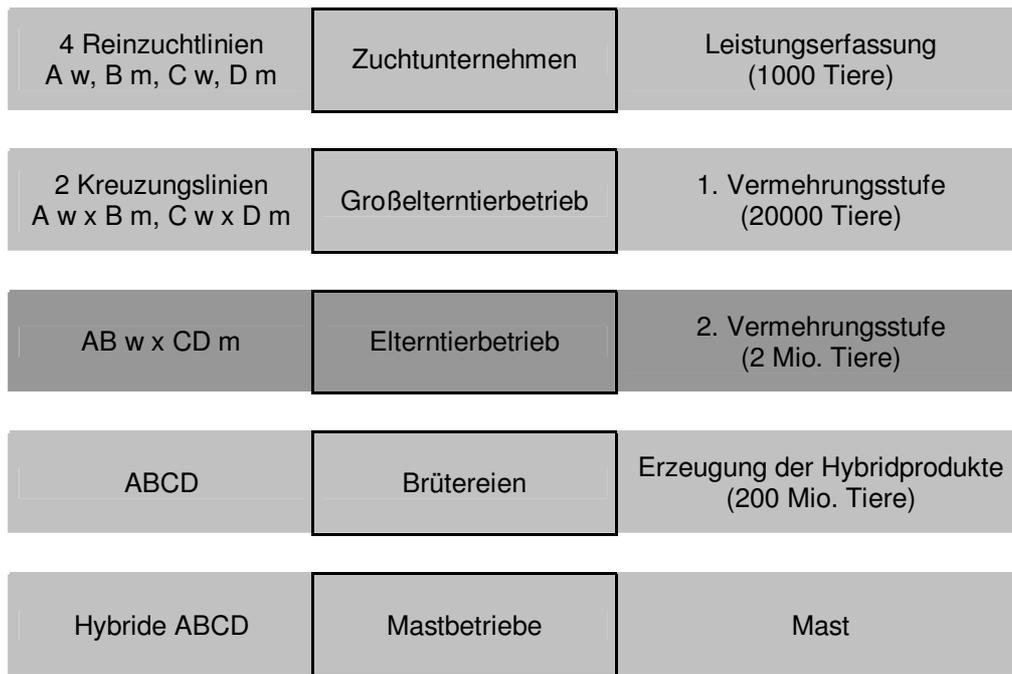
Tabelle 1: Mastverfahren der Hähnchenmast.

	Kurzmast	Splittingverfahren	Mittellangmast	Langmast
Mastdauer (d)	32-34	38 ($\frac{1}{3}$ 32; $\frac{2}{3}$ 40)	38-40	50-60
Besatzdichte (Tiere/m ²)	23	18 (23/16)	16-18	14
Durchgänge/Jahr (n)	8,1	7,2	6,7	4,8
Leerzeiten (d)	12,5	12,7	13,4	17,6
Mastendgewicht (g)	1500	1960 (1500/2200)	~ 2000	2000-3000
Futtermittelverwertung (1:x)	1,70	1,77	1,83	2,00
Verluste (%)	5,2	4,9	4,8	5,0
Quelle: Weser Ems Berechnung bzw. Auswertungsergebnisse aus der Betriebszweigauswertung, KRAFELD (2004)				

Das erzielte hohe Leistungsvermögen des Nutzgeflügels ist einerseits auf die genetische Verbesserung der Reinzuchtlinien zurückzuführen, andererseits spielt die Heterosis eine entscheidende Rolle. Das heißt, es werden geeignete Reinzuchtlinien miteinander gekreuzt und dabei die Kreuzungseffekte ausgenutzt. Heterosis ist definiert als positive Abweichung der Leistung der Kreuzungsnachkommen vom Durchschnitt der Elternlinien. Vereinfacht ausgedrückt kommen dabei alle Genorte, die in den Reinzuchtlinien homozygot rezessiv auftreten und leistungsdepressiv wirken, in den Hybriden durch die Heterozygotie nicht zum Tragen. Die Tiere nehmen in 35 Tagen das 40-fache ihres Schlupfgewichtes zu (DAMME, 2002). Diese hohen Zunahmen der Masthähnchen sind nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass die Tiere einen gesteigerten Appetit haben, der über eine Veränderung des zentralen und peripheren Mechanismus der Hungerregulation erzielt wurde. Die Tiere haben somit kein natürliches Sättigungsgefühl mehr, sie sind sättigungsdepriviert (LACY et al., 1985; DENBOW, 1989). MARKS (1980) untersuchte das Futteraufnahmeverhalten von Broilern. Er stellte fest, dass kommerzielle Broiler (selektierte) deutlich mehr Futter aufnehmen als andere Rassen (nicht selektierte).

2.4 Mastelterntiere

Als Mastelterntiere oder auch Broilerelterntiere wird die Generation der Masthühner bezeichnet, deren Nachkommen in der Mast eingesetzt werden. Früher vereinigte ein Geflügelbetrieb alle oder zumindest mehrere Entwicklungsstufen des Huhnes in einem Betrieb. Heutzutage spezialisiert sich jeder Betrieb auf eine Entwicklungsstufe. Es gibt Zuchtunternehmen, die die Reinzuchtlinien halten und vermehren. Diese beliefern die Großelterntierbetriebe, die aus ehemals vier Reinzuchtlinien zwei Kreuzungszuchtlinien erzielen. Diese beiden Kreuzungslinien werden wiederum in Elterntierbetrieben miteinander verpaart, so dass am Ende ein Tier entsteht, das die Anlagen aus vier Reinzuchtlinien miteinander vereint. Die Elterntierbetriebe brüten die Masthähnchen teils selbst aus oder geben die Eier an Brütereien weiter, die einzig auf diesen Entwicklungsschritt spezialisiert sind. An letzter Stelle in der Masthähnchenproduktion stehen die Mästereien, in denen die Tiere vom Eintagsküken zum schlachtreifen Tier gemästet werden. Abbildung 1 verdeutlicht die einzelnen Entwicklungsstufen in verschiedenen Betrieben (DAMME, 2002).



w = weiblich
m = männlich
ABCD = je eine Reinzuchtlinie

Abbildung 1: Darstellung der unterschiedlichen Geflügelproduktionsebenen und -betriebe (DAMME, 2002).

Der Vorteil für den einzelnen Geflügelhalter liegt darin, dass er immer eine gleich bleibend hohe Leistung erzielen kann und homogene Tiere hat. Mit dieser Aufteilung der Produktionsebenen kann ein sehr schneller und gezielter Selektionsfortschritt erfolgen, da die Generationsintervalle bei circa einem Jahr liegen. Der Nachteil ist, dass der Landwirt die Tiere erst einkaufen muss und damit stark abhängig vom Angebot der Zuchtfirmen und der Nachfrage der Geflügelfleischmärkte ist (DAMME, 2002). Die Mastelterntiere leben üblicherweise in Bodenhaltung, wobei die zur Verfügung stehende Fläche in Kotgrube (2/3 der Fläche) und Scharfläche (1/3 der Fläche) aufgeteilt ist. Im Bereich der Kotgrube sind Familien- oder Koloniennester vorhanden. Bei konventioneller Bodenhaltung ist die Besatzdichte auf sieben Tiere pro Quadratmeter Grundfläche festgelegt. Die Tiere werden gemischt gehalten, wobei ein Hahn-Hennen-Verhältnis von 1:10 eingestellt wird. Es kann nötig sein, in der 40. Lebenswoche Hähne nachstallen zu müssen, da einige Hähne aufgrund der Belastung frühzeitig versterben. Die Fütterung der Mastelterntiere erfolgt in der Praxis restriktiv, das heißt, sie erhalten ein Angebot an Nährstoffen, welches den Bedarf deckt, aber ein zu schnelles Wachstum verhindert.

2.4.1 Leistungen der Mastelertiere

Die beiden Produktionsmerkmale Legeleistung und Mastleistung korrelieren genetisch negativ miteinander. Um diese negative Korrelation weitestgehend zu vermeiden, werden in der Praxis Muttertiere mit einer guten Reproduktionsleistung und Vatertiere mit einer guten Mastleistung gewählt, auf diese Weise kann durch den Heterosiseffekt eine gute Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Einige biologische Eckdaten der Mastelertiere sind aus Tabelle 2 ersichtlich (HILLER, 2004). Um eine bestmögliche Ausbeute der Legeleistung bei den Elterntieren zu bekommen, trotzdem aber optimale Mastfolge bei den Masthähnchen erzielen zu können, kommt der Haltung und Fütterung der Mastelertiere eine wichtige Rolle zu. Eine restriktive Fütterung erlaubt gute Reproduktionsleistungen der Mastelertiere, da ein zu hohes Gewicht und eine zu starke Verfettung der Fruchtbarkeit entgegenstehen. Die Folgen wären eine schlechte Legeleistung und niedrige Schlupfraten (SCHOLTYSSSEK, 1987).

Tabelle 2: Wichtige biologische Eckdaten der Mastelertierhaltung (HILLER, 2004).

Alter bei Einstallung	18 bis 20 Wochen
Alter bei 5 % bis 10 % Produktion	22 bis 23 Wochen
Alter bei Ausstallung	58 bis 62 Wochen
Anzahl Bruteier pro eingestellte Henne	145
Anzahl Konsumeier pro eingestellte Henne	10
Hähne pro 100 Hennen bei Einstallung	10
Verluste bis zum Schlachttag bei Hennen	10 % bis 15 %
Verluste bis zum Schlachttag der eingestellten Hähne	bis 30 %
Nachgestallte Hähne	3 %
Durchschnittsschlupf	82 %
Körpergewicht der Hennen bei Einstallung	1,9 kg
Körpergewicht der Hähne bei Einstallung	3,8 kg
Futter je weiblicher Stallplatz und Jahr	60,0 kg
Futter je eingestellte Henne und 45 Wochen Produktion *	48,0 kg
Futter je Hahn und 45 Wochen Produktion	40,0 kg
Futter je Stallplatz und Jahr inkl. Hahnenanteil	64,0 kg

* Verluste der Hennen nicht berücksichtigt

Die Elterntierbetriebe liefern in aller Regel genaue Fütterungsanweisungen mit den Eintagsküken mit, genauso auch Tabellen zur gewollten Gewichtsentwicklung (siehe Anhang Anlage 1 und 2). So kann anhand der zugewiesenen Futtermengen und regelmäßiger Gewichtsermittlung überprüft werden, ob sich die Elterntiere wie gewollt entwickeln und einer bestmöglichen Legeleistung nichts im Wege steht. Dass vor allem der Fütterung eine große Rolle bei der Haltung der Mastelertiere zufällt, ist auch daraus ersichtlich, dass bei verschiedenen Untersuchungen die Leistungsparameter bei anders gewählten Fütterungsvarianten stark nachlassen. So hat eine Untersuchung von HOCKING et al. (2002 a) ergeben, dass sich beim Vergleich von ad libitum gefütterten weiblichen Mastelertieren zu restriktiv gefütterten Hennen Einbußen hinsichtlich der Produktivität einstellen. Bei einer Gewichtsentwicklung von 3,7 Kilogramm Körpergewicht in 60 Lebenswochen weisen die restriktiv gefütterten Tiere eine Gesamteizahl von 157 Eiern auf, davon sind 140 Stück brutfähig und es ergibt sich eine Schlupfrate von 86 %. Die ad libitum gefütterten Tiere weisen in der 60. Lebenswoche ein Körpergewicht von 5,3 Kilogramm auf, die Legeleistung ist auf 44 Eier gesunken, davon sind 35 Eier brutfähig, so dass sich eine Schlupfrate von 43 % ergibt. Die höchste Fertilität wurde bei Hähnen mit einem Körpergewicht von 5 kg (91 %) ermittelt. Erreichen die Hähne ein Körpergewicht von 7 kg zu, fällt die Fertilität auf 22 % ab. Die Hähne werden zu schwer und damit zu träge zum Treten. Offensichtlich muss zwischen der Fruchtbarkeit der Hennen und Hähne von Mastelertieren unterschieden werden. So konnten YU et al. (1992) und GOERZEN et al. (1996) bestätigen, dass eine negative Korrelation zwischen Körpergewicht und Fruchtbarkeit bei weiblichen Mastelertieren besteht. Sie stellten fest, dass überfütterte Mastelertierhennen Eier mit geringerer Fruchtbarkeit, Brutfähigkeit und Viabilität der Küken produzieren. CEROLINI et al. (1995) untersuchten dagegen die Fertilität der Hähne genauer. In ihrer Studie erhielten Hähne ab der 20. Lebenswoche unterschiedliche Futtermengen. Bis zur 20. Lebenswoche wurden alle ad libitum gefüttert, danach manche restriktiv, manche ad libitum und wieder andere erhielten Futtermengen, die genau dazwischen lagen. Die Spermien der ad libitum gefütterten Hähne zeigten eine bessere Motilität und einen prozentual höheren Anteil an lebenden Zellen. Die schlechteren Ergebnisse in Bezug auf manche Fruchtbarkeitsparameter hängen möglicherweise auch mit dem Zeitpunkt der Futterrestriktion zusammen. So fanden WILSON et al. (1989) heraus, dass die Fertilität von Mastelertieren umso besser ist, je früher mit der Futterrestriktion begonnen wird. Nicht nur, dass bei Tieren, die ab der zweiten Lebenswoche eine restriktive Futtermenge erhalten, die Geschlechtsreife früher einsetzt, auch die Fruchtbarkeit (92,5 %) und Brutfähigkeit (90,7 %) der gelegten Eier ist höher, ebenso die

Anzahl der Küken pro Henne (133,8). Beginnt die Futterrestriktion erst mit der achten Lebenswoche fallen diese Parameter schlechter aus (Fruchtbarkeit: 88,5 %, Brutfähigkeit 90,7 %, Anzahl der Küken pro Henne 129,3).

2.4.2 Rassen Ross 308 und Cobb 500

In Deutschland gibt es seit 1997 kein eigenständiges Broiler-Zuchtunternehmen mehr. Die Elterntierbetriebe und Brütereien werden mit Küken oder Bruteiern aus dem Ausland beliefert, welche wiederum die Mastbetriebe beliefern. Das Unternehmen Cobb Breeding Co. ist ein eigenständiges Unternehmen und hat seinen Sitz in Großbritannien und den USA. Es gilt als das größte Elterntier-Zuchtunternehmen weltweit. Das zweitgrößte Unternehmen, Ross Breeders (UK) gehört heute zu Aviagen (UK) (DAMME, 2002). Beide Firmen produzieren Elterntierbruteier oder auch Elterntierküken, deren Nachkommen in der Mast eingesetzt werden. Beide Rassen zeichnen sich durch eine hohe Wachstumsrate aus. Eine gute Futterumsetzung, ein günstiger Skelettaufbau und niedrige Absterberaten zählen ebenfalls zu den Eigenschaften der beiden Rassen. In Tabelle 3 sind die von den Broiler-Zuchtunternehmen angegebenen Leistungsansprüche dargestellt. Die Elterntierbetriebe und Brütereien in Deutschland werden überwiegend mit Elterntierküken oder Bruteiern dieser beiden Rassen beliefert. Rassen anderer Zuchtfirmen (Merial, Nutreco, Peterson Farms, Tetra und Anak Breeders Ltd.) spielen eine geringere Rolle.

Tabelle 3: Angaben der Firmen Aviagen (2005) und Cobb Breeding Co. zu den Leistungen beider Rassen (Ross 308 und Cobb 500).

Produktionsmerkmal	Ross 308	Cobb 500
Gesamteizahl in 64 Wochen (Ross) / 65 Wochen (Cobb)	180,0	175,1
brutfähige Eier	171,0	169,1
Brutergebnis (%)	85,0	85,0
Anzahl Masthähnchen / eingestellten Henne	145,0	143,9
Spitzenproduktion (%)	84,3	.
Überlebensrate während der Aufzucht (%)	95,0	.
Überlebensrate während der Legephase (%)	95,0	91,0

2.4.3 Mortalität der Mastelertiere

Die durchschnittliche Mortalität bei den Mastelertieren wird von den Erzeugern der Rassen Ross 308 und Cobb 500 unter der Einhaltung der restriktiven Fütterung nach Managementvorgaben mit ca. 5 % (für Ross 308, keine Angabe für Cobb 500) während der Aufzuchtphase (bis zur 25. Lebenswoche) und mit 9 - 10 % (Ross 308 und Cobb 500) während der Legephase (26. bis 65. Lebenswoche) angegeben. Einen direkten Zusammenhang zwischen dem Gewicht und somit der aufgenommenen Futtermenge und der Mortalität konnten KATANBAF et al. (1989) feststellen. Bei ihnen zeigten Hühner mit ad libitum Fütterung (ca. 4500 g) in der 23. Lebenswoche ein deutlich höheres Gewicht als gleichaltrig restriktiv gefütterte Tiere (ca. 2100 g). Die Mortalität unterschied sich insofern, dass restriktiv gefütterte Tiere in der 50. Lebenswoche eine Mortalität von etwas über 12 % zeigten, die ad libitum gefütterten Tiere hingegen eine Mortalität von circa 50 %. In der 66. Lebenswoche driften die Werte noch weiter auseinander, die Tiere mit restriktiver Fütterung zeigen weiterhin eine Mortalität von ca. 12 %, die ad libitum gefütterten Tiere weisen mittlerweile eine Mortalität von 70 % auf. Nach einer Studie von HOCKING et al. (2002 a) konnte festgestellt werden, dass die Mortalität von ad libitum gefütterten Mastelertieren im Gegensatz zu restriktiv gefütterten Tieren bis zur 60. Lebenswoche bei den Hennen von 4 % auf 46 % ansteigt, bei einem Gewicht von 3,7 Kilogramm für die restriktiv gefütterten Tiere und 5,3 Kilogramm für die ad libitum gefütterten Tiere. FATTORI et al. (1991) geben für restriktiv gefütterte weibliche Mastelertiere in der 20. Lebenswoche ein Körpergewicht von 2,1 kg an, in der 62. Lebenswoche ist es auf 3,7 kg angestiegen. Die Mortalitätsrate während der Aufzuchtphase beläuft sich auf 3,8 %, während der Legephase beträgt sie 7,8 % und liegt somit für die in dieser Studie verwendeten Arbor Acres Mastelertieren noch unter der für die Rasse Ross 308 nach Managementvorgabe.

2.5 Probleme bei der Mastelertierhaltung

Das genetische Potential der Mastelertiere unterscheidet sich nur insofern von dem der Masthähnchen, dass bei ihnen der Heterosiseffekt nicht zur vollen Ausprägung kommt, da der letzte Kreuzungsschritt noch fehlt. Grundsätzlich haben sie auch die Veranlagung, sehr viel zu fressen und schnell zuzunehmen. Da aber eine schnelle Gewichtszunahme einer guten Reproduktionsleistung und einer langfristigen Fitness entgegensteht, werden die Tiere

restriktiv gefüttert. Die Fütterung verhindert auf der Seite der weiblichen Tiere einen Rückgang der Legeleistung und auf der Seite der männlichen Tiere eine verminderte Deckbereitschaft. Ohne restriktive Fütterung wären Gesundheitsprobleme zu erwarten, wie sie häufig bei sogenannten Fleischrassen auftreten: Beinehlstellungen, Kontaktdermatitis, Aszites oder enzootischer Herztod. Auch die Fettlebererkrankung und speziell bei den Mastelertieren das Egg-Drop-Syndrom sind von Bedeutung (SCHOLTYSSSEK, 1987; KUBÍKOVÁ, 2001; DAMME, 2002). Von den Züchtern werden genaue Fütterungsempfehlungen ausgesprochen, die nicht nur Futtermengen und Futterarten angeben, sondern auch Zielgewichte zu bestimmten Lebensstagen (SCHOLTYSSSEK, 1987). Einige Erkrankungen sind bereits zu einem früheren Zeitpunkt über Blutparameter festzustellen und Untersuchungen an Knochen und Muskulatur sagen etwas über die Konstitution der Tiere aus. Die restriktive Fütterung, bei der die Tiere, je nach Altersabschnitt, nur ungefähr 15-20 Minuten benötigen, um ihre tägliche Futtermenge zu verzehren, hat jedoch zur Folge, dass die Tiere den Rest des Tages Hunger leiden. Physischer Stress und Verhaltensstörungen sind die Konsequenz, die sich in Stereotypen beim Herumlaufen, Picken und Trinken äußert und auch an veränderten Blutparametern festgestellt werden kann (JULIAN, 1998; MENCH, 2001; DE JONG, 2003; SANDILANS, 2004).

2.6 Mögliche Verbesserungen bei der Mastelertierhaltung

Es existieren keine speziellen Vorschriften für die Mastelertierhaltung in Deutschland, wie es zum Beispiel in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzVO) vom 22. August 2006 für die Legehennen der Fall ist. Im § 1 des Tierschutzgesetzes (TSchG) vom 18. Mai 2006 ist aber verankert, dass „niemand (...) einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen“ darf. In einigen Bundesländern, so zum Beispiel in Niedersachsen, werden Fördermittel aufgrund besonderer Maßnahmen für die Geflügelhaltung im Rahmen des Agrarinvestitionsförderprogramms (AFP) bereitgestellt, die auch für die Mastelertiere Mindestanforderungen unterstützen (HILLER, 2004). Einige Mindestanforderungen sind aus Tabelle 4 ersichtlich. 1993 wurde das Wohlergehen der Tiere anhand der sog. „Five Freedoms“ benannt, danach sollten die Tiere frei sein:

- von Durst, Hunger und falscher Ernährung,
- von „sich nicht wohl fühlen“ (discomfort),
- von Schmerz, Verletzungen und Krankheit,

- normale Verhaltensweisen auszuleben und
- von Furcht und schädlichen Belastungssituationen.

Festgehalten sind die „Five Freedoms“ im „Review of the Tasmanian Animal Welfare Act“. Derzeit ist ein Bedarf an Forschungsprojekten, die sich mit der Tiergesundheit und dem tiergerechten Verhalten bei den Mastelertieren beschäftigen, vorhanden, damit spezielle Gesetze und Verordnungen verabschiedet werden können, die zum Beispiel die oben genannten „Five Freedoms“ der Tiere berücksichtigen.

Einige Projekte beschäftigen sich damit, die Haltungs- und Fütterungsbedingungen der Mastelertiere dahingehend zu verbessern, dass die Tiere Futter erhalten, welches in seinem Nährstoffgehalt verdünnt ist. Die sogenannte verdünnte Fütterung beruht darauf, den Energiegehalt sowie in gleichem Maße die Nährstoffe des Futters zu reduzieren. So können die Tiere bei gleicher Gewichtsentwicklung ein größeres Volumen an Futter aufnehmen (MENCH, 2002; SANDILANS, 2004). Eine Verdünnung des Futters kann über Haferhülsen oder andere Kleie erfolgen. Wichtig dabei ist, einen Stoff zu verwenden, der ein Sättigungsgefühl hervorruft, aber wenig bis keine Energie enthält. Die Verdünnung des Futters kann nur bis zu einem bestimmten Grad erfolgen, da der Magen-Darm-Trakt des Huhnes anatomisch nicht darauf ausgerichtet ist, große Mengen an Rohfaser aufzuschließen (DAMME, 2002). Eine übermäßige Verdünnung des Futters führt bei den Tieren zu Diarrhoe. Ein weiterer Ansatz beschäftigt sich damit, dass den Tieren Appetitzügler gefüttert werden. Verwendung dabei finden Phenylpropanolamine oder Calcium-Propionat. Durch diese chemischen Futterzusätze kommt es bei den Tieren zu einer selbst auferlegten Futterrestriktion (MENCH, 2002; SANDILANS, 2004).

Tabelle 4: Mindestanforderungen an die Mastelertierhaltung, die aufgrund des Agrarinvestitionsförderprogramms gefördert werden (HILLER 2004).

Tageslicht	Lichteinfallfläche min. 3 % der Stallgrundfläche
Einstreubereich	Einstreufäche min. 1/3 der nutzbaren Fläche
Kaltscharrraum	aus hygienischen Gründen nicht vorgesehen
Lüftungseinrichtung	Förderleistung von 4,5 Kubikmeter Luft/kg Lebendmasse und Stunde
Sitzstangen	erhöhte Sitzstangen mit 18 cm je Tier
Besatzdichte	max. 7 Tiere pro Quadratmeter
Nester	1 Quadratmeter Nestfläche für 120 Tiere
Futtereinrichtungen	bei restriktiver Fütterung ein Fressplatz pro Tier mit 18 cm Troglänge

2.7 Postmortale Untersuchungen

2.7.1 Knochenbruchfestigkeit und Knochengrößen

Um eine Aussage über die Stabilität von Knochen zu erlangen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine davon ist mittels einer Materialprüfmaschine, die als Drei-Punkt-Biegevorrichtung unter stetiger Erhöhung der einwirkenden Kräfte die Knochen einer Belastung aussetzt, bis sie nachgeben und brechen. Dabei erhält man nicht nur eine Aussage über die Bruchfestigkeit, sondern auch über die maximale Dehnung der Knochen vor dem Bruch und somit indirekt über ihre Elastizität. Für RATH et al. (2000) ist die Knochenbruchfestigkeit die Belastung zum Zeitpunkt des Bruches und setzt sich aus der Summe aller Kräfte und Momente zusammen, die auf den Knochen einwirken.

Die Bruchfestigkeit der Knochen ist von verschiedenen Faktoren abhängig. So sind sich die Autoren REITER und BESSEI (1998 a, b) und LEYENDECKER et al. (2002) einig, dass die Futterzusammensetzung, die Bewegungsintensität der Tiere und die Genetik die wichtigsten Faktoren für die Stabilität von Geflügelknochen sind.

Bei der Fütterung ist vor allem der Calcium (Ca)- und Phosphor (P)- Gehalt und deren Verhältnis zueinander wichtig. PATTISON (1993) ist der Meinung, dass die Mineralstoffe, vor allem Calcium (Ca) und Phosphor (P), eine Schlüsselrolle in der Entwicklung des Skeletts spielen. Aber auch das Verhältnis der beiden Mineralstoffe zueinander ist wichtig, da ein Überschuss an verfügbarem Phosphor das Vorkommen von verschiedenen Beinschäden begünstigt. Beide Mineralstoffe stehen in ständigem Austausch mit dem Blutserum und werden nach KOLB (1979) zu 80 % (Ca) bzw. 40 % (P) in den Knochen überführt. Vor allem bei weiblichen Tieren darf der Bedarf an Ca und P nicht unterschätzt werden, da in der Legeperiode pro Tag je nach Alter und Gewicht des Tieres zwischen 2,4 g und 4,4 g Calcium notwendig werden (STAACK, 2004). Aber auch die Menge an Futter, die dem Einzeltier pro Tag zur Verfügung steht, hat Auswirkungen. BRUNO et al. (2000) fanden heraus, dass eine restriktive Fütterung die Knochenbruchfestigkeit des Femurs verringert, allerdings auf die Knochenbruchfestigkeit anderer Knochen keinen Einfluss hat.

Die Genetik wiederum lässt sich in verschiedene Faktoren aufschlüsseln. So ist offensichtlich das Alter der Tiere entscheidend (BRUNO et al., 2000), wobei in diesem Zusammenhang auch das Gewicht gesehen werden muss (APPLEGATE, 2002), da ältere Tiere, zumindest bis zu einer bestimmten Altersgrenze, größer und schwerer sind und somit größere Knochen besitzen. YALCIN et al. (1998) sind der Meinung, dass von den Faktoren Knochenlänge und

Knochengewicht eine Vorhersage über die Knochenbruchfestigkeit getroffen werden kann. Auch HEMME (2004) hat zwischen dem Gewicht von Broilern und der Knochenbruchfestigkeit eine gesicherte positive Beziehung festgestellt. Weiterhin haben weibliche Tiere eine geringere Knochenbruchfestigkeit als männliche Tiere des gleichen Alters. Diesen Geschlechtsunterschied, der ab dem 16. bis zum 49. Lebensstag signifikant wird, führen YALCIN et al. (2001) möglicherweise auf den Einfluss der Androgene zurück. Den Einfluss der Steroide auf die Mineralisation und somit auf die Knochenbruchfestigkeit sehen RATH et al. (1996) hingegen nur als minimal an. YALCIN et al. (2001) fanden weiter heraus, dass die Rasse eine ausschlaggebende Auswirkung auf die Knochen hat. WILLIAMS et al. (2000) differenzierten dies weiter und stellten fest, dass schnell wachsende Broiler einen niedrigeren Gehalt an Asche in den Knochen haben als langsam wachsende Rassen. In Bezug auf die Bewegung konnten REITER u. BESSEI (1998) in Untersuchungen an Broilern zeigen, dass eine forcierte Bewegungsintensität auch zu einer Anregung der Knochenbildung führt. LEYENDECKER et al. (2002) beobachteten bei Legehennen in verschiedenen Haltungssystemen, dass unterschiedliche Bewegungsmöglichkeit einen Einfluss auf die Stabilität von Tibia und Humerus hat. Tiere in Auslaufhaltung zeigten eine signifikant höhere Knochenstabilität als Tiere aus Käfighaltung. Bei BAUMGART (2005) wurden Untersuchungen an Legehennen der Linie Tetra in Volierenhaltung vorgenommen und die Knochenbruchfestigkeit betrug im Medianwert 217,6 bis 263,7 N und lag somit unter den Werten aus der Vergleichsstudie von BAZER (2005), bei der ebenfalls Legehennen der Linie Tetra, aber in Freilandhaltung, untersucht wurden und die Medianwerte 265,5 bis 276,6 N betrugen. Dies unterstreicht die Aussage, dass sich Bewegung positiv auf die Stabilität der Knochen auswirkt. BAUMGART (2005) und BAZER (2005) untersuchten neben der Knochenbruchfestigkeit auch die Dehnung der Knochen zum Zeitpunkt des Bruches als weiteren Indikator für die Knochenstabilität. In beiden Studien wurden Legehennen untersucht, einmal in Volieren- sowie einmal in Freilandhaltung. Die Untersuchungen fanden am Ende der Legeperiode im Alter von 65 Lebenswochen statt. BAUMGART (2005) erhielt Werte für die Dehnung im Bereich von 1,42 – 1,48 mm für die Tiere in Volierenhaltung, bei BAZER (2005) lagen die Werte zwischen 1,48 mm und 1,58 mm.

Zum weiteren Vergleich der Knochen kann die Größe herangezogen werden. Die Größe wird anhand der Länge, Breite und Höhe bestimmt. BRUNO et al. (2000) untersuchten die Tibia, den Femur und den Humerus von Tieren, die restriktiv gefüttert wurden und fanden heraus, dass das Wachstum der Knochen von der Fütterung beeinflusst wird. In dieser Untersuchung führte eine restriktive Fütterung im jungen Alter der Broiler zu einem verminderten

Wachstum der Knochen im Vergleich zu ad libitum gefütterten Tieren. Auch LETERRIER et al. (1998) sind der Meinung, dass die Wachstumsrate über die Fütterung beeinflusst werden kann.

Den Einfluss der Genetik auf das Längenwachstum der Knochen untersuchten auch YALCIN et al (2001). Sie stellten fest, dass zwischen einer langsamen und einer schnell wachsenden Rasse ein signifikanter Unterschied im Wachstum am 48. Lebenstag der Tiere zu verzeichnen ist. Weiter fanden sie heraus, dass ab dem 16. Lebenstag ein deutlicher Geschlechtsdimorphismus zu beobachten ist. Auch BOND et al. (1991) stellten ein unterschiedliches Längenwachstum der Knochen zwischen männlichen und weiblichen Tieren fest. RATH et al. (1999) erhielten ähnliche Resultate für die Knochenweite.

APPLEGATE et al. (2002) untersuchten das Wachstum von Broilern und deren Knochenentwicklung. Dabei lag das Hauptaugenmerk auf Femur- und Tibiawachstum in Abhängigkeit von Alter und Körpergewicht. Sie stellten fest, dass mit einem erreichten Körpergewicht von ca. 2,5 Kilogramm die Längenwachstumskurve stark abflacht. Die erreichte Länge zu diesem Zeitpunkt beträgt für den Femur ca. 8 cm und für die Tibia ca. 12 cm. Die Wachstumskurve der Weite steigt bei diesem Körpergewicht ebenfalls nicht mehr so stark an und beträgt zu diesem Zeitpunkt ca. 12 mm für die Tibia und 10 mm für den Femur.

BRUNO et al. (2000) erhielten neben ihrer Aussage über den Einfluss der restriktiven Fütterung auf das Längenwachstum der Knochen auch eine Aussage über den Einfluss des Alters. Bis zu einer bestimmten Altersgrenze nimmt das Wachstum der Knochen zu, am 42. Lebenstag beträgt das Längenwachstum des Femurs im Mittel 83,88 mm, die Weite des Femurs wurde im Mittel mit 10,25 mm angegeben. Die Ansicht darüber, dass das Alter einen Einfluss auf die Knochengröße hat, teilten auch WILLIAMS et al. (2000), wobei sich ihre Untersuchungen auf die Tibia beschränkten und nur bis zu einem Alter von 39 Lebenstagen der Tiere reichten.

2.7.2 Muskelfaserdicke

Eine Aussage über die Muskulatur kann auf verschiedene Art und Weise getroffen werden. Zum einen kann auf fleischhistologischer Ebene an rohem oder gekochtem Fleisch eine Untersuchung über die Beschaffenheit oder auch Zartheit des Fleisches vorgenommen werden. Zum anderen ist es möglich, mikroskopisch-anatomisch zu untersuchen, wie groß zum Beispiel der Bindegewebe- oder auch Fettanteil des Muskels im Vergleich zu seinem

Muskelfaseranteil ist. Diese Untersuchungen sind mit Hilfe eines Lichtmikroskops durchführbar.

Um weitere Untersuchungsmöglichkeiten auszuschöpfen, kann mit Hilfe eines Elektronenmikroskops untersucht werden, an welchem Muskel welche Fasertypen beteiligt sind. Beim Geflügel werden die Fasertypen (MEHNER und HARTFIEL, 1983) in drei Kategorien eingeteilt. Typ I (rote Fasern) kontrahieren sich langsam und erschlaffen auch langsam, der Energiestoffwechsel erfolgt fast ausschließlich auf aerobem Wege. Die Typ II Fasern werden auch als weiße Fasern bezeichnet und zeichnen sich durch eine hohe Kontraktions- und Erschlaffungsfähigkeit aus. Der Energiestoffwechsel erfolgt hier vorwiegend auf anaerobem Weg. Ihre Eigenschaften und den Stoffwechsel betreffend liegen die Typ III Fasern (intermediäre Fasern) zwischen Typ I und Typ II. Die anatomische Verteilung der Fasertypen kann artspezifisch und auch funktionsabhängig variieren. SMITH et al. (1993) untersuchten den Fasertypenanteil bei Masthähnchen und Pekingenten und stellten einen Unterschied zwischen den beiden Arten fest. SALOMON et al. (1993) hingegen haben herausgefunden, dass zumindest eine grobe Einteilung möglich ist, nach der in der Flugmuskulatur die weißen Fasern vorherrschen, in der Beinmuskulatur hingegen vorwiegend rote Fasern vorkommen.

Eine relativ einfache Möglichkeit, Muskelproben zu untersuchen und untereinander zu vergleichen, ist die Messung der Muskelfaserdicke. Durch Messung der einzelnen Faserdurchmesser kann eine Aussage getroffen werden, ob eine Hypertrophie einer bestimmten Muskelprobe vorliegt. Eine Hypertrophie liegt dann vor, wenn „eine Vergrößerung von Geweben oder Organen durch Zunahme des Zellvolumens bei gleichbleibender Zellzahl“ entsteht (PSCHYREMBEL, 1998).

SCHEUERMANN et al. (2004) sowie BURKE und HENRY (1997) unterscheiden zwei Phasen in der Muskelentwicklung bei Vogelspezies. Die Embryonalphase zeichnet sich durch eine Hyperplasie aus, in der die Anzahl der Muskelfasern festgelegt wird. In der postnatalen Phase findet das Wachstum statt, welches durch eine Zunahme der Masse der einzelnen Muskelfasern gekennzeichnet ist, eine sogenannte Hypertrophie.

SALOMON et al. (1993) geben für die weißen Fasern einen Faserdurchmesser von 75µm an, die roten Fasern sind mit 60 µm kleiner. Der Durchmesser der Muskelfasern wird von vielen Faktoren beeinflusst. WATTANACHANT et al. (2005) nennen als wichtige Faktoren, die das Muskelgewebe unter anderem beeinflussen, die Art und die Rasse von Tieren. Sie untersuchten den Muskelfaserdurchmesser von 16 Wochen alten „Thai indigenous chickens“ und fanden heraus, dass er größer war (M. biceps femoris 30,1 µm, M. pectoralis 28,9 µm) als

der von vergleichbaren Broilern im Alter von 38 Tagen (*M. biceps femoris* 20,4 μm , *M. pectoralis* 26,6 μm). In diesem Zusammenhang ist zu sagen, dass die Tiere in dieser Studie nicht dasselbe Alter, aber ein vergleichbares Gewicht hatten. KIESSLING (1997) maß bei Muskelfasern eine durchschnittliche Dicke von 68,2 μm für die weißen Fasern und 48,1 μm für die roten Fasern. Bei Untersuchungen an den *Mm. pectorales major et minor* erhielten SMITH and FLETCHER (1988) Muskelfaserdurchmesser von 42–59 μm . ABERLE et al. (1979) untersuchten Muskelfasern von Broilern und Legehennen. Die Tiere hatten zum Zeitpunkt der Untersuchung das gleiche Alter und wurden unter identischen Bedingungen aufgezogen. Das Ergebnis ergab für die Broiler eine größere Muskelfaserdicke als für Legehennen. Aus den Zahlen von WATTANACHANT et al. (2005) geht zudem hervor, dass die Fasertypen für die Faserdicke mitentscheidend sind, da je nach Muskellokalisierung ein unterschiedlicher Anteil der verschiedenen Fasertypen zu erwarten ist. Zudem ist auch der Entnahmeort eines Muskel mit ausschlaggebend für die Faserdicke (anatomische Lokalisation, aber auch Stelle innerhalb eines Muskels), wie auch von SMITH und FLETCHER (1988) untersucht wurde. Die Ergebnisse in dieser Studie beschreiben einen Unterschied in den Muskelfaserdicken, je nach Lokalisation (*M. pectoralis minor*, *M. pectoralis major*) des Muskels und Entnahmeort innerhalb eines Muskels (*M. pectoralis major*). Weiter arbeiteten sie heraus, dass der Einfluss des Alters auf die Muskelfaserdicke stärker ist als die der Körpergröße. Die Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern sind minimal. Die beschriebene Abhängigkeit der Muskelfaserdicke vom Alter der Tiere deckt sich auch mit den Ergebnissen einer Studie von MODZIAK et al. (1997). VARADARAJULU und CUNNINGHAM (1971) erhielten ähnliche Ergebnisse für Puten.

Als weiteren wichtigen Einfluss auf das Muskelwachstum untersuchten HALEVY et al. (2000, 2003) die ad libitum Fütterung in verschiedenen Studien an Hühnern und an Truthähnen. Es wurde untersucht, wie groß der Einfluss einer frühen ad libitum Fütterung, bzw. einer frühen restriktiven Fütterung auf das Wachstum von Muskelfasern ist. In beide Studien stellte sich heraus, dass die Fütterung einen ernstzunehmenden Einfluss auf das Wachstum hat. Ad libitum gefütterte Tiere weisen ein größeres Muskelzellwachstum auf als normal gefütterte Tiere und diese wiederum ein größeres Wachstum als restriktiv gefütterte Tiere.

Weitere, sehr spezielle Einflussfaktoren wurden in anderen Studien untersucht. So befassten sich MODZIAK et al. (1997) mit dem Einfluss von Strahlung auf das Muskelwachstum. Das Ergebnis der Studie brachte die Erkenntnis, dass Strahlung eine Verringerung des Muskelwachstums mit sich führt, vor allem, wenn der Zeitpunkt, an dem die Tiere Strahlung

ausgesetzt werden, ein Lebensalter von 3-6 Wochen trifft. LIBERA et al. (1999) beschäftigten sich in ihrer Studie mit den Auswirkungen von chronischen Herzerkrankungen auf die Entwicklung von Skelettmuskelfasern. So ist eine kongestive Herzinsuffizienz charakterisiert durch eine Myopathie der Skelettmuskulatur mit Größenverlust der Muskelzellen. Bei den Untersuchungen der Muskelfaserdicke ist der Zeitpunkt des Einsetzens der Leichenstarre mit von Bedeutung. Generell ist es wichtig, gleiche Bedingungen für die Proben zu schaffen, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Das Ausmaß der Sarcomerverkürzung ist laut SMITH und FLETCHER (1988) ebenfalls nicht unerheblich für die Muskelfaserdicke

2.8 Physiologische Blutparameter

2.8.1 Fettstoffwechsel

2.8.1.1 Triacylglycerine

Triacylglycerine (TG) sind Fettsäureester des Glycerins. Sie sind die einfachsten von Fettsäuren gebildeten Lipide und werden auch als Triglyceride, Fette oder Neutralfette bezeichnet. Sie bestehen aus drei Fettsäuren, die über Esterbindungen mit einem Glycerinmolekül verbunden sind. Sie können an allen Stellen gleiche oder auch unterschiedliche Fettsäuren aufweisen. Triacylglycerine sind unpolare, hydrophobe Moleküle. Ihr Vorkommen erstreckt sich auf die meisten natürlichen Fette. In pflanzlichen Ölen, Milchprodukten und anderen tierischen Fetten liegen Gemische aus komplizierten und einfachen Triacylglycerinen vor. Die Verdauung der Triglyceride beginnt bereits im Magen durch die linguale und gastrale Lipase. Sie hydrolisiert die Triglyceride in Monoglyceride, Diglyceride und Fettsäuren. Diese Fettverdauung wird im Dünndarm durch die pankreatische Lipase mit Hilfe der Colipase fortgesetzt. Ferner ist die Anwesenheit von konjugierten Gallensäuren nötig; diese sind Detergentien und emulgieren die wasserunlöslichen Triacylglycerine. Die Resorption der Monoglyceride und Fettsäuren findet im Dünndarm statt, in dessen Cytoplasma sie wieder zu Triacylglycerinen aufgebaut werden. Mit Hilfe einer Hülle aus Lipoproteinen entstehen Chylomikronen, die neben den Triglyceriden auch Cholesterin sowie fettlösliche Vitamine enthalten. Mit Hilfe von Apolipoproteinen werden Triacylglycerine und andere Lipide zwischen den Organen transportiert. Transportwege sind

die Lymphgefäße und im Anschluss daran die Blutgefäße. Zielort stellen die Muskeln und das Fettgewebe dar (LEHNINGER et al., 1994; SCHARRER und WOLFFRAM, 2000).

Der Gehalt der Triacylglycerine (TG) im Blut setzt sich zusammen aus exogen mit der Nahrung aufgenommenen Fetten und aus in der Leber synthetisierten Triglyceriden, die die Speicherform der Lipide darstellen (SCOPE, 1999). Der Gehalt der Triglyceride im Blut ist beeinflusst durch verschiedenste Faktoren. Physiologischerweise hängt der Gehalt der TG im Blutplasma stark mit der Fütterung zusammen. Dabei sind nicht nur die Futterquellen bzw. Fettquellen in der Nahrung ausschlaggebend, sondern auch die Futtermenge, der Fütterungszeitpunkt und auch gewisse Futterzusatzstoffe. Die Auswirkungen unterschiedlicher Fettquellen auf den Fettstoffwechsel von Masthähnchen untersuchten unter anderem SANZ et al. (2000) und PEEBLES et al. (1997). SANZ et al. (2000) fanden dabei heraus, dass ungesättigte Fettsäuren (aus Sonnenblumenöl) postprandial schneller aus dem Blut aufgenommen werden können als gesättigte Fettsäuren (in diesem Fall aus Rindertalg). Den Einfluss unterschiedlicher Futtermengen testeten HOCKING et al. (1992) an zwei Rassen mit verschiedenen Zuchtzielen, wobei laut dieser Studie der Einfluss der Futtermenge auf den Fettstoffwechsel bzw. TG-Gehalt im Plasma stark von der Rasse abhängt. Für Broiler ist grundsätzlich zu sagen, dass eine ad libitum Fütterung einen höheren TG-Gehalt im Plasma bedingt als eine restriktive Fütterung.

Des Weiteren ausschlaggebend für den TG-Gehalt im Blut ist der Fütterungszeitpunkt bzw. der Messzeitpunkt dieses Parameters im Blut. Postprandial gibt es einen physiologischen Anstieg der Triacylglycerine im Blut (MARCH, 1984; SCOPE, 1999; SANZ et al., 2000). Diese postprandiale Erhöhung ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass ein großer Teil der Triacylglycerine im Körper aus der Nahrung aufgenommen wird und das Blut als Transportmedium nutzt. Es wurden auch Untersuchungen durchgeführt, bei denen unterschiedliche Futterzusatzstoffe darauf getestet wurden, ob sie eine Veränderung/Verbesserung des Wachstums oder Fettstoffwechsels bewirken können. Chrom ist ein essentielles Element im Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel. Ab einer gewissen Substitution bewirkt es eine Steigerung des Körpergewichts, aber auch eine Senkung des TG-Gehalts im Serum (KROLICZEWSKA, 2004). BAKALLI (1995) untersuchte den Einfluss von Kupfer auf den Fettstoffwechsel und fand heraus, dass eine Kupferzugabe zum Hühnerfutter mit einer Senkung des Plasmatriglyceridgehalts in Verbindung gebracht werden kann. In der Studie von ALETOR et al. (2003) wurde der Einfluss unterschiedlicher Zusatzstoffe bei einer proteinarmen Diät getestet. Dabei stellte sich heraus, dass die Tiere, die konjugierte

Linolsäure über das Futter erhielten, geringere Triglyceridwerte im Plasma hatten als Tiere, denen ein alpha-Glucosidase-Inhibitor verfüttert wurde.

Bei den genetischen Einflussfaktoren ist die Rasse an erster Stelle zu nennen. HOCKING et al. (1992) untersuchten den TG-Gehalt bei einer schweren und einer schlanken Broilerlinie bei gleicher Fütterung. MARCH (1984) arbeitete die Unterschiede einer Broilerrasse zu einer Legerasse heraus, wobei die Fütterungsvarianten unterschiedlichen Protein- und Fettgehalt enthielten. In der Studie von LEENSTRA et al. (1991) waren es in beiden Fällen Broiler, allerdings mit unterschiedlicher Zuchtzielsetzung bei gleicher Fütterung. Der Einfluss der Rasse auf den Fettstoffwechsel zeigte sich in allen drei Untersuchungen. Als Besonderheit bleibt zu erwähnen, dass schwere Rassen wie erwartet bei restriktiver Fütterung einen niedrigeren TG-Gehalt im Plasma aufweisen als bei ad libitum Fütterung. Schlanke Rassen hingegen zeigen ein umgekehrtes Verhalten, bei ihnen wurde bei restriktiver Fütterung ein höherer Gehalt an TG im Blut gemessen als bei ad libitum Fütterung (HOCKING et al., 1992). Eine weitere genetische Komponente, das Geschlecht, darf ebenfalls nicht außer Acht gelassen werden (LEENSTRA et al., 1991; RATH, 1996). Wenn die Tiere ein bestimmtes Alter (2-4 Wochen) überschritten haben, treten bei den weiblichen Tieren höhere TG-Konzentrationen im Blut auf als bei männlichen Tieren. RATH (1996) untersuchte den Einfluss der Geschlechtshormone und fand durch Implantate unter der Haut heraus, dass Östrogene eine Hyperlipidämie hervorrufen. Testosteronimplantate hingegen wirken sich nicht auf den Fettstoffwechsel aus, die Werte differieren nicht von denen der Kontrollgruppe. Eine gewisse Altersabhängigkeit konnte in der Studie von LEENSTRA et al. (1991) herausgearbeitet werden. Bis zu einem Alter von zwei Wochen haben die männlichen Tiere eine höhere Konzentration von Triacylglycerinen im Blut als die weiblichen Tiere. Ab einem Alter von vier Wochen sind die Werte der weiblichen Tiere höher. Bei dem Fütterungsversuch von PEEBLES et al. (1997) war ungeachtet der Fütterungsvariante ein stetiger Anstieg der TG-Werte im Blut zwischen dem 14. und 42. Lebensstag zu verzeichnen. Da hier auch Tiere beiderlei Geschlechts auf den TG-Gehalt im Blut untersucht wurden, muss der Einfluss des Geschlechts mitberücksichtigt werden, das heißt, es trat eine Abhängigkeit von Alter und Geschlecht auf. Der Zeitraum danach wurde nicht mehr untersucht.

Indirekt mit dem Alter hängt auch das Körpergewicht zusammen. Bis zu einem gewissen Alter ist eine Zunahme des Körpergewichts zu verzeichnen, wobei Rasse und Geschlecht dabei eine wichtige Rolle spielen. Laut LEENSTRA et al. (1991) kann in den ersten 6 Lebenswochen keine signifikante Korrelation von Körpergewicht zu Plasmaparametern und somit auch nicht zur TG-Konzentration im Plasma festgestellt werden. Die Untersuchungen

von GRIFFIN et al. (1982) beziehen sich auf den 56. Lebenstag der Broiler, aber auch er kann keine Korrelation von Körpergewicht zu Triglyceridkonzentration im Plasma feststellen. Neben den offensichtlichen Einflussfaktoren sind auch noch gesundheitliche Mängel zu erwähnen. So haben z.B. auch Lebererkrankungen (SCOPE, 1999) Einfluss auf den Triglyceridgehalt im Blut und können sowohl für eine Erhöhung als auch für eine Senkung verantwortlich sein. Auch eine Enteropathie oder Pankreatitis, sowie Pankreasnekrose können zu einer Veränderung dieses Wertes führen, um nur einige wenige zu nennen (KRAFT und DÜRR, 1999).

Tabelle 5: Übersicht über Referenzbereiche für Triglyceride bei Hühnervögeln aus der Literatur (87,5 mg/dl entspricht 0,0114 mmol/l).

Triglyceridgehalt bei Hühnervogel			
Geschlecht	TG	Alter	Quelle
männlich	0.13 +/- 0.02 mmol/l	42. LT	KROLICZEWSKA (2004)
männlich	1,025 mg/ml	6. LW	LEENSTRA et al. (1991)
weiblich	1,492 mg/ml	6. LW	LEENSTRA et al. (1991)
unbekannt	20,0 mg/100ml	10.LW	MARCH (1984)
unbekannt	93 +/- 14 mg/dl	21. LT	RATH et al. (1996)
unbekannt	53,30 mg/100ml	21. LT	BAKALLI et al. (1995)

LT = Lebenstag, LW = Lebenswoche

2.8.1.2 Cholesterin

Cholesterin, oder auch als Cholesterol bezeichnet, gehört zu den Steroiden und besteht aus 27 Kohlenstoffatomen (Viererring mit einer sekundären Hydroxylgruppe in der C-3-Stellung). Es wird entweder über den Darm aus der Nahrung aufgenommen oder in der Leber aus Acetat synthetisiert. Die Menge, die aus der Nahrung aufgenommen wird, bestimmt die Menge, die vom Körper selbst gebildet wird: je mehr der Organismus von außen zugeführt bekommt, desto weniger muss er selbst herstellen. Cholesterin kommt vorwiegend in Nahrungs- bzw. Futtermitteln tierischen Ursprungs vor, die Resorption findet im Dünndarm statt. Der größte Anteil des Cholesterins im Körper stammt aus der Synthese in der Leber. Aus Cholesterin

entstehen verschiedenste Produkte. Es ist Bestandteil von Membranen, zudem werden aus Cholesterin Gallensäuren, Cholesterinester, Hormone und Vitamin D synthetisiert. Die Gallensäuren sind für die Verdauung von großer Bedeutung und stellen zudem die Hauptform dar, in der Cholesterin aus dem Körper ausgeschieden wird. Cholesterinester dienen als Speicherform in der Leber und anderen Geweben, die Hormone fungieren als Botenstoffe. Als Membranbestandteil ist Cholesterin vor allem in wachsenden Organismen sehr wichtig. Cholesterin und Cholesterinester sind wasserunlöslich und benötigen für den Transport ebenfalls Transportproteine, die Apolipoproteine. Die Menge des Cholesterins im Blut ist somit bestimmt durch die aufgenommene Menge aus der Nahrung und durch die Produktion in der Leber, wobei eine mögliche Fehlfunktion der Leber Einfluss auf eine fehlgesteuerte Regulation der Cholesterinsynthese haben kann (LEHNINGER et al., 1994; KRAFT und DÜRR, 1999; SCHARRER und WOLFFRAM, 2000).

Zu einem erhöhten Cholesteringehalt im Blut kommt es bei Lebererkrankungen, bei Hypothyreose oder bei fettreicher Ernährung. Lebererkrankungen können aber auch zu einer Reduktion des Cholesterinwertes im Blut führen, ebenso wie eine Aflatoxikose oder eine fettarme Ernährung (CHRISTEN, 2004). SCOPE (1999) grenzt die Ursachen für einen erhöhten Cholesterinwert im Blut noch weiter ein und nennt als Hauptursachen die Fettleber und Adipositas. In der Diagnostik kann Cholesterin auch benutzt werden, um bei einem erhöhten Gallensäuregehalt im Blut eine Lipämie als Ursache auszuschließen (CHRISTEN, 2004).

Veränderte Cholesterinwerte im Blut können außer bei Erkrankungen auch durch andere Faktoren hervorgerufen werden. Die Fütterung ist ein wichtiger Einflussfaktor. Bei bestimmten Futterzusätzen kann es zur Erhöhung oder auch zur Erniedrigung des Cholesteringehaltes im Vogelblut kommen. BAKALLI et al. (1995) untersuchten zum Beispiel den Einfluss von bestimmten Kupfermengen in der Nahrung von Hühnervögeln. Es ist bekannt, dass eine Unterversorgung mit dem Spurenelement Kupfer zu einer Hypercholesterinämie führt. Zusätze von Kupfer in der Nahrung, die den normalen Bedarf (250 mg Kupfer/ kg Futter) übersteigen, führen zu einer Reduktion des Cholesteringehaltes im Blut, eine Hypocholesterinämie. Bei KROLICZEWSKA et al. (2004) bezogen sich die Untersuchungen auf den Futterzusatz Chrom. Chrom ist ein essentielles Element für den Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel. Ein Zusatz von Chrom zu den Futtermitteln von Masthähnchen führt zu einem reduzierten Cholesteringehalt im Blut, im Vergleich zu Tieren, die eine Kontrolldiät ohne Chromzusatz erhielten. Das Körpergewicht, der Zuwachs und die Futterverwertungen werden positiv von Chrom als Futterzusatz beeinflusst. Die

Fütterungsversuche von ALETOR et al. (2003) sowie von BUCKNER et al. (1986) beinhalteten die unterschiedliche Auswirkung von proteinreicher im Vergleich zu proteinarmer Ernährung auf den Fettstoffwechsel. Das Resultat zeigte, dass neben dem Triglyceridgehalt auch der Cholesteringehalt der proteinärmer gefütterten Tiere höher ist als der proteinreicher gefütterter Vögel. Zum anderen wurden bei ALETOR et al. (2003) unterschiedliche Futterzusatzstoffe getestet. Der Einfluss einer konjugierten Linolsäure führte zu einem erhöhten Cholesteringehalt. Der Zusatz eines Glucosidaseinhibitors führte zu einer Erniedrigung des Cholesteringehaltes. Eine restriktive Fütterung wiederum führte bei ZULKIFLI et al. (2000) zu einer besseren Hitzeverträglichkeit und äußerte sich unter anderem in einer Hypcholesterinämie. ALLEN und WONG (1993) setzten Cholesterol selbst den Futtermitteln zu und erhielten für diese Gruppen erhöhte Cholesterinwerte im Blut. Bei zusätzlicher Fettsubstitution über das Futter ist es irrelevant, welcher Quelle das Fett entstammt. Die Fettgehalte im Blut unterscheiden sich nicht, ob das Fett pflanzlicher Herkunft oder tierischer Herkunft ist (ROTTER et al., 1985). Die Form des tierischen Fettzusatzes wurde von PEEBLES et al. (1997) untersucht. Sie setzten Schmalz verschiedenen Fütterungsmodellen zu und achteten auf eine mögliche Beeinflussungen der Lipide im Serum. Bei den Änderungen der Cholesterinwerte zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit von Geschlecht und Alter. Der Unterschied zwischen beiden Geschlechtern äußerte sich in einem höheren Gehalt an Cholesterin im männlichen Broilerblut im Vergleich zum Gehalt im weiblichen Broilerblut. Der Einfluss des Alters ist nicht so eindeutig zu benennen; er hängt zusätzlich mit der Menge an zugesetztem Fett zusammen. Bei einem Zusatz von 3 % Schmalz in den ersten zehn Lebenstagen steigt der Cholesteringehalt zwischen dem 21. und 42. Lebenstag, bei einem Zusatz von 7 % Schmalz in den ersten zehn Lebenstagen kommt es zu einer Reduktion des Cholesteringehaltes zwischen dem 28. und 35. Lebenstag. Referenzwerte für einen physiologischen Cholesteringehalt in Vogelblut sind aus Tabelle 6 zu entnehmen. Ebenfalls eine Abhängigkeit des Cholesteringehaltes vom Geschlecht des Vogels haben YU et al. (1976) festgestellt. Sie erhielten für weibliche Hühnervögel höhere Cholesteringehalte als für männliche Hühnervögel. Was genau den Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Tieren in Bezug auf den Fettstoffwechsel ausmacht, versuchten RATH et al. (1996) herauszuarbeiten. Sie implantierten verschiedenen Hormonimplantaten unter die Haut von Masthähnchen. Es zeigte sich, dass Hormonimplantate, die Östradiol enthielten, einen Einfluss auf verschiedene Serumparameter hatten. Unter anderem äußerte sich dieser Einfluss durch einen erhöhten Cholesteringehalt im Serum. Andere Hormone, wie zum Beispiel Testosteron, Progesteron und auch das Cholesterol zeigten keine Unterschiede in den

blutchemischen Parametern gegenüber einer Vergleichsgruppe ohne Hormonimplantate. BOWES et al. (1989) beschäftigten sich in ihren Untersuchungen mit den genetischen Einflussfaktoren. Sie verglichen nicht nur männliche mit weiblichen Broilern, sondern auch mit männlichen Tieren der Rasse White Leghorn. Sie erhielten, wie auch PEEBLES et al. (1997), für die männlichen Broiler höhere Cholesterolverte als für die weiblichen Broiler. Für die männlichen White Leghorn-Vögel ergaben sich höhere Cholesteringehalte als für die männlichen Broiler.

Tabelle 6: Referenzwerte für Cholesterin bei Hühnervögeln aus der Literatur (38,664 mg/dl entspricht 0,0259 mmol/l).

Cholesteringehalt bei Hühnervögeln			
Geschlecht	Cholesterin	Alter	Quelle
männlich	3,66 +/- 0,29 mmol/l	42. LT	KROLICZEWSKA (2004)
männlich	3,23 +/- 0,31 mmol/l	42. LT	BOWES et al. (1989)
weiblich	3,13 +/- 0,39 mmol/l	42. LT	BOWES et al. (1989)
unbekannt	132,06 mg/ 100 ml	21. LT	BAKALLI et al. (1995)
unbekannt	149,15 mg/ 100 ml	42. LT	BAKALLI et al. (1995)
unbekannt	133 +/- 6 mg/dl	21. LT	RATH et al. (1996)
beide	118,8 mg/dl	21. LT	PEEBLES et al. (1997)
beide	115,0 mg/dl	42. LT	PEEBLES et al. (1997)

LT = Lebenstag

2.8.2 Leberstoffwechsel

Die Funktionsfähigkeit der Leber kann mit Hilfe verschiedener Parameter überprüft werden. Zu den Leberenzymen gehört neben der Aspartat-Amino-Transferase (AST) die Laktatdehydrogenase (LDH), die Glutamatdehydrogenase (GLDH), die Gamma-Glutamyltransferase (γ -GT) und die alkalische Phosphatase (AP). Diese so genannten Leberenzyme können zur Diagnostik herangezogen werden, dennoch ist zum Beispiel die AST zwar sehr sensitiv, aber nicht sehr spezifisch. Zur Diagnostik von Leberschädigungen oder Leberfunktionsstörungen zieht der Kliniker daher häufig zusätzlich die Gallensäuren im

Serum/ Plasma heran. Sie eignen sich gut, um Hinweise auf die aktuelle Leberfunktion zu erhalten, da sie im Gegensatz zu den Leberenzymen bei einer persistierenden Leberschädigung erhöht bleibt (CHRISTEN, 2004).

2.8.2.1 Gallensäuren

In der Leber gebildet, in der Gallenblase (sofern vorhanden) gespeichert und in den Dünndarm sezerniert, spielen die Gallensäuren eine sehr wichtige Rolle bei der Fettverdauung. Sie sind neben den Gallenfarbstoffen die wichtigsten Bestandteile der Galle und verantwortlich für die Lipidresorption. Sie regulieren aber nicht nur die Cholesterinaufnahme, sondern auch die Cholesterinsynthese. Die wichtigsten Gallensäuren sind die Glyko- und die Taurocholsäure. Sie werden in den Leberzellen aus Cholesterin über Hydroxilierung, Hydrierung und Abspaltung synthetisiert. Eine Konjugation an Aminosäuren ist von funktioneller Bedeutung, da nur so eine optimale Dissoziation im fast neutralen Dünndarmchymus stattfinden kann. In der Gallenblase selbst dienen unter anderem die Gallensäuren als Lösungsvermittler für Cholesterin. Die Gallensäuren sind verantwortlich für die Micellenbildung im Darmchymus, der einzigen Form, in der Fettstoffe und fettlösliche Vitamine resorbiert werden können. Während die Fettstoffe im Duodenum resorbiert werden, verbleiben die Gallensäuren im Darmlumen, werden zu sekundären Gallensäuren umgesetzt und erst im Ileum können sie dank eines sekundär aktiven Cotransporters fast vollständig resorbiert werden. Sie gelangen über das Pfortaderblut wieder in die Leber (enterohepatischer Kreislauf). Die Regulation der Gallensäurebildung und -sekretion erfolgt zum einen über die Konzentration im Pfortaderblut und zum anderen durch Sekretin. Eventuelle Erkrankungen der Leber führen daher zu Störungen bei der Gallensäurensynthese. Darmentzündungen oder eine gesteigerte Darmpassage des Chymus stören die Wiederaufnahme der Gallensäuren und somit den enterohepatischen Kreislauf der Gallensäuren. Es werden vermehrt Gallensäuren über die Faeces ausgeschieden (LEHNINGER et al., 1994; SALLMANN und FUHRMANN, 2000).

Bei Lebererkrankungen, insbesondere wenn Schädigungen der Mikrovilli der Hepatozyten auf der kanalikulären Seite vorliegen, können die Gallensäuren nicht mehr ausreichend ausgeschieden werden. Sie reichern sich im Blut an und führen infolge ihrer toxischen Eigenschaften zu erheblichen Funktionsstörungen im Organismus (KRAFT und DÜRR, 1999). Gemessen werden die Gallensäuren also zum Zeitpunkt der Resorption aus dem Ileum,

wenn sie über den Pfortaderkreislauf wieder der Leber zugeführt werden. Die Plasmagallensäuren haben sich als sehr spezifisch und sensitiv bei der Diagnose von Hepatopathien mit intra- oder posthepatischer Cholestase erwiesen (SCOPE, 1999). Postprandial kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Gallensäuren im Blut (Dauer etwa zwei bis vier Stunden), der jedoch nicht so hoch ausfällt wie es bei Vorliegen hepatozellärer Erkrankungen der Fall wäre. Erkrankungen, bei denen es zur Leberschädigung kommen kann, können infektiöser Natur sein (z.B. Ornithose/Psittakose, Herpesvirus) oder nichtinfektiöser Natur. In letzterem Fall sind die metabolischen Störungen an erster Stelle zu erwähnen und unter ihnen besonders die Fettleber. Die Hämosiderose, eine Eisenspeicherkrankheit, tumoröse Erkrankungen und Vergiftungen (Schwermetalle, Mykotoxine) führen ebenfalls zu Veränderungen in der Leber (CHRISTEN, 2004).

Tabelle 7: Referenzbereiche für die Gallensäuren aus der Literatur.

Vogelart	Gallensäuren (mmol/l)	Autor
Graupapagei	18-71	SCOPE (1999)
	13-90	CHRISTEN (2004)
Amazonie	19-144	SCOPE (1999)
	18-60	CHRISTEN (2004)
Ara	25-71	SCOPE (1999)
	6-35	CHRISTEN (2004)
Kakadu	52-203	SCOPE (1999)
	25-87	CHRISTEN (2004)
Taube	22-60	SCOPE (1999)
Hühner	12-63	GREEN u. KELLOGG (1987)
	140-205 µg/ml	INARREA et al. (1988)

GREEN und KELLOGG (1987) fanden heraus, dass bei den Plasmagallensäuren von Masthähnchen durchaus eine Abhängigkeit der Werte zum Alter besteht. In ihrer Studie stellten sie fest, dass in den ersten Lebensstagen der Gehalt an Gallensäuren im Blut relativ hoch ist, da die Resorption der Gallensäuren aus dem Blut in die Hepatozyten noch beeinträchtigt ist. Bei älteren gesunden Individuen sind die Funktionen der Leber voll ausgereift und die Gallensäurenkonzentration im Blut sinkt wieder. INARREA et al. (1988)

stellten ebenfalls einen unterschiedlichen Gehalt an Serumgallensäuren in Abhängigkeit vom Alter fest. Ihren Angaben zufolge ist der Gehalt der Gallensäuren im Serum in der dritten Lebenswoche am größten. Nach der sechsten Woche beschreiben sie einen starken Einbruch der Gallensäurekonzentration im Serum. Neben dem Alter ist auch die Fütterung ein beeinflussender Faktor. So zeigten Legehennen bei einer Studie von BROMIDGE et al. (1985), denen Rapsmehl gefüttert wurde, einen höheren Gehalt an Plasmagallensäuren als Tiere, die mit einer Kontrollfütterung (Sojabohnen) ernährt wurden. Zudem unterstreicht diese Studie die oben erwähnte Altersabhängigkeit des Gehalts an Gallensäuren im Plasma, wobei hier zum einen Werte von sechs Wochen alten Tieren angegeben werden und zum anderen Werte von zwölf Wochen alten Tieren. Es zeigt sich aber sowohl bei der mit Rapsmehl gefütterten Gruppe als auch bei der Kontrollgruppe ein Anstieg der Plasmagallensäuren von der sechsten zur zwölften Lebenswoche (Rapsmehl, 6. LW: ca. 113 $\mu\text{mol/l}$, 12. LW: ca. 154 $\mu\text{mol/l}$, Kontrollgruppe 6. LW: ca. 104 $\mu\text{mol/l}$, 12. LW: ca. 116 $\mu\text{mol/l}$). Aus der Tabelle 7 sind Referenzwerte für Gallensäuren im Vogelblut zu entnehmen. Viele Angaben in der Literatur beziehen sich nur auf Ziervögel und lassen somit nur wenig Rückschluss auf den Gehalt an Gallensäuren im Hühnerblut zu.

2.8.2.2 Aspartat-Amino-Transferase (AST)

Aspartat-Amino-Transaminase (früher Glutamat-Oxalacetat-Transaminase) ist ein Enzym, das im Glutamat- und im Aspartat-Stoffwechsel eine entscheidende Rolle spielt. Es ist in beiden Fällen für die Transaminierung zuständig. Zum einen von alpha-Ketoglutarat zu Glutamat, zum anderen von Oxalacetat zu Aspartat. Diese Reaktion funktioniert auch, indem die Aminogruppe von Glutamat auf Oxalacetat übertragen wird, es entstehen dabei alpha-Ketoglutarat und Aspartat. Aspartat und Glutamat übernehmen eine wesentliche Funktion im Stickstoffstoffwechsel. Bei verminderter Leberfunktion treten charakteristische Enzyme im Serum auf. Je nach Stärke eines Leberschadens sind diese unterschiedlich und lassen so einen Rückschluss auf das Ausmaß der Schädigung zu. Bei geringen Leberzellschäden ist unter anderem die Aktivität zytoplasmatischer Enzyme wie der AST erhöht. Sie treten allerdings auch bei Herz- und Muskelschäden auf (KREUTZIG, 2000).

SCOPE (1999) und CHRISTEN (2004) sind sich darin einig, dass die Aspartat-Amino-Transferase ein sehr sensibler Parameter für Hepatopathien ist, aber nicht spezifisch. So kommt die AST nicht nur im Zytoplasma von Leberzellen vor, sondern in erster Linie im Zytoplasma von Herz- und Muskelzellen (KRAFT und DÜRR, 1999). Ein Anstieg der AST

ist also auf einen Leberschaden oder auf sonstige Organerkrankungen zurückzuführen. Eine Erniedrigung der AST lässt auf eine fortgeschrittene Lebererkrankung schließen. Das Enzym AST ist alleine nicht geeignet, eine Aussage über die Leberfunktion zu treffen, da ein normaler Blutspiegel einen Hinweis darauf gibt, dass keine Zellschädigung besteht, aber nicht darüber, ob je eine Zellschädigung stattgefunden hat. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Anstieg des Enzyms bedingt durch dessen Halbwertszeit wieder zurückgeht (CHRISTEN, 2004).

Der Blutplasmaspiegel von AST kann im Rahmen einer Hepatopathie bedingt werden durch:

- Enzyminduktion: allmählich einsetzende Verstärkung der Metabolisierung von endogenen und exogenen Substraten (z.B. Stoffwechselprodukten, Arzneistoffen, Genussmitteln).
- Reversible oder irreversible Veränderung der zellulären Membran: Veränderungen der zellulären Membran lassen diese im häufigsten Fall durchlässiger werden, so dass im Zytoplasma gebildete Enzyme in höherem Umfang die Zelle verlassen.
- Hepatozelluläre oder biliäre Schädigung der Leber führen zu nekrobiotischen Vorgängen in den Zellen, so dass nicht nur im Zytoplasma lokalisierte Enzyme, sondern auch im Kern und in den Mitochondrien gebundene Enzyme in das extrazelluläre Kompartiment übertreten (TILLMANN, 2004).

Tabelle 8: Referenzbereiche für AST aus der Literatur.

Vogelart	AST (U/l)	Autor
Wellensittich	55-154	SCOPE (1999)
	95-350	CHRISTEN (2004)
Graupapagei	54-155	SCOPE (1999)
	100-365	CHRISTEN (2004)
Amazone	57-194	SCOPE (1999)
	130-350	CHRISTEN (2004)
Ara	45-125	SCOPE (1999)
	100-300	CHRISTEN (2004)
Kakadu	52-203	SCOPE (1999)
	145-355	CHRISTEN (2004)
Taube	45-123	SCOPE (1999)
Hühner	110-145	MELUZZI (1991)
	6,4-15,33 IU/l	ALETOR (1990)

LEWANDROWSKI et al. (1986) beschreiben eine Obergrenze der AST allgemein bei Vögeln im Serum von 230 IU/L. Werte darüber entsprechen nicht der Norm und sind meistens Ausdruck eines Leberschadens. Mäßige Anstiege des Enzyms (das Zwei- bis Vierfache des Referenzbereiches) kommen häufig bei leichten Gewebeschädigungen vor, bei Lebernekrosen steigen die AST- Werte noch deutlich darüber. Einige Vergleichswerte für AST sind aus Tabelle 8 ersichtlich.

Die Höhe der Enzymkonzentration im Blut hängt aber auch von Geschlecht, Alter, Jahreszeit und Brutaktivität ab. MELUZZI et al. (1991) sind der Meinung, dass von diesen Parametern nur die Rasse, das Alter und die Jahreszeit einen deutlichen Einfluss auf die Höhe des Enzyms im Blut hat. Ihrer Studie nach besteht eine Korrelation zwischen diesen drei Parametern.

Ein weiterer wichtiger, einflussnehmender Faktor ist die Fütterung. ALETOR (1990) fand heraus, dass die Quantität und/ oder die Qualität des aufgenommenen Proteins aus dem Futter einen starken Einfluss auf die Enzymaktivität der AST im Blut hat. In seiner Studie wurden Fütterungsvarianten mit unterschiedlichem Anteil an Fischmehl und Sojamehl an Masthühner verfüttert. Die Untersuchungen zeigten, dass je mehr Sojamehl im Futter vorhanden war, desto höher die AST-Konzentration im Blut wurde. Auch ein erhöhter Anteil an Rübenmehl in der Nahrung steigert den AST-Gehalt im Blut (IBRAHIM et al., 1980). Den Einflussfaktor Fütterung in Bezug auf die AST-Konzentration im Blut untersuchten auch HOCKING et al. (2001, 2002 b). In beiden Studien wurde eine restriktive Fütterung von Mastelertieren einer ad libitum Fütterung gegenübergestellt, allerdings zu unterschiedlichen Lebensabschnitten. Doch beides Mal bedingte die ad libitum – Fütterung einen Anstieg der AST-Konzentration gegenüber restriktiv gefütterten Tieren.

3 TIERE, MATERIAL UND METHODE

Diese Studie wurde im Rahmen des Verbundprojektes „Verhalten und Tiergesundheit bei sättigungsdeprivierten Mastelertieren“ durchgeführt. Das Forschungsprojekt wurde gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, die Durchführung erfolgte in der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Arbeitsbereich Geflügel- und Kleintierhaltung Kitzingen. Die Studie wurde gemäß § 8a des Tierschutzgesetzes unter dem Aktenzeichen 621-25.31.01-72-04 bei der Regierung von Unterfranken im Dezember 2004 angezeigt.

In der vorliegenden Dissertation „Vergleichende Studie zur Tiergesundheit und Leistung von sättigungsdeprivierten Mastelertieren unter dem Einfluss von drei Fütterungsvarianten“ wurden zwei unterschiedliche Rassen von Mastelertieren hinsichtlich der Unterschiede ihres Fett- und Leberstoffwechsels sowie hinsichtlich verschiedener Knochenparameter und der Muskelfaserdicke unter dem Einfluss von drei verschiedenen Fütterungsmanagements betrachtet.

Parallel wurden im Rahmen dieses Verbundprojektes zwei weitere Dissertationen „Vergleichende Studie zum Verhalten und Gefiederzustand sättigungsdeprivierter Mastelertiere unter dem Einfluss von drei Fütterungsvarianten“ (PLEDL, 2008 in Bearbeitung) und „Vergleichende Untersuchungen zur Stressbelastung sättigungsdeprivierter Mastelertiere unter dem Einfluss von drei verschiedenen Fütterungsvarianten“ (SACHER, 2007 eingereicht) erstellt. PLEDL (2008 in Bearbeitung) untersuchte die beiden Rassen hinsichtlich ihrer Verhaltens- und ihrer Gefiederunterschiede. Bei SACHER (2007 eingereicht) standen Blutparameter (Hämatokrit, Hämoglobin, Corticosteron und IgY) zur Beurteilung der Stressbelastung der Tiere im Vordergrund.

3.1 Versuchsdurchgang

Der Versuchsdurchgang erstreckte sich über folgenden Zeitraum:

1. bei der Rasse Ross 308 : 15.02. 2005 bis 31.01.2006
2. bei der Rasse Cobb 500: 17.02. 2005 bis 31.01.2006

Die gesamte Zeitspanne unterteilt sich in die Aufzuchtphase von Februar bis August 2005 und in die Legephase, die im August 2005 begann und Ende Januar 2006 vorzeitig abgebrochen wurde. Das Einstellungsdatum der Eintagsküken beider Rassen variiert, da die Kükenerzeuger nicht am selben Tag liefern konnten.

3.2 Tiere

In dem Versuchsdurchgang wurden Eintagsküken der Rassen Ross 308 und Cobb 500 eingestallt. Die Anzahl der Küken belief sich auf 100 männliche und 434 weibliche Tiere der Rasse Cobb 500, sowie 79 männlichen und 444 weibliche Tiere der Rasse Ross 308. Die Eintagsküken der Rasse Ross 308 wurden von der Ross – EPI B.V. (Elmptweg 47 in 6042 K.J. ROERMOND, NL) geliefert. Von der Firma Cobb Germany AVIMEX GmbH (Brütereier Wiesenena, Brösenweg 80 in 04509 WIEDEMAR) wurden die Eintagsküken der Rasse Cobb 500 bezogen. Bei den Tieren beider Rassen handelt es sich um Mastelterntierküken, die für die Erzeugung von Masthähnchen in Deutschland am häufigsten Verwendung finden. Vom Einstellungsdatum bis zur 24. Lebenswoche der Tiere handelte es sich um die Aufzuchtphase, danach begann die Legephase.

3.3 Haltung

Die Ställe der beiden Versuchsphasen befinden sich auf dem Gelände der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Arbeitsbereich Geflügel- und Kleintierhaltung Kitzingen, Deutschland. In Abbildung 2 und 3 sind die Grundrisse der beiden Ställe in Form von Skizzen dargestellt.

Aufzuchtstall												
	Ross						Cobb					
Hennen	A	A	B	B	C	C	C	C	B	B	A	A
	Stallgasse											
Hähne	A	B	C	C	B	A						
	Ross			Cobb								

Abbildung 2: Abbildung des Aufzuchtstalles (1. - 24. Lebenswoche), in dem die weiblichen und männlichen Küken der Rassen Ross und Cobb getrennt aufgezogen und mit unterschiedlichen Fütterungsmanagements versorgt wurden (A = restriktive Fütterung; B = ad libitum Fütterung; C = verdünnte Fütterung).

Legestall						
Cobb			Stallgasse	Ross		
C	B	A		A	B	C

Abbildung 3: Abbildung des Legestalles (25. – 50. Lebenswoche), in dem die weiblichen und männlichen Tiere der Rassen Ross und Cobb gehalten und mit unterschiedlichen Fütterungsmanagements versorgt wurden (A = restriktive Fütterung; B = ad libitum Fütterung; C = verdünnte Fütterung).

Die Mastelterntiere wurden während der Aufzuchtphase in Bodenhaltung mit Hobelspäne-Einstreu in Abteilen getrennt nach Rasse, Fütterung und Geschlecht gehalten. Zusätzlich sollte eine Besatzdichte von 7,4 Hühnern pro Quadratmeter und 3,3 Hähnen pro Quadratmeter nicht überschritten werden, so dass in der Aufzuchtphase die weiblichen Tiere einer Gruppe nochmals auf zwei Abteile verteilt wurden. Pro Abteil standen den Tieren 10 m² (4 x 2,5 m) zur Verfügung. Die Besatzdichte während der Aufzucht betrug für:

Ross 308: zwei Abteile à 74 Hennen + ein Abteil mit 26 Hähnen

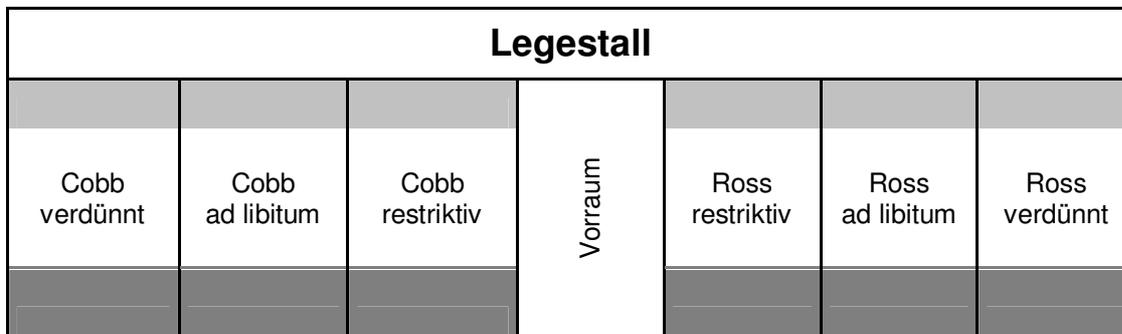
Cobb 500: zwei Abteile à 72 Hennen + ein Abteil mit 33 Hähnen

Nach Umstallung der Tiere in der 25. Lebenswoche wurden die Tiere in Bodenhaltung ebenfalls mit Hobelspäne als Einstreu gehalten. Die Abteile waren aufgeteilt in Scharrraum (1/3 der Fläche), Kotgrube und Vencomatic Familiennester. Die Aufteilung der Abteile ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

Maße der Abteile in der Legephase:

- Abteilgröße gesamt : 3,30 m x 5,00 m = 16,5 m²
- davon Kotgrube : 3,30 m x 2,75 m = 9,075 m²
- Scharrraum : 3,30 m x 2,00 m = 6,6 m²
- Nest : 3,00 m x 0,50 m = 1,5 m²

Der Höhenunterschied zwischen Scharrraum und Kotgrube betrug 90 cm und konnte mit Hilfe einer Plattform, die sich in einer Höhe von 50 cm befand, überwunden werden.



Legende:

	Nest
	Kotgrube
	Scharrraum

Abbildung 4: Schematische Darstellung der Aufteilung der Abteile in der Legephase mit einer Besatzdichte von 80 Hennen und 9 Hähne je Abteil.

Mit Ausnahme der Gruppen Ross B (ad libitum Fütterung) und Cobb B (ad libitum Fütterung) befanden sich zu Beginn der Legephase jeweils 80 Hennen und neun Hähne, also 89 Tiere in einem Abteil.

Bei den beiden oben genannten Versuchsgruppen waren während der Umstallung große Verluste aufgetreten, so dass nach dem Umzug der Tiere in den Legestall für die Gruppe Ross B (ad libitum Fütterung) nur 58 Hennen und neun Hähne, sowie für die Gruppe Cobb B (ad libitum Fütterung) nur 70 Hennen und neun Hähne für die Fortführung des Versuches zur Verfügung standen.

Bei der Lüftung der Ställe handelt es sich um eine Unterdrucklüftung. In der Legephase war auf jeder Stallseite eine Lüftung installiert, die eine Leistung von 3600 Kubikmeter je Stunde hatte und somit für drei Abteile ausreichte.

Eine künstliche Heizung war nur im Winter und somit während der Aufzuchtphase nötig. Geheizt wurde über Gasstrahler, die eine Leistung von 1,8 KW je Abteil hatten. Ab der zehnten Lebenswoche war keine Heizung mehr notwendig, da die Raumtemperatur der Temperaturvorgabe der Kükenerzeuger entsprach.

Die Beleuchtung der Ställe erfolgte über künstliche Lichtquellen (während der Aufzucht 1 x 40 Watt Glühbirne je Abteil, während der Legeperiode 2 x 40 Watt Glühbirne je Abteil – eine Glühbirne über dem Scharrraum, eine über der Kotgrube). Die Tageslichtdauer entsprach den Managementvorgaben von Ross und Cobb (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Lichtprogramm der Mastelterntiere während der Versuchsdauer (LT = Lebenstag, LW = Lebenswoche).

Lichtprogramm MET Ross/ Cobb		
Lebensalter	Licht in Stunden	Tageszeit
1. Lebenstag	24	00:00-24:00
7. LT	16	02:00-18:00
14. LT	12	06:00-18:00
21. LT	8	09:00-17:00
19. Lebenswoche	10	07:00-17:00
20. LW	11	06:00-17:00
21. LW	12	05:00-17:00
22. LW	13	05:00-18:00
ab 23. LW	14	04:00-18:00

3.4 Fütterung

Wichtiger Bestandteil dieser Studie waren die unterschiedlichen Fütterungsmanagements. So wurden die Tiere der beiden Rassen auf drei verschiedene Fütterungsgruppen aufgeteilt. Gruppe A wurde restriktiv gefüttert, das entsprach den Vorgaben der Kükenerzeuger von Ross und Cobb. Gruppe B erhielt das gleiche Futter, allerdings zur freien Verfügung (ad libitum Fütterung). Gruppe C erhielt Futter zur freien Verfügung, welches verdünnt war, das heißt im Nährstoff- und Energiegehalt reduziert (verdünnte Fütterung). Bei der Verdünnung der Futtermittel für Gruppe C wurde durch abweichende Futterzusammensetzung versucht eine Verdünnung von ca. 10 % zu erreichen. Die Fütterungsgruppe A beider Rassen ist als Kontrollgruppe anzusehen.

3.4.1 Kükenstarter

Vom ersten Lebenstag bis zur vierten Lebenswoche erhielten alle Tiere ein STARTER – Kükenalleinmehl mit einem Energiegehalt von 11,7 MJ und 20,2 % Rohprotein. Anfänglich erhielten die Fütterungsgruppen A pro Tier eine Futtermenge, die einer ad libitum Fütterung gleich kam, die Gruppe B erhielt das Futter zur freien Verfügung. Ab der dritten Lebenswoche wurde der Gruppe A das Futter in restriktiven Mengen angeboten, gemäß den Fütterungsvorgaben der Firmen Ross und Cobb, die eine Deckung des Bedarfs ermöglichte, aber keiner vollständigen Sättigung der Tiere entsprach. Die Gruppe C erhielt vom ersten Tag bis einschließlich der dritten Lebenswoche das Küken-Alleinmehl zur freien Verfügung. In der vierten Lebenswoche wurde dieses Futter in den Anteilen 1:1 mit Junghennen-Alleinmehl verdünnt. Die genauen Rezepturen aller Futtermittel sind dem Anhang (Anlage 3 bis 6) zu entnehmen.

3.4.2 Junghennenalleinfutter

Ab der fünften bis zur 18. Lebenswoche wurde ein Junghennenalleinmehl gefüttert. Der Energiegehalt des Futters lag bei 11 MJ, der Rohproteinanteil bei 15,2 %. Die Gruppen B erhielten das Futter zur freien Verfügung, die Gruppen A in restriktiven Mengen, wie es von den Zuchtfirmen (Ross und Cobb) empfohlen wird. Das nährstoffverdünnte Futter der Gruppe C enthielt 10,0 MJ Energie und 13,8 % Rohprotein. Ab der elften Lebenswoche wurde dem Futter der Gruppe C zusätzlich 10 % Sand zugesetzt.

3.4.3 Pre-Lay-Futter

Mit 19 Wochen erhielten die Tiere ein Pre-Lay-Futter mit einem Energiegehalt von 11,5 MJ für Gruppe A und B (11,35 MJ für Gruppe C), der Rohproteinanteil betrug 15,9 % bei Gruppe A und B (14,3 % bei Gruppe C). Beibehalten wurde die restriktive Futterzuteilung der Gruppen A und die ad libitum Fütterung der Gruppen B. Die Sandbeimengung von 10 % zu dem nährstoffreduzierten Futter der Gruppen C erfolgte bis zur 24. Lebenswoche.

3.4.4 Legehennenfutter

Die Umstallung vom Aufzuchtstall in den Legestall erfolgte in der 25. Lebenswoche. Ab diesem Zeitpunkt erhielten die Tiere ein Alleinmehl für Legehennen. Der Energiegehalt des Futters während der Legeperiode betrug 11,4 MJ, der Rohproteingehalt betrug 18,0 %. Die Gruppen A (restriktive Fütterung) erhielten rationierte Futtermengen, die Gruppen B (ad libitum Fütterung) erhielten Futtermengen zur freien Verfügung. Das nährstoffverdünnte Futter hatte einen Energiegehalt von 10,26 MJ und ein Rohproteinanteil von 16,2 %, ab sofort fand keine Sandbeimengung mehr statt. Eine Übersicht über die Energiegehalte (MJ) und den Rohproteingehalt (%) der verschiedenen Futtermittel gibt Tabelle 10.

Tabelle 10: Futtermittel (Nährwerte (MJ), Rohproteingehalte (%) und Sandbeimengung (%)).

Futtermittel	Inhaltsstoffe	"normale" Rezeptur	Nährstoffverdünnung
Starter- Kükenalleinmehl	Nährwert (MJ)	11,7	11,7
	Rohprotein (%)	20,2	20,2
Junghennenalleinmehl	Nährwert (MJ)	11,0	10,0
	Rohprotein (%)	15,2	13,8
	Sandbeimengung ab der 11. LW (%)	0,0	10,0
Pre-Lay-Alleinfutter	Nährwert (MJ)	11,5	11,4
	Rohprotein (%)	15,9	14,3
	Sandbeimengung (%)	0,0	10,0
Alleinmehl für Legehennen	Nährwert (MJ)	11,4	10,3
	Rohprotein (%)	18,0	16,2

3.4.5 Fütterungssysteme und Futterverbrauch

In der Aufzuchtphase wurde in den ersten beiden Wochen in allen 18 Abteilen das Futter über Futterschalen (40 cm Durchmesser) angeboten. Die restriktiv gefütterten Tiere erhielten ihr Futter ab der dritten Lebenswoche aus je drei Langfuttertrögen in der Aufzuchtphase und je sieben Langfuttertrögen in der Legephase mit den Maßen 100 cm (Länge) x 18 cm (Breite) und 18,5 cm Fresshöhe. Die Fresshöhe wurde durch ein aufgesetztes Gitter bestimmt, welches gleichzeitig die einzelnen Fressplätze voneinander abtrennte. Bei den beiden anderen Fütterungsmanagements wurde ab der dritten Woche auf jeweils zwei Futterautomaten pro Abteil umgestellt. In den Abteilen der männlichen Tiere betragen die Maße der Rund-Futterautomaten 38 cm Durchmesser und 33 cm Höhe und hatten ein Füllvolumen von 12 kg. In den Abteilen der Hennen beliefen sich die Maße der Fütterungsautomaten auf 62 cm Durchmesser und eine Höhe von 68 cm, das Füllvolumen betrug 70 kg. Bei den restriktiv gefütterten Tieren wurden die Futtermengen nach Managementvorgaben und Körpergewicht der Tiere wöchentlich berechnet und zugeteilt. Bei den ad libitum gefütterten Tieren (Gruppe B und C) wurde der effektive Futterverbrauch pro Tier durch wöchentliche Futterrückwaagen bestimmt.

3.4.6 Tränkesysteme und Wasserverbrauch

Den Tieren stand im Aufzuchtstall pro Abteil ein Nippelleitungssystem (je zehn Nippelrichtungen inklusive Wasserauffangschalen) zur Verfügung. Der Wasserverbrauch wurde während der Aufzuchtphase wöchentlich vor Ort in Kitzingen ermittelt und in ml pro Tier und Tag berechnet. Bei den Hennen waren je zwei Abteile (jeweils die beiden Wiederholungen je Rasse und Fütterungsart) mit einer Wasseruhr ausgestattet. Bei den männlichen Tieren war jedes Stallabteil mit einer separaten Wasseruhr versehen. Im Legestall war jedes Abteil mit je einer automatischen Rundtränke sowie einer Nippelrundtränke ausgestattet. Über den Wasserverbrauch während der Legephase stehen nur sehr unzureichende Ergebnisse zur Verfügung.

3.5 Impfprogramm

Das Impfschema wurde nach Managementvorgaben von Ross und Cobb übernommen.

Tabelle 11: Impfschema der Mastelterntiere.

Impfung gegen	Impfzeitpunkt
Salmonella E	1.-3. Lebenstag
Kokzidien	6. LT
I. Gumboro	21. LT
IB/ND	4. Lebenswoche
Salmonellenkontroll-Untersuchung (Sammelkot aus jeder Box) 7. LW	
II. Gumboro	6. LW
Salmonella E	7. LW
II. ND	8. LW
I. IB 2	10. LW
AE	12. LW
II. IB 2	14. LW
III. ND	16. LW
Salmonella E	17. LW
IB+ND+EDS	18. LW

3.6 Probenmaterialien

Das Probenmaterial bestand zum einen aus Hühnerblut, zum anderen aus Muskelproben und Hühnerknochen. Die Probenentnahme erfolgte für das Blut alle vier Wochen, wobei erst in der 6. Lebenswoche begonnen wurde, da die Tiere davor noch zu klein waren (Mindestgewicht 200 g). Es wurde jedes Mal bei 120 Tieren Blut entnommen. Die Tiere wurden vor Versuchsbeginn willkürlich ausgewählt und mit Flügelmarken gekennzeichnet, so dass immer bei denselben Tieren Blut entnommen werden konnte.



Abbildung 5: Fotografische Darstellung der Markierung der 120 Tiere, von denen im Abstand von vier Wochen Blut gewonnen wurde.

Die Probeschlachtungen erfolgten drei Mal in der Aufzuchtphase (6., 14., 22. Lebenswoche) und einmal am Ende der Legephase (50. Lebenswoche), wobei insgesamt 60 weibliche und 18 männliche Tiere tierschutzgerecht getötet wurden. Bei der Schlachtung wurden die Oberschenkelknochen von allen Tieren und Muskelproben von insgesamt 18 weiblichen und 18 männlichen Tieren entnommen. In welcher Lebenswoche welche Proben entnommen wurden, ist aus Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12: Schema zur Probenentnahme an den Mastelertieren für die gesamte Versuchsdauer.

Probenmaterialentnahme			
	Lebenswoche	Blutentnahme	Knochen/Muskelproben
Aufzucht	6.	X	X
	10.	X	
	14.	X	X
	18.	X	
	22.	X	X
Umstallung in der 25. Lebenswoche			
Legephase	26.	X	
	30.	X	
	34.	X	
	38.	X	
	42.	X	
	46.	X	
	50.	X	X

3.7 Post mortem Untersuchungen

3.7.1 Knochenparameter

3.7.1.1 Knochenbruchfestigkeit

Bei den drei Schlachtterminen der Aufzucht (6., 14., 22. Lebenswoche) wurden aus jeder der sechs Versuchsgruppen zehn weibliche und drei männliche der nicht markierten Tiere geschlachtet. In der Legephase wurde zum Projektabschluss erneut eine Schlachtung in der 50. LW durchgeführt. Es wurden von jedem Tier beide Oberschenkelknochen (Femura) ausgelöst. Von Muskulatur und Sehnen befreit wurden die Knochen bis zur Untersuchung in mit isotonischer (0,9 %) Kochsalzlösung getränktem Zellstoff eingewickelt und bei -20°C tiefgekühlt. Vor der Untersuchung wurden die Femura drei Tage im Kühlschrank gelagert, damit sie langsam auftauen konnten. Erst kurz vor den Testdurchführungen wurden sie auf Zimmertemperatur gebracht.

Die Bestimmung der Bruchfestigkeit wurde mit Hilfe einer Drei-Punkt-Biegevorrichtung unter Verwendung einer Materialprüfmaschine (DO-FB 005 TS, Zwick Roell AG, Ulm) vorgenommen. Die Prüfmaschine bestand aus einem Biegetisch, auf welchem zwei Auflagevorrichtungen mit variablem Abstand befestigt waren. Auf diesen wurden die Proben platziert und mit Hilfe einer Biegefinne mit zunehmender Kraft zentrisch belastet. Die Knochen wurden für die Messung mit dem cranialen Teil der Condylen der Femura auf die Auflageflächen gelegt, um ein Verrutschen zu verhindern. Somit wurde der caudale Anteil des Femurschaftes von der Biegefinne zuerst getroffen. Die Stützweite musste den entsprechenden Größen der Femura je nach Alter und Geschlecht der geschlachteten Tiere angepasst werden und variierte zwischen 100 mm und 140 mm, die Prüfgeschwindigkeit betrug 60 mm/min, wobei die Biegefinne mit einer Vorkraft von 5 N und einer Vorkraftgeschwindigkeit von 100 mm/min bis zu einem Widerstand am Knochen herunterfuhr. Die Stützweiten waren innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppen konstant. Die Messungen wurden bis zum vollständigen Bruch des Knochens vorgenommen, wobei eine maximale Kraftaufwendung bis zu 1200 N notwendig war. Mit Hilfe der Prüfsoftware „testXpert ® V11,0“ wurde die maximale Kraft (Fmax in Newton) und die Stauchung (in mm) am Punkt der maximalen Kraft festgehalten.

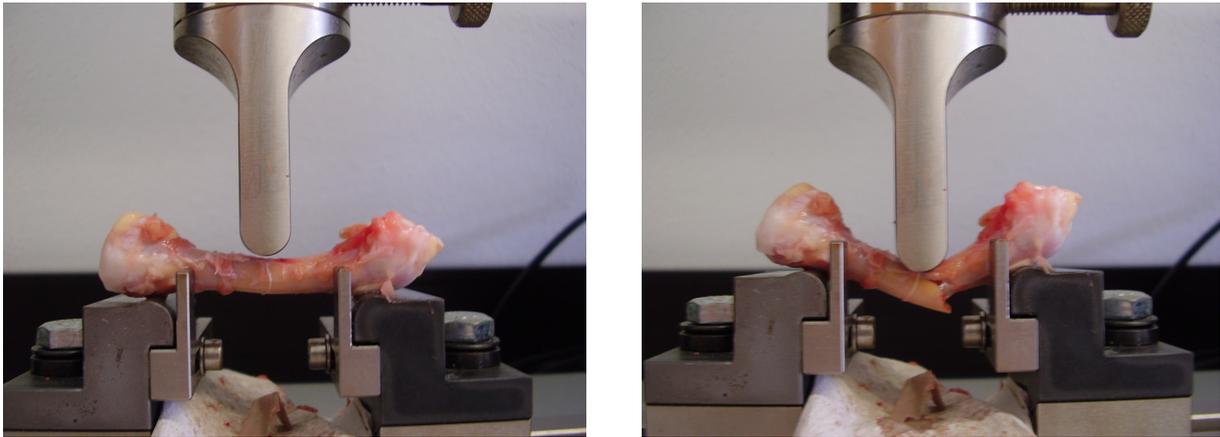


Abbildung 6: Fotografische Darstellung der Drei-Biege-Knochenbruchvorrichtung vor und nach dem Bruch der Femura.

3.7.1.2 Breite, Höhe und Länge der Femura

Es wurden alle Femura zusätzlich zur Knochenbruchfestigkeit auch einer Größenmessung unterzogen. Mittels einer digitalen Schieblehre wurde der äußere Querschnitt der Knochen an der Stelle gemessen, an der die Soll-Bruchstelle der Knochen lag. Gemessen wurden jeweils die Breite (lateromedialer Durchmesser des Femurschaftes) und die Höhe der Knochen (craniocaudaler Durchmesser des Femurschaftes) an der dicksten Stelle. Die Länge der Femura wurde ebenfalls ermittelt. Dazu wurde jeweils vom untersten Rand des medialen Kondylus bis zum obersten Rand des Femurkopfes gemessen. Da der Knorpel am Femurkopf teils abgerissen war, bedingt durch das Auslösen des Oberschenkelkopfes aus seiner Gelenkpfanne, wurden für die statistischen Auswertungen der Länge nur die Knochen verwendet, die den Knorpel noch vollständig enthielten.



Abbildung 7: Fotografische Darstellung der Messung der Femura mit einer digitalen Schieblehre.

3.7.2 Histologische Untersuchungen

An der Muskulatur der Beckengliedmaße (*M. iliotibialis lateralis*) wurde eine mikroskopisch-anatomische Untersuchung durchgeführt. Das Probenmaterial wurde zu den Schlachterminen der Aufzuchtphase und der Legephase entnommen, jeweils sechs Proben pro Gruppe. Dazu wurden von drei weiblichen und drei männlichen Tieren je aus dem rechten Oberschenkel ein Stück Muskulatur von der Größe 1 x 1 x 1 cm entnommen. Die Muskelproben wurden in Bouin'scher Lösung, bestehend aus Pikrinsäure (kristallin angefeuchtet), Eisessig (Essigsäure 100 %) und Formalin (37 % konzentriert) im Verhältnis 15:1:5 (Pikrinsäure zu Eisessig zu Formalin), für 48 Stunden fixiert. Im Anschluss wurden die fixierten Muskelproben in Transportgefäße mit 70 %iger Ethanollösung überführt und zur Anfertigung von jeweils 2-3 Muskelschnitten an das Institut für Umwelt und Tierhygiene mit Tierklinik der Universität Hohenheim unter Leitung von Herrn Prof. Amselgruber geschickt. Für die Anfertigung der Schnitte möchten wir uns an dieser Stelle sehr herzlich bedanken.

Die Auswertung der Muskelanschnitte erfolgte mit dem Lichtmikroskop Biostar B5P (Optech, Optical technology). Es wurden von jeder Probe 2-3 Schnitte angefertigt. Von jedem Schnitt wiederum wurden mehrere Bildausschnitte betrachtet und abfotografiert (Kamera: Lu105C-IO, Lumenera Corporation). Somit wurden von jeder Probe zehn Areale mit Hilfe der Software Image Access 6 (Release 8, Feb 2006, beta-Version der Imagic Bildverarbeitungs-AG, CH Glattburg) betrachtet, ausgemessen und durch die Anzahl der darin enthaltenen Muskelfasern geteilt, so dass am Ende die Muskelfaserdicke der unterschiedlichen Gruppen miteinander verglichen werden konnte.

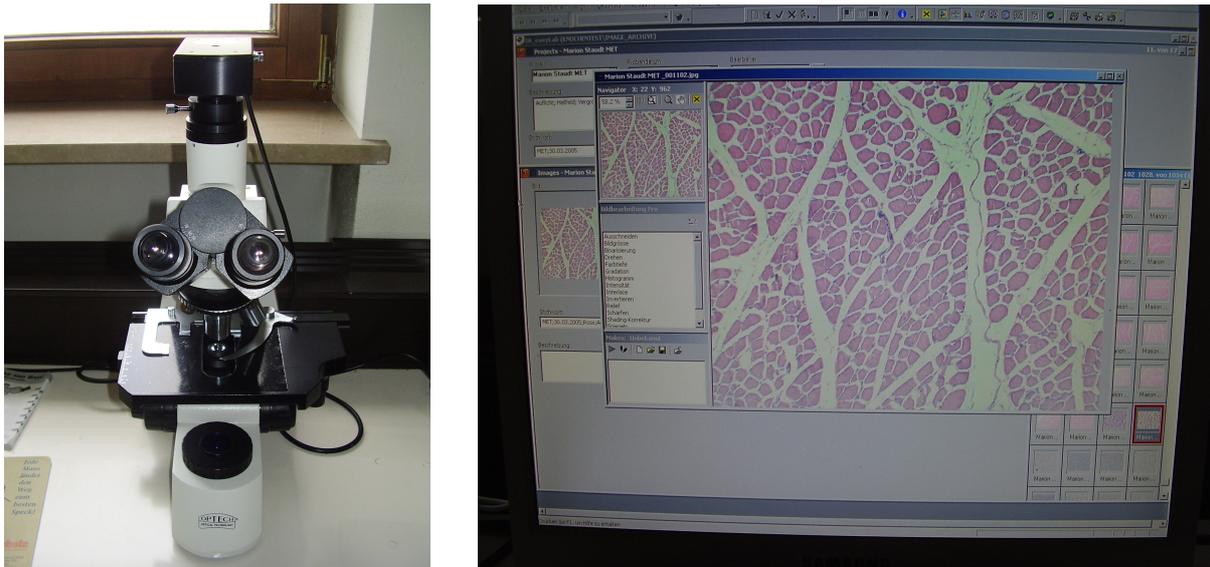


Abbildung 8: Fotografische Darstellung des Mikroskops mit aufgesetzter Kamera zur Auswertung der histologischen Schnitte und der Software, mit deren Hilfe die Messungen zur Muskelfaserdicke durchgeführt wurden.

3.7.3 Sektion und Mortalität

Am Ende der Legeperiode wurden von jeder Versuchsgruppe (zwei Rassen mal drei Fütterungsgruppen) zwei weibliche Tiere mit Flügelmarke an das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit – Dienststelle Oberschleißheim – gesandt. Bei der Sektion wurden makroskopisch das Gefieder und die Hautanhangsorgane untersucht. Nach Eröffnung des Tierkörpers wurde Füllungszustand des Gastrointestinaltraktes beurteilt, sowie Veränderungen in diesem Bereich. Ebenfalls makroskopisch wurden die Organe der Bauchhöhle betrachtet. Für die Bakteriologische Untersuchung wurden Tupferproben von Milz und Leber entnommen, eine parasitologische Untersuchung wurde ebenfalls durchgeführt.

Während des kompletten Versuchszeitraums wurde die Anzahl der verstorbenen Tiere wöchentlich erfasst. Die Tiere (zehn Hennen und drei Hähne je Gruppe, insgesamt 78 Tier pro Probeschachtung), die zur Probeschachtung (6., 14., 22. Lebenswoche) aus den Abteilen entnommen wurden, blieben unberücksichtigt.

3.8 Physiologische Blutparameter

3.8.1 Entnahme und Aufbereitung der Blutproben

Für die Blutentnahme, die alle vier Wochen erfolgte (siehe Tabelle 12 - Probenmaterialentnahme), wurden zu Beginn des Versuchs 20 Tiere (13 weibliche, sieben männliche) je Versuchsgruppe (zwei Rassen, drei Fütterungsarten) zufällig ausgewählt und durch Flügelmarken markiert. Tiere, die während der Versuchsdauer starben, wurden durch andere zufällig ausgewählte Tiere ersetzt und vermerkt. Die Blutentnahme erfolgte an der Vena ulnaris, wobei abwechselnd am rechten und am linken Flügel Blut entnommen wurde. Für die Blutentnahme wurden Kanülen mit einem Durchmesser von 0,9 mm und einer Länge von 40 mm (gelb, Hersteller BD Microlance (TM) 3) verwendet. Mit den Kanülen wurden die Venen angestochen und die Kanülen anschließend liegen gelassen. Das Blut (ca. 4 ml) wurde direkt mit einem Blutröhrchen (Li-Heparin Röhrchen, 4 ml, Präparierungsträger 16 I.E. Heparin/ ml Blut) aufgefangen. Am Ende der Legephase wurden ebenfalls von den markierten Tieren Blutproben entnommen, allerdings erfolgte dies während der Schlachtung, so dass die Entnahme direkt aus der Vena jugularis erfolgte, nachdem die Tiere schon betäubt waren. Das Blut wurde mehrere Stunden gekühlt aufbewahrt (Transport) und anschließend für zehn Minuten bei 3000 Umdrehungen/Minute zentrifugiert. Das überstehende Plasma wurde in Cups (1,5 ml Eppendorf Cups, Eppendorf AG, Hamburg) abpipettiert. Bis zu den Auswertungen wurde das Plasma nativ bei -20°C eingefroren. Die Blutproben wurden innerhalb von vier Wochen ausgewertet.



Abbildung 9: Fotografische Darstellung der Blutprobenentnahme im Rahmen der zwölf Blutprobenentnahmen im Abstand von vier Wochen.

3.8.2 Bestimmung der Blutparameter

Die Blutparameter Triacylglycerine, Cholesterin, Aspartat-Amino-Transferase (AST) und Gallensäuren wurden mit Hilfe des „Kone Delta“ (Fa. Böhringer Ingelheim) aus dem Plasma bestimmt. Bei allen vier Tests handelt es sich um eine quantitative In-vitro-Bestimmung der Stoffe im Plasma. Dazu wurde das abpipettierte und bei -20°C gelagerte Plasma in Küvetten pipettiert, ebenso die Kalibrationsseren und Qualitätskontrollen. Die Küvetten wurden in den Probensteller verbracht, der 80 Proben fasste. Dabei kontrollierte die Delta-Software die Eingabe und Benennung der einzelnen Proben. Die benötigten Reagenzien wurden in die dafür vorgesehenen Behälter gefüllt. Nach Starten des Gerätes wurde das Vermischen der entsprechenden Reagenzien und Proben von dem „Kone-Delta“ selbstständig vorgenommen und fotometrisch die Extinktionen der Proben gemessen. Die Konzentration der Stoffe im Plasma wurden anhand von Bezugskurven errechnet, die sich mit Hilfe der Kalibrationsseren und Qualitätskontrollen erstellen ließen.

Für den Fall, dass die erhaltenen Werte außerhalb des normalen Messbereiches lagen, nahm das Gerät eine automatische Verdünnung der Proben vor (erweiterter Messbereich) und wiederholte die Messung.

3.8.2.1 Bestimmung der Triacylglycerinen im Blutplasma

Damit die Triacylglycerine aus dem Blutplasma bestimmt werden konnten, wurden zunächst die für die Messung notwendigen Reagenzien in die dafür vorgesehenen Behälter gegeben. Für Triglyceride ist eine gebrauchsfertige Lösung von „Thermo Electron Corporation“ erhältlich. In dieser sind 50 mmol/l Good-Puffer (pH 7,2), 4 mmol/l 4-Chlorophenol, 2 mmol/l ATP, 15 mmol/l Mg²⁺, Glycerokinase, Peroxidase, Lipoproteinlipase, 4-Aminophenazon, Glycerol-3-phosphatoxidase und NaN₃ enthalten. Zusätzlich erforderliches Material waren zum einen für die Kalibrierung „Calibrator 1 KONE“ und als Qualitätskontrolle „KONE NORM“. Beide Seren waren ebenfalls bei der Firma „Thermo Electron Corporation“ erhältlich. Von den Standardlösungen und den Serumproben wurden jeweils 200 Mikroliter in Küvetten pipettiert und in den Probensteller gestellt. Nach Starten des Messvorgangs vermischte sich das Serum mit den jeweils zugehörigen Reagenzien.

Das Testprinzip beruht darauf, dass Triglyceride durch Lipase zu Glycerol und Fettsäuren hydrolysiert werden. Das Glycerol wird zu Glycerol-3-phosphat phosphoryliert und dieses

wiederum zu Dihydroxyazetonphosphat und Wasserstoffperoxid. Das Wasserstoffperoxid reagiert mit 4-Aminophenazon und 4-Chlorophol, wobei der Farbstoff Quinoneimin gebildet wird, dessen Extinktion bei 510 nm gemessen wird. Mit Hilfe der Bezugskurve wird die Konzentration in mg/dl errechnet.

3.8.2.2 Bestimmung des Cholesterins im Blutplasma

Das Cholesterin wird ebenfalls quantitativ in einer In-vitro-Bestimmung mit Hilfe des Kone-Delta gemessen. Die gebrauchsfertige Lösung (Thermo Electron Corporation) enthält 50 mmol/l MOPSO – Puffer (=3(N-Morpholino)propansulfonsäure)-Puffer (pH 6,7), 10 mmol/l HBA, 0,25 mmol/l 4-Aminophenazon, Cholesterinoxidase, Cholesterinesterase und Peroxidase. Zusätzlich werden wieder der Kalibrator „Calibrator 1 KONE“ und die Qualitätskontrolle „KONE NORM“ benötigt. Diese sind wie oben schon erwähnt von der gleichen Firma erhältlich.

Das Testprinzip beruht darauf, dass Cholesterinesterase Cholesterinester zu Cholesterin und freien Fettsäuren hydrolysiert. Das freie Cholesterin wird danach durch Cholesterinoxidase zu delta4-Cholestenon und Wasserstoffperoxid oxidiert. Das Wasserstoffperoxid bindet sich an HBA und 4-Aminophenazon und bildet ein Chromophor (Quinoneimin-Farbstoff). Die Extinktion des Farbstoffs wird bei 500-550 nm gemessen. Die Konzentration wird in mg/dl angegeben.

3.8.2.3 Bestimmung der Gallensäuren im Blutplasma

Gallensäuren werden in Anwesenheit von Thio-NAD durch das Enzym 3-alfa-hydroxysteroid Dehydrogenase in 3-Keto Steroide überführt, wobei Thio-NADH entsteht. Die Reaktion ist reversibel, wobei bei der Rückreaktion NADH zu NAD oxidiert wird. Bei einem Übermaß an NADH wird das Reaktionsgleichgewicht effizient ausgenutzt und die Bildung von Thio-NADH kann an der Änderung der Extinktion bei 405 nm gemessen werden. Sie ist proportional zur Gallensäurekonzentration im Plasma.

Für die Reaktion werden zwei Reagenzien benötigt, im ersten ist Good-Puffer (pH 4,0), 1 g/l Thio-NAD, Triton-100 und Natrium Azide enthalten, im zweiten Good-Puffer (pH 9,3), 6 g/l NADH, 3-alfa-hydroxiesteroid Dehydrogenase, Natrium Azide und Stabilisator. Die

Ergebnisse werden in $\mu\text{mol/l}$ angegeben. Für die Auswertung der Gallensäuren benötigt das Kone-Delta Gerät als Kalibrator den „Randox Calibration Serum Level 3 calibrator“, sowie zur Qualitätskontrolle „Randox Assayed Multi-sera, Level 2 und Level 3“. Die Seren sind bei der Firma „Randox“ erhältlich. Der Unterschied der beiden Qualitätskontrollseren bestand darin, dass das Kontrollserum Level 2 von gesunden Individuen stammt, das Kontrollserum Level 3 hingegen von kranken Individuen.

3.8.2.4 Bestimmung der Aspartat-Amino-Transferase (AST) im Blutplasma

Aspartat-Amino-Transferase (früher GOT: Glutamat-Oxalat-Transaminase) katalysiert den Transfer einer Aminogruppe vom Aspartat zu Oxoglutarat, wobei Glutamat und Oxalacetat gebildet werden. Oxalacetat wird mit Hilfe von Malatdehydrogenase zu Malat reduziert. Gleichzeitig wird bei dieser Reaktion eine äquivalente Menge NADH zu NAD oxidiert. Die daraus resultierende Abnahme der Extinktion bei 340 nm ist direkt proportional zur AST-Aktivität im Plasma.

Für die Testdurchführung muss das Reagenz B (Substrat) in das Reagenz A (Enzymreagenz) gegeben werden, um die gebrauchsfertige Lösung zu erhalten. Im Reagenz A sind 110 mmol/l Tris-Puffer (pH 7,8), 325 mmol/l L-Aspartat, LDH, MDH (Malatdehydrogenase) und NaN_3 . Das Reagenz B besteht zu 65 mmol/l aus 2-Oxoglutarat, zu 1 mmol/l aus NADH und aus NaN_3 . Als Kalibrator wird hier „eCal“ eingesetzt, als Qualitätskontrolle „Nortrol“, beide Seren sind ebenfalls bei „Thermo Electron Corporation“ erhältlich. Die Qualitätskontrolle war in diesem Fall nicht vorgeschrieben, sondern wurde nur zur Sicherheit durchgeführt. Die Aktivität des AST wird in U/l angegeben.

3.9 Statistische Auswertungsverfahren

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte deskriptiv mittels der Computer-Software Microsoft Excel 2002 (Fa. Microsoft Corporation, Redmond, Wa, USA) und schließlich mit SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Die schließende Statistik der Ergebnisse begann mit der Untersuchung auf Normalverteilung, welche mittels Q-Q-Plots beurteilt wurde. Die Daten der postmortalen Untersuchungen (Knochenbruchfestigkeit, Dehnung des Knochen zum Zeitpunkt des Bruches, Knochengrößen und Muskelfaserdicke) erfüllten das

Kriterium der Normalverteilung, weshalb hierfür parametrische Tests angewandt wurden: mittels univariater Varianzanalyse wurde auf Unterschiede im zeitlichen Verlauf getestet (One way repeated measures analysis of variance). Die Darstellung dieser Werte erfolgt als arithmetisches Mittel gemeinsam mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SEM, oder auch SE, entsprechend gekennzeichnet). Fielen die Betrachtungen auf Normalverteilung negativ aus, wie es bei den physiologischen Blutparametern (Leber-, Fettstoffwechsel) der Fall war, erfolgten nicht-parametrische Tests (Friedman repeated measures analysis of variance on ranks). Die Darstellung dieser Werte erfolgte als Boxplot mit Medianwerten.

Zum Vergleich der drei Gruppen bei allen Parametern (postmortale Untersuchungen und Blutparameter) wurde die einfaktorielle Varianzanalyse (One Way ANOVA) mit anschließendem DUNCAN-Test (bei ungleichen Gruppengrößen in rangorientierten Analysen) durchgeführt.

Für die statistische Auswertung der Mortalitätsrate wurde der Chi-Square-Test angewendet, bei einer Individuenzahl, die geringer als fünf war der Fisher-Exact-Test.

Die Ergebnisabbildungen wurden ebenfalls mit der Computer-Software SPSS 14.0 erstellt. Wahrscheinlichkeitswerte (P) kleiner 0,05 wurden als statistische signifikant angesehen und sind entsprechend gekennzeichnet und beschrieben. Höhere Signifikanzniveaus als $P < 0,01$ werden nicht gesondert angegeben. Die Stichprobenzahl, d.h. die pro Versuch verwendete Anzahl an Proben, wird als "n" angegeben.

4 ERGEBNISSE

4.1 Postmortale Untersuchungen

Im Folgenden werden alle Ergebnisse zu den Knochen (Knochenbruchfestigkeit, Dehnung und Größe), der Muskelfaserdicke und der Mortalität beschreibend dargestellt. Statistische Auswertungen erfolgten für die zeitlichen Verläufe der Knochenparameter sowie innerhalb der Fütterungsgruppen zu den einzelnen Probeentnahmetermenen für die weiblichen Gruppen. Es wurden zu jedem Schlachtzeitpunkt beide Femura von zehn weiblichen und von drei männlichen Tieren untersucht. Eine Individuenzahl von drei männlichen Tieren ist zu gering, um darüber eine statistische Aussage zu treffen. Die statistischen Auswertungen, auch für die Mortalität, werden entsprechend eingefügt.

In den folgenden Darstellungen der Ergebnisse ist der Standardfehler mit SEM abgekürzt. Die Ausnahmen stellen die mit Hilfe des SPSS 14.0 Statistikprogramms erstellten Graphiken dar. Bei ihnen wurde im Zuge der Fehlerbalkendarstellung der Standardfehler mit SE abgekürzt (Fehlerbalken +/- 1 SE).

4.1.1 Knochenbruchfestigkeit

Der Parameter Kraft (N) ist das Maß für die Kraft, die aufgewendet werden muss, um die Femura zu brechen. Anhand der Tabellen 14 und 15 sind die Mittelwerte, die Standardfehler und die Anzahl (n) der untersuchten Femura der einzelnen Fütterungsgruppen zu erkennen. Die Gruppen werden aufgeschlüsselt nach Rasse, Geschlecht und Fütterung dargestellt. Die Abbildungen 9 bis 12 verdeutlichen diese Werte in Graphiken, wobei getrennt nach Rasse und Geschlecht die Fütterungsmanagements im Vergleich abgebildet wurden. Es wurde der zeitlicher Verlauf der einzelnen Gruppen mit weiblichen Tieren statistisch überprüft, die 6. Lebenswoche diente als Referenzkategorie. Tabelle 13 zeigt, dass bei den Vergleichen zwischen dem ersten Schlachttermin der 6. Lebenswoche und dem zweiten Schlachttermin der 14. Lebenswoche nur bei der Fütterungsgruppe Ross 308 mit restriktiver Fütterung ein signifikanter Unterschied auftrat. In den Vergleichen mit den späteren Zeitpunkten (6. LW mit 22. LW, 6. LW mit 50. LW) traten ohne Ausnahme für alle Gruppen signifikante Unterschiede auf.

Tabelle 13: Signifikanzen (P) der Kraft, die zum Bruch der Femura führt (Mittelwerte aus rechtem und linkem Oberschenkelknochen in Newton) für die **weiblichen** Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** aller Fütterungsgruppen (1. ST = Schlachtermin in der 6. Lebenswoche, 2. ST = Schlachtermin in der 14. Lebenswoche, 3. ST = Schlachtermin in der 22. Lebenswoche, 4. ST = Schlachtermin in der 50. Lebenswoche; n = Anzahl der getesteten Individuen).

		Signifikanzen zwischen den Schlachterminen						
	Rasse	Fütterung	1. ST und 2. ST	n	1. ST und 3. ST	n	1. ST und 4. ST	n
weiblich	Ross	restriktiv	0,025	(9;10)	< 0,001	(9;9)	< 0,001	(9;11)
		ad libitum	0,507	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		verdünnt	0,701	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
	Cobb	restriktiv	0,589	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		ad libitum	0,471	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		verdünnt	0,449	(10;9)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)

Aus den Tabellen 14 und 15 und den Graphiken 10 bis 13 ist ersichtlich, dass die aufgewendete Kraft, die zum Bruch der Femura führte, mit jedem Schlachtermin zunahm. Zwischen den Fütterungsgruppen zeichneten sich auch Unterschiede ab, wobei unabhängig von Rasse, Geschlecht und Alter die restriktiv gefütterten Tiere Femura hatten, zu deren Bruch am wenigsten Kraft aufgewendet werden musste. Signifikante Unterschiede für die weiblichen Gruppen wurden in den Graphiken 10 und 12 gekennzeichnet. Die Fütterungsgruppen mit der ad libitum Fütterung wiesen in vielen Fällen unabhängig von Rasse, Geschlecht und Alter höhere Mittelwerte der Kraft zum Zeitpunkt des Bruches auf als die Gruppen mit verdünnter Fütterung. Ausnahmen hierbei bildeten die Gruppen Ross 308 weiblich und männlich in der 22. Lebenswoche, Cobb 500 weiblich in der 14. Lebenswoche und Cobb 500 männlich in der 14. und 22. Lebenswoche. In diesen Fällen wurde für den Bruch der Femura bei den verdünnt gefütterten Tieren eine höhere mittlere Kraft benötigt.

Tabelle 14: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Kraft (N), die zum Bruch der Femura führte, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura. Angaben für die Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement.

		Mittelwert und SEM für die Kraft (N) der Rasse Ross 308											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	127,22	6,10	20	184,85	9,97	20	249,60	12,78	20	482,57	26,09	22
	ad libitum	289,53	9,68	20	265,81	13,40	20	469,89	23,43	20	720,09	37,81	22
	verdünnt	241,85	12,64	20	254,11	9,19	20	491,23	30,47	20	701,42	26,95	22
männlich	restriktiv	167,15	1,81	6	239,55	12,91	6	356,39	29,66	6	744,13	32,82	14
	ad libitum	318,50	14,50	6	371,17	18,19	6	568,09	4,66	6	882,64	136,07	6
	verdünnt	191,25	30,42	6	313,07	54,79	6	613,37	124,71	6	797,77	17,87	8

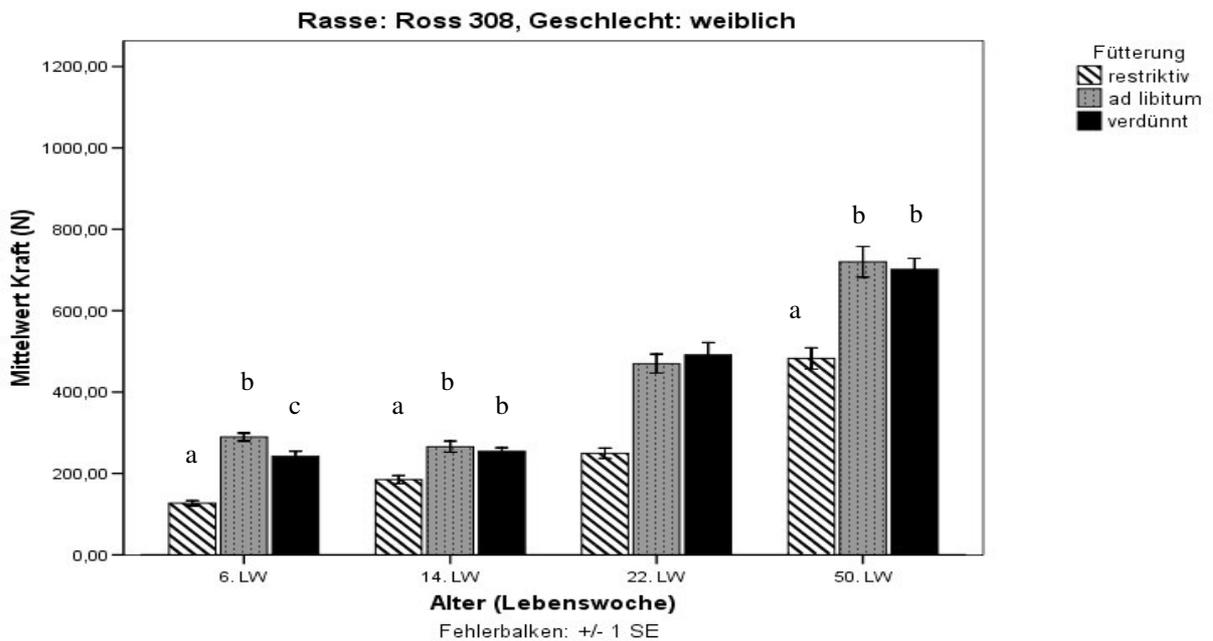


Abbildung 10: Mittlere Kraft (N) +/- 1 SE (Standardfehler), die zum Bruch der Femura führte für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurde bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Bruchfestigkeit beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 14 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

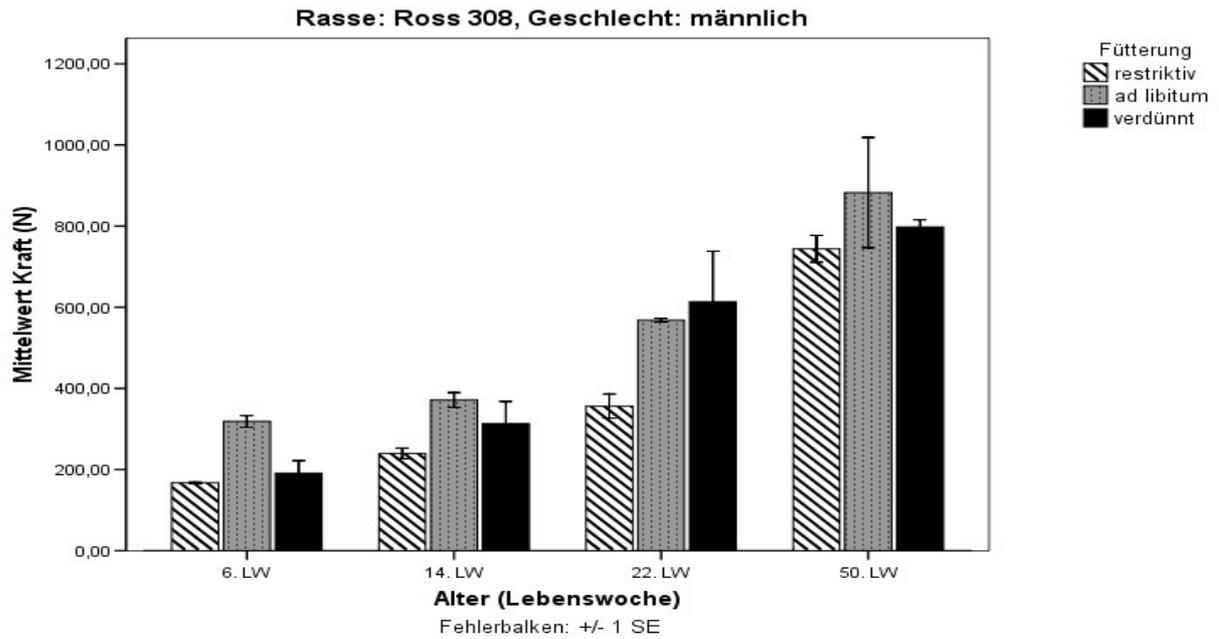


Abbildung 11: Mittlere Kraft (N) +/- 1 SE (Standardfehler) , die zum Bruch der Femura führte für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurde bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Bruchfestigkeit beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 14 ersichtlich).

Tabelle 15: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Kraft (N), die zum Bruch der Femura führte, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura. Angaben für die Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (. = keine Werte).

		Mittelwert und SEM für die Kraft (N) der Rasse Cobb 500											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	131,23	3,55	20	146,81	10,55	20	276,81	17,13	20	528,10	32,09	22
	ad libitum	294,88	11,24	20	263,07	14,64	20	546,42	41,12	20	839,78	39,33	22
	verdünnt	266,24	5,95	20	284,37	22,36	20	488,46	29,77	20	758,66	33,97	22
männlich	restriktiv	192,55	5,62	6	187,48	27,67	6	294,54	54,81	6	750,09	43,88	12
	ad libitum	342,04	16,11	6	335,48	14,30	6	722,41	43,55	4	.	.	.
	verdünnt	230,03	5,99	6	358,06	53,61	6	799,21	24,19	6	920,41	30,08	12

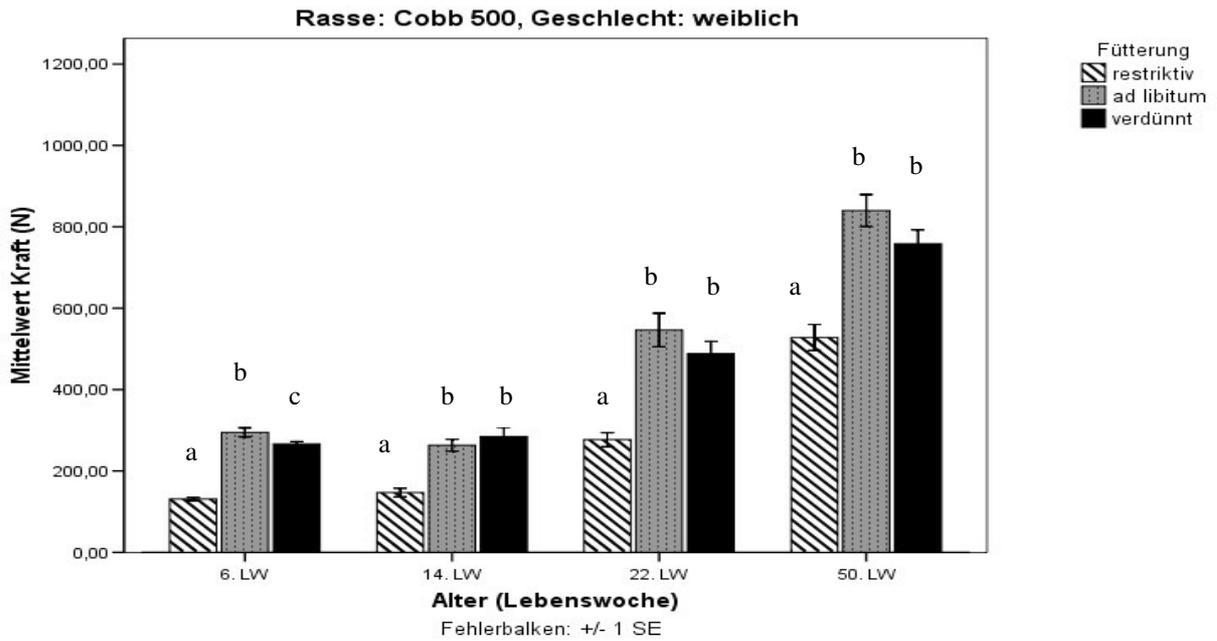


Abbildung 12: Mittlere Kraft (N) +/- 1 SE (Standardfehler), die zum Bruch der Femura führte für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurde bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Bruchfestigkeit beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 15 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

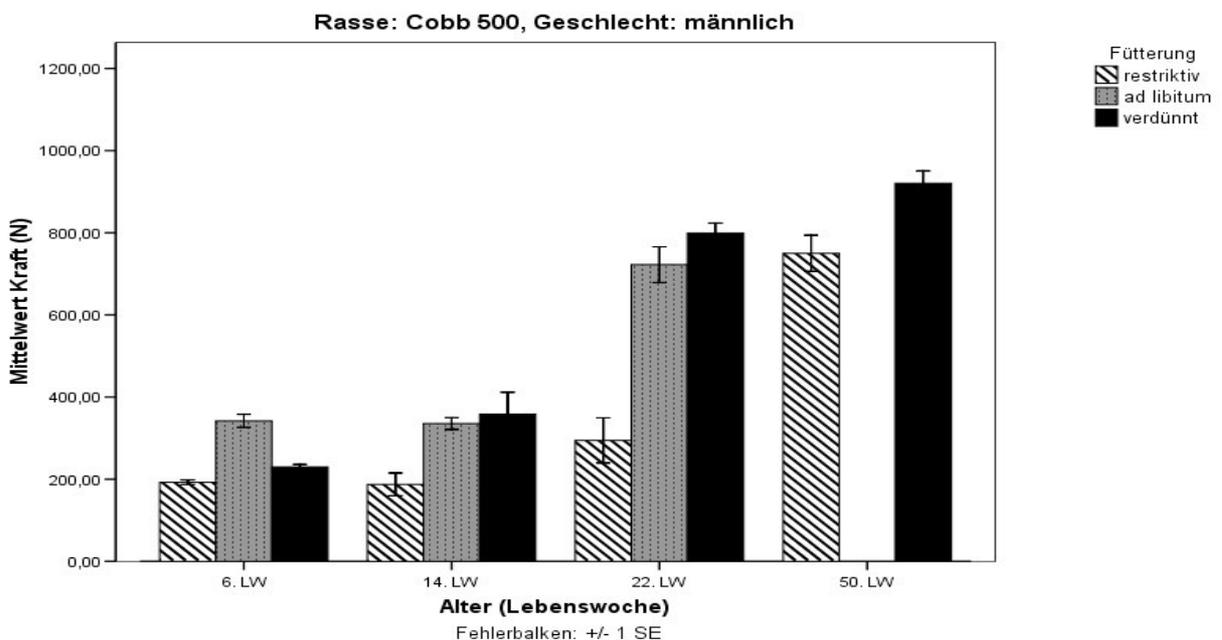


Abbildung 13: Mittlere Kraft (N) +/- 1 SE (Standardfehler), die zum Bruch der Femura führte für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurde bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Bruchfestigkeit beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 15 ersichtlich).

Bei der letzten Schlachtung in der 50. Lebenswoche standen für die Gruppe Cobb 500 mit ad libitum Fütterung keine männlichen Tiere mehr zur Verfügung, bei denen die Knochen ausgewertet werden konnten. Sie verstarben alle frühzeitig, dies war mit einer der Gründe das Projekt vorzeitig abzubrechen, da es unter tierschutzrelevanten Aspekten nicht vertretbar war, weitere Untersuchungen vorzunehmen.

4.1.2 Dehnung der Knochen zum Zeitpunkt des Bruches

Die Dehnung (mm) als Maß der Elastizität der Knochen wird ebenfalls zum Zeitpunkt des Bruches gemessen. Aus Tabelle 17 und 18 sind die Mittelwerte der einzelnen Fütterungsgruppen mit ihrem Standardfehler (SEM) und der Anzahl (n) der untersuchten Femura zu entnehmen. Die Abbildungen 14 bis 17 verdeutlichen diese Werte bildlich.

In Tabelle 16 werden die P-Werte der Dehnung zusammengefasst. Signifikante Unterschiede traten in den zeitlichen Verläufen immer auf, unabhängig von Rasse, Alter, Geschlecht und Fütterung. Die einzige Ausnahme stellten die weiblichen Tiere der Gruppe Ross 308 mit restriktiver Fütterung dar. Bei ihnen war kein deutlicher Unterschied zwischen der Schlachtung in der 6. Lebenswoche und der Schlachtung in der 14. Lebenswoche in Bezug auf die Dehnung festzustellen.

Tabelle 16: Signifikanzen (P) der Dehnung der Femura zum Zeitpunkt des Bruches (Mittelwerte aus rechtem und linkem Oberschenkelknochen in mm) für die **weiblichen** Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** aller Fütterungsgruppen (1. ST = Schlachtermin in der 6. Lebenswoche, 2. ST = Schlachtermin in der 14. Lebenswoche, 3. ST = Schlachtermin in der 22. Lebenswoche, 4. ST = Schlachtermin in der 50. Lebenswoche; n = Anzahl der getesteten Individuen).

		Signifikanzen zwischen den Schlachterminen						
	Rasse	Fütterung	1. ST und 2. ST	n	1. ST und 3. ST	n	1. ST und 4. ST	n
weiblich	Ross	restriktiv	0,274	(9;10)	0,003	(9;10)	< 0,001	(9;11)
		ad libitum	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		verdünnt	< 0,001	(10;9)	0,015	(10;10)	< 0,001	(10;11)
	Cobb	restriktiv	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		ad libitum	< 0,001	(10;9)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		verdünnt	< 0,001	(10;9)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)

Tabelle 17: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Dehnung (mm), die zum Zeitpunkt des Bruches bei den Femura gemessen wurde, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura. Die Angaben sind für die Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement.

		Mittelwert und SEM für die Dehnung (mm) der Rasse Ross 308											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	2,44	0,13	20	2,29	0,11	20	1,99	0,08	20	1,87	0,06	22
	ad libitum	3,17	0,07	20	1,95	0,04	20	1,74	0,09	20	2,00	0,05	22
	verdünnt	2,75	0,10	20	1,88	0,07	20	2,37	0,16	20	2,08	0,04	22
männlich	restriktiv	2,59	0,13	6	3,05	0,07	6	2,52	0,10	6	2,64	0,12	14
	ad libitum	3,71	0,26	6	2,83	0,35	6	3,15	0,17	6	2,74	0,21	6
	verdünnt	2,42	0,10	6	2,93	0,34	6	2,52	0,25	6	2,70	0,33	8

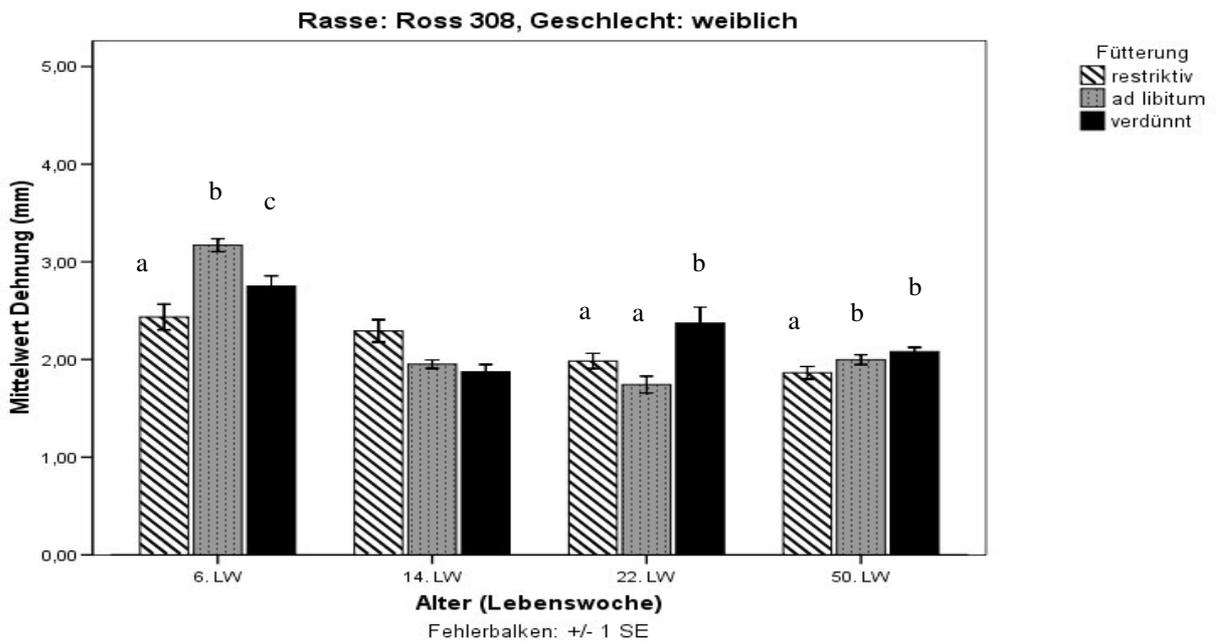


Abbildung 14: Mittlere Dehnung (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura zum Zeitpunkt des Bruches für die weiblichen Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Dehnung beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 17 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von P < 0,05 zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

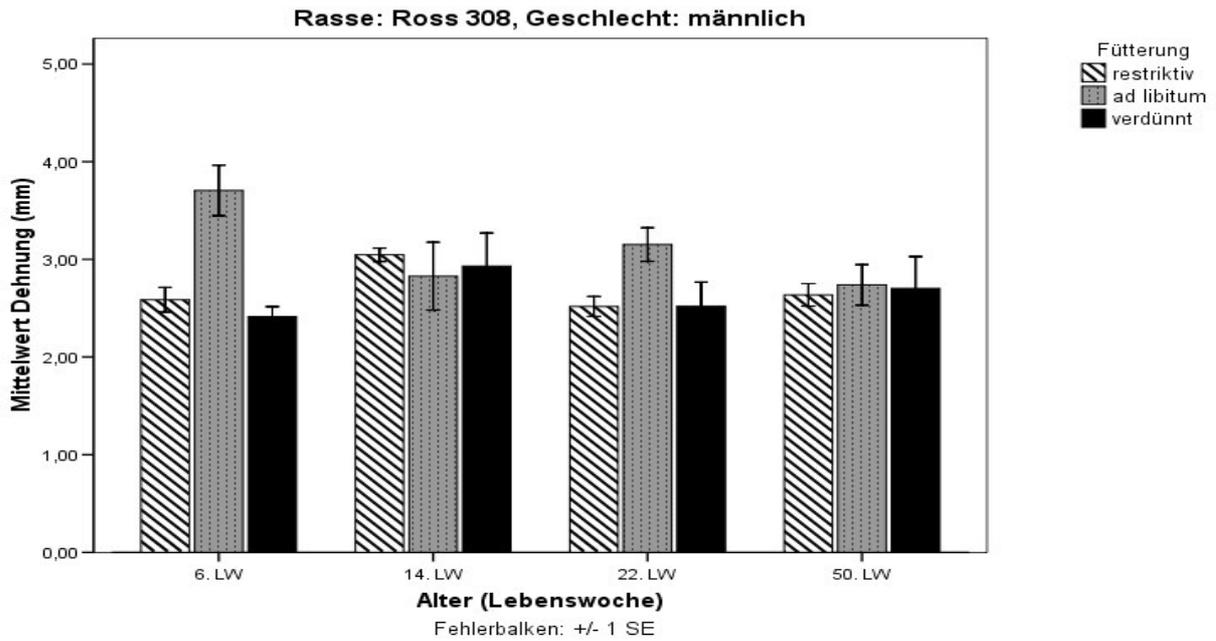


Abbildung 15: Mittlere Dehnung (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura zum Zeitpunkt des Bruches für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Dehnung beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet,; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 17 ersichtlich).

Tabelle 18: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Dehnung (mm), die zum Zeitpunkt des Bruches bei den Femura gemessen wurde, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura. Die Angaben sind für die Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (. = keine Werte).

		Mittelwert und SEM für die Dehnung (mm) der Rasse Cobb 500											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	2,32	0,07	20	1,71	0,06	20	1,88	0,08	20	1,82	0,08	22
	ad libitum	3,26	0,07	20	2,45	0,19	20	2,25	0,11	20	2,01	0,09	22
	verdünnt	3,37	0,10	20	2,43	0,22	20	2,38	0,12	20	2,16	0,06	22
männlich	restriktiv	2,51	0,10	6	2,19	0,25	6	1,92	0,39	6	2,45	0,09	12
	ad libitum	2,97	0,07	6	2,36	0,23	6	3,65	0,25	4	.	.	.
	verdünnt	3,71	0,59	6	2,88	0,46	6	3,19	0,02	6	3,04	0,14	12

Aus den Tabellen 17 und 18 sowie den Abbildungen 14 bis 17 sind keine eindeutigen Tendenzen abzulesen. In der 6. Lebenswoche waren fast immer signifikant größere Werte für die Dehnung gemessen worden als in der 50. Lebenswoche. Das bedeutet, dass in der 6. Lebenswoche die Femura eine höhere Elastizität aufwiesen als zu später gemessenen Zeitpunkten. Zwischen den Fütterungsgruppen waren keine wiederkehrenden Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, bestanden signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Fütterungsgruppen der weiblichen Tiere, so sind sie aus den Graphiken 14 und 16 zu entnehmen. Die männlichen Tiere wiesen unabhängig von Rasse, Alter und Fütterung in vielen Fällen größere Werte für die Dehnung zum Zeitpunkt des Bruches der Femura auf als die weiblichen Tiere.

Allgemein bleibt zu erwähnen, dass beim letzten Schlachtermin keine männlichen Tiere der Fütterungsgruppe ad libitum der Rasse Cobb 500 zur Verfügung standen, um Messungen vorzunehmen; die Tiere sind frühzeitig verstorben.

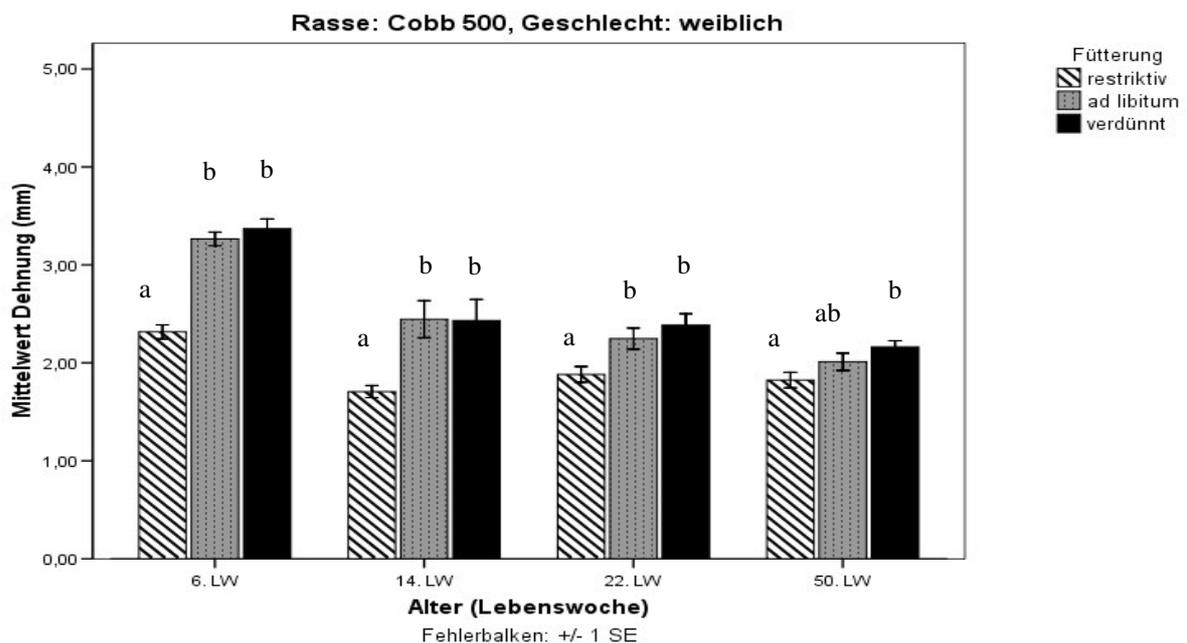


Abbildung 16: Mittlere Dehnung (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura zum Zeitpunkt des Bruches für die weiblichen Tiere der Rasse Cobb 500 in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Dehnung beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 18 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

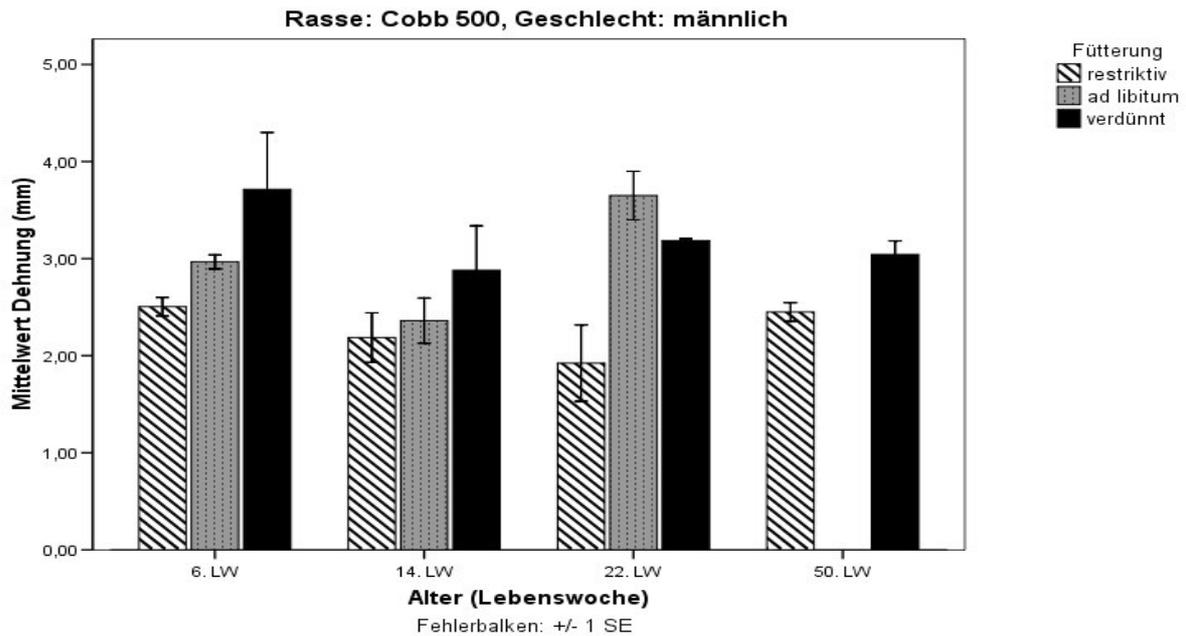


Abbildung 17: Mittlere Dehnung (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura zum Zeitpunkt des Bruches für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Dehnung beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 18 ersichtlich).

4.1.3 Größe der Knochen

4.1.3.1 Länge der Knochen

Für die Länge der Knochen wurde für die weiblichen Tiere aller Fütterungsgruppen überprüft, ob zwischen der Schlachtung in der 6. und der 14. Lebenswoche ein signifikanter Unterschied für die Länge der Knochen zu verzeichnen war. Ebenfalls auf Signifikanz wurde zwischen der 6. und der 22. Lebenswoche sowie zwischen der 6. und der 50. Lebenswoche getestet. Wie aus Tabelle 19 ersichtlich ist, hat sich für jedes geprüfte Wertepaar ein P-Wert $< 0,05$ ergeben, es war somit zwischen allen untersuchten Zeiträumen eine Signifikanz zu erkennen. Einschränkend muss erwähnt werden, dass für die Gruppen Ross 308 restriktiv weiblich in der 14. Lebenswoche, Ross ad libitum weiblich in der 6. Lebenswoche und Cobb ad libitum weiblich in der 6. Lebenswoche eine Individuenzahl kleiner sieben zur Verfügung stand, so dass der P-Wert mit Vorsicht zu interpretieren ist.

Tabelle 19: Signifikanzen (P) der Länge der Femura (Mittelwerte aus rechtem und linkem Oberschenkelknochen in mm) für die weiblichen Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** aller Fütterungsgruppen (1. ST = Schlachtermin in der 6. Lebenswoche, 2. ST = Schlachtermin in der 14. Lebenswoche, 3. ST = Schlachtermin in der 22. Lebenswoche, 4. ST = Schlachtermin in der 50. Lebenswoche; n = Anzahl der getesteten Individuen).

			Signifikanzen zwischen den Schlachterminen					
weiblich	Rasse	Fütterung	1. ST und 2. ST	n	1. ST und 3. ST	n	1. ST und 4. ST	n
	Ross	restriktiv		< 0,001	(10;5)	< 0,001	(10;9)	< 0,001	(10;10)
ad libitum			< 0,001	(5;9)	< 0,001	(5;10)	< 0,001	(5;11)
verdünnt			< 0,001	(8;8)	< 0,001	(8;10)	< 0,001	(8;9)
Cobb	restriktiv		< 0,001	(7;7)	< 0,001	(7;9)	< 0,001	(7;11)
	ad libitum		< 0,001	(6;10)	< 0,001	(6;9)	< 0,001	(6;11)
	verdünnt		< 0,001	(7;9)	< 0,001	(7;10)	< 0,001	(7;11)

Die Länge der Femura wurde ermittelt, indem jeweils vom untersten Rand des medialen Kondylus bis zum obersten Rand des Femurkopfes gemessen wurde. Da der Knorpel am Femurkopf teils abgerissen wurde, bedingt durch das Auslösen des Oberschenkelkopfes aus seiner Gelenkpfanne, wurden für die statistischen Auswertungen der Länge nur die Knochen verwendet, die den Knorpel noch vollständig enthielten. Dadurch bedingten sich auch unterschiedliche Individuenzahlen (n).

Tabelle 20 und 21 sowie die Abbildungen 18 bis 21 verdeutlichen die Mittelwerte (MW), ihre Standardfehler (SEM) und die Anzahl (n) der untersuchten Femura für alle Fütterungsgruppen. Die Länge der Knochen nahm über den untersuchten Zeitraum unabhängig von Rasse, Geschlecht und Fütterung zu. Je älter die Tiere wurden, desto längere Knochen wiesen sie auf. Für die männlichen aller untersuchten Tiere waren größere Werte für die Länge der Knochen zu verzeichnen, wobei Rasse, Fütterung und Alter dabei keinen Einfluss nahmen. Die weiblichen Tiere hatten in aller Regel kürzere Femura. Zu den einzelnen Zeitpunkten hatten die Tiere mit der restriktiven Fütterung kürzere Knochen als die Tiere der gleichen Rasse und mit dem gleichen Geschlecht aus den anderen Fütterungsgruppen. Die ad libitum gefütterten Tiere hatten häufig längere Knochen als die Tiere aus der entsprechend verdünnt gefütterten Gruppe. Ausnahmen dabei bildeten die Gruppen Ross 308 weiblichen Geschlechts in der 14. und in der 22. Lebenswoche sowie die Gruppe Cobb 500 männlichen Geschlechts in der 22. Lebenswoche. Bei den Hähnen der Gruppe Cobb 500 in der 50. Lebenswoche trat die Besonderheit auf, dass der Mittelwert der restriktiv gefütterten Tiere größer war als der der verdünnt gefütterten Tiere. Für die weiblichen Tiere der drei Fütterungsgruppen bestanden innerhalb jeder Probeentnahme signifikante Unterschiede (Graphik 18 und 20).

Tabelle 20: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Länge (mm) der Femura, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura. Die Angaben sind für die Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement.

		Mittelwert und SEM für die Länge (mm) der Rasse Ross 308											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	64,28	0,65	20	84,99	1,33	10	89,18	1,19	20	88,30	0,75	22
	ad libitum	74,19	0,52	16	91,34	0,60	18	92,28	0,86	20	93,90	0,88	22
	verdünnt	72,58	0,50	20	92,36	1,05	20	92,96	0,69	20	92,32	0,89	22
männlich	restriktiv	68,79	1,13	6	98,04	0,51	6	108,89	1,52	6	109,53	1,18	14
	ad libitum	75,95	1,61	6	104,57	3,31	6	113,33	0,25	6	114,40	2,34	6
	verdünnt	75,06	0,92	6	103,59	1,76	6	112,79	1,52	6	113,77	2,01	6

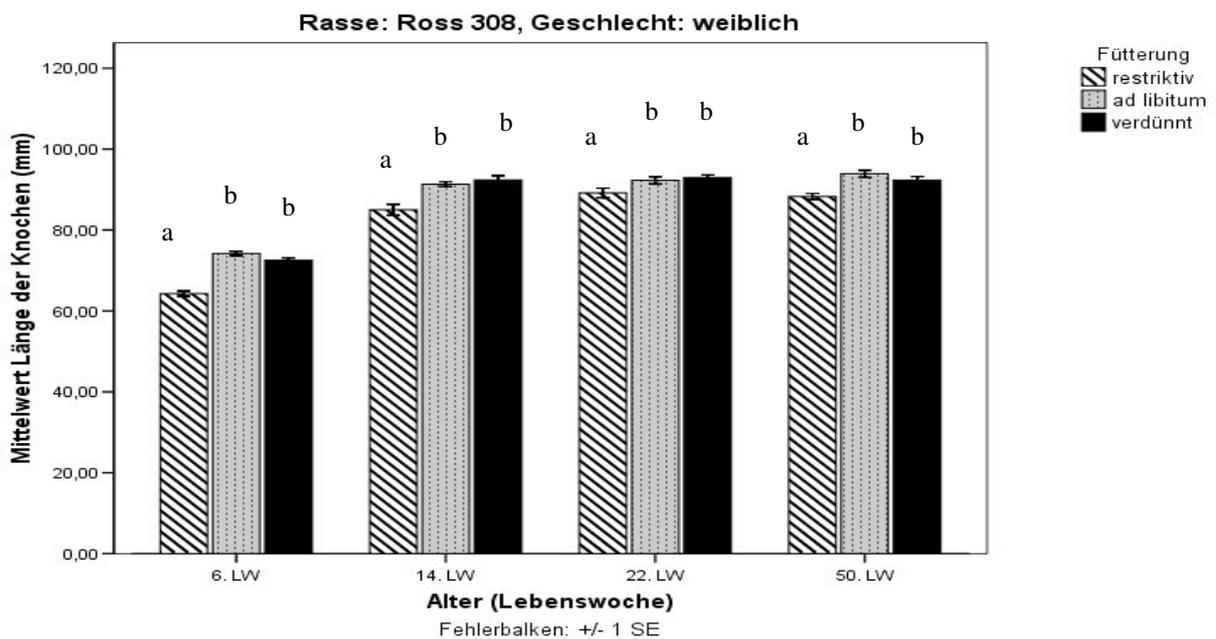


Abbildung 18: Mittlere Länge (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 20 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von P < 0,05 zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

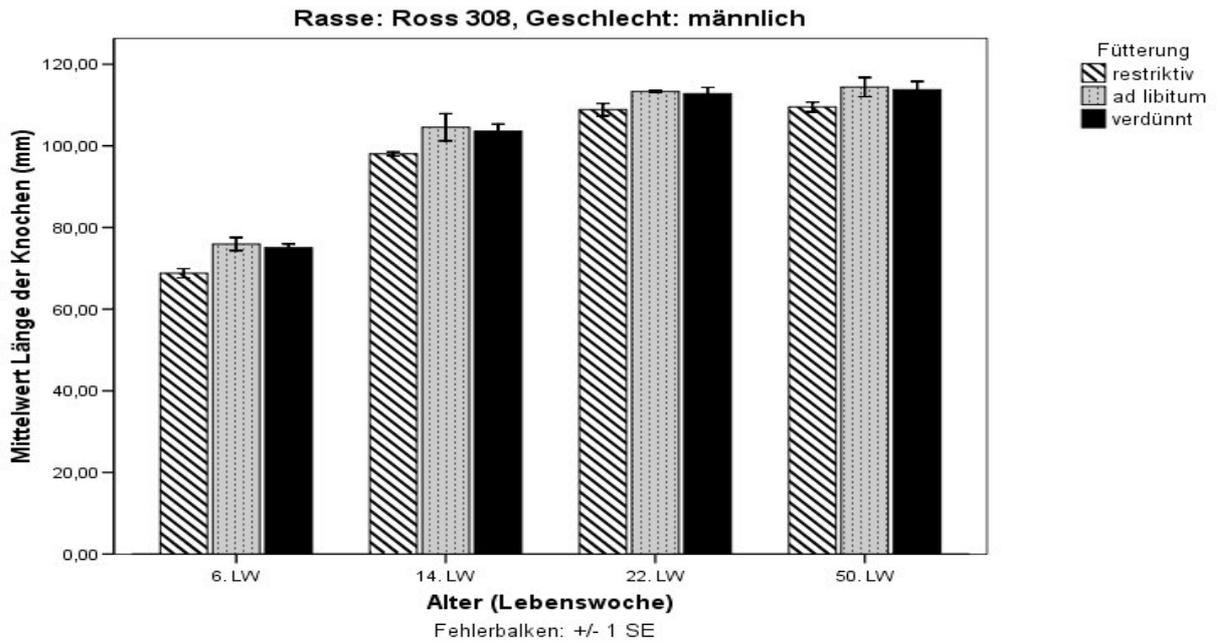


Abbildung 18: Mittlere Länge (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppenschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 20 ersichtlich).

Tabelle 21: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Länge (mm) der Femura, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura. Die Angaben sind für die Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (. = keine Werte).

		Mittelwert und SEM für die Länge (mm) der Rasse Cobb 500											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	62,01	0,42	20	81,21	0,95	16	89,03	0,99	18	86,43	0,83	22
	ad libitum	72,68	0,52	20	90,40	1,16	20	93,55	0,79	18	93,62	0,95	22
	verdünnt	71,39	0,66	20	88,39	0,46	18	89,23	1,12	20	91,46	1,19	22
männlich	restriktiv	66,13	1,36	6	91,97	4,59	6	98,73	5,19	6	110,83	1,50	12
	ad libitum	76,26	0,69	6	104,08	8,71	4	104,69	1,21	4	.	.	.
	verdünnt	69,94	1,93	6	99,05	3,90	6	111,32	1,74	4	109,80	1,17	12

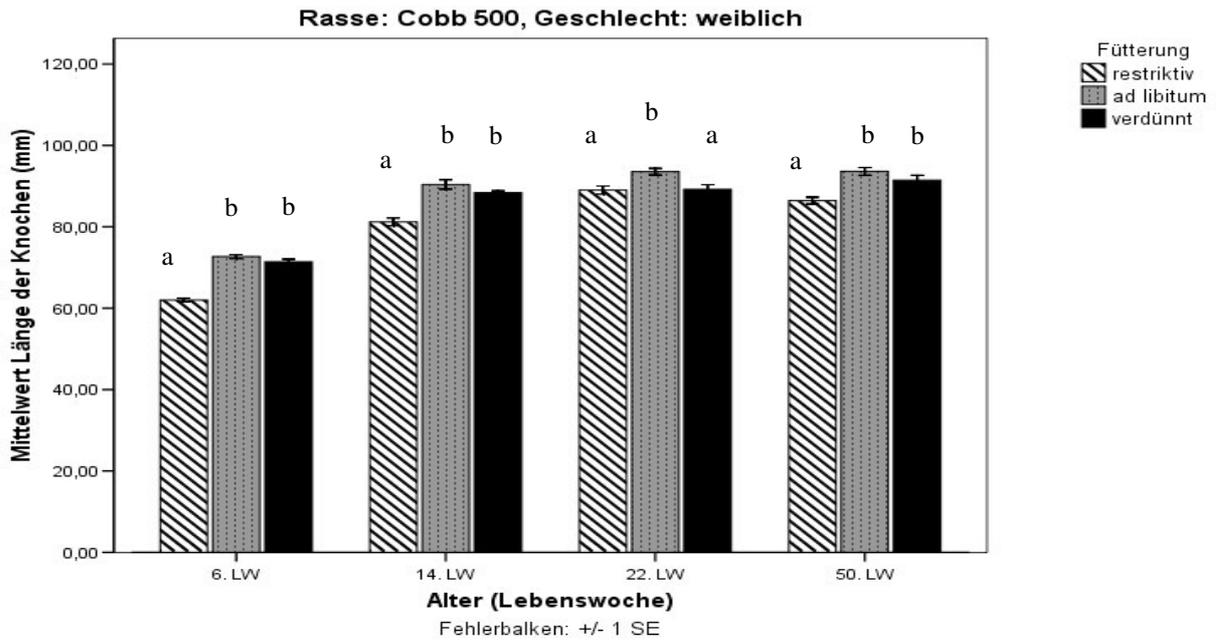


Abbildung 20: Mittlere Länge (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus eine Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 21 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

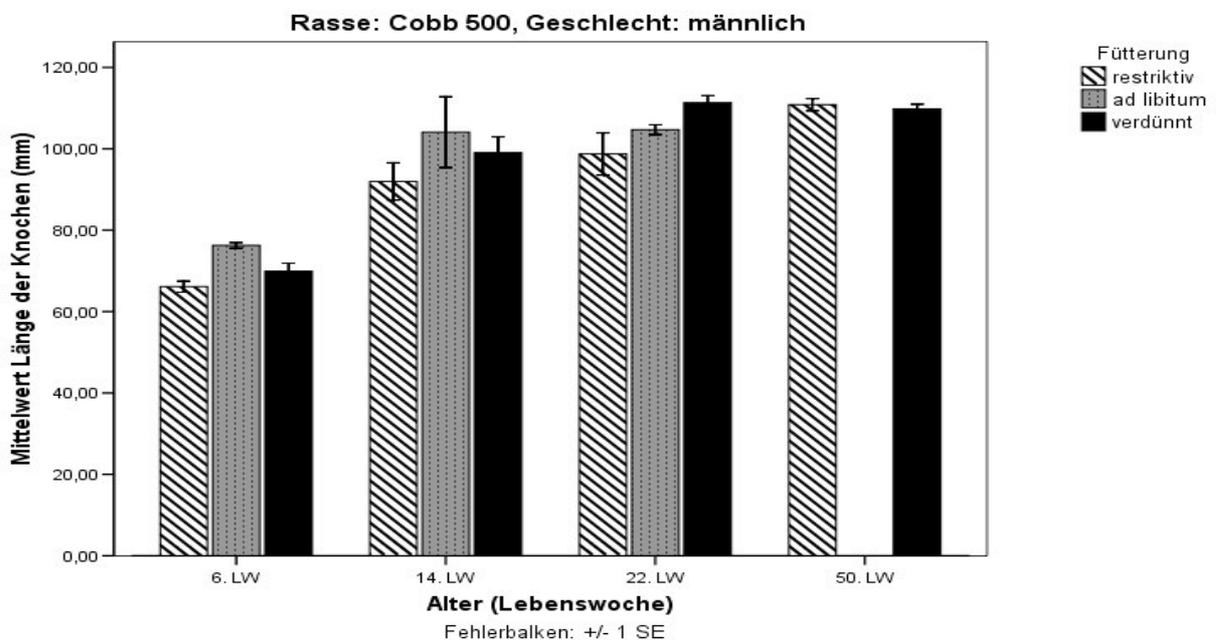


Abbildung 20: Mittlere Länge (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 21 ersichtlich).

Wie bei den vorhergehenden Parametern schon erwähnt, standen in der 50. Lebenswoche für die Gruppe Cobb 500 der ad libitum Fütterung keine männlichen Tiere mehr für die Untersuchungen zur Verfügung.

4.1.3.2 Höhe der Knochen

Für die Angaben zur Höhe der Knochen wurden die Femura an der Stelle gemessen, an der die Sollbruchstelle lag. Die Höhe der Femura ist ihr craniocaudaler Durchmesser. Die statistischen Auswertungen beziehen sich auf die zeitlichen Verläufe der weiblichen Tiere. Dabei wurde überprüft, ob zwischen den einzelnen Schlachterminen signifikante Unterschiede auftraten, wenn die 6. Lebenswoche zum Vergleich herangezogen wurde. Wie aus Tabelle 22 ersichtlich, ist für jedes geprüfte Gruppenpaar ein P-Wert < 0.05 zu verzeichnen, es war somit zwischen allen untersuchten Zeiträumen eine Signifikanz zu erkennen.

Tabelle 22: Signifikanzen (P) der Höhe der Femura (Mittelwerte aus rechtem und linkem Oberschenkelknochen in mm) für die weiblichen Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** aller Fütterungsgruppen (1. ST = Schlachtermin in der 6. Lebenswoche, 2. ST = Schlachtermin in der 14. Lebenswoche, 3. ST = Schlachtermin in der 22. Lebenswoche, 4. ST = Schlachtermin in der 50. Lebenswoche; n = Anzahl der getesteten Individuen).

			Signifikanzen zwischen den Schlachterminen					
weiblich	Rasse	Fütterung	1. ST und 2. ST	n	1. ST und 3. ST	n	1. ST und 4. ST	n
		Ross	restriktiv	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
ad libitum			< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
verdünnt			< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
Cobb		restriktiv	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		ad libitum	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
		verdünnt	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)

Die Mittelwerte (MW) der Gruppen, aufgeschlüsselt nach Rasse, Geschlecht und Fütterung, mit ihren Standardfehler (SEM) und Anzahlen (n) der untersuchten Femura finden sich in den Tabellen 23 und 24 wieder. Die graphische Darstellung erfolgt in den Abbildungen 22 bis 25. Aus den Graphiken ist zu erkennen, dass bei allen Tieren mit zunehmendem Alter signifikant höhere Knochen auftraten. Das Größenwachstum bezog sich somit nicht nur auf die Länge der Knochen, sondern auch auf ihre Höhe und, wie im folgenden Kapitel zu sehen ist, auch auf ihre Breite. Der Einfluss des Geschlechts zeichnete sich dahingehend ab, dass die männlichen Tiere

höhere Knochen hatten als die entsprechenden weiblichen Tiere mit der gleichen Fütterung von derselben Rasse. Die restriktiv gefütterten Tiere hatten zu jedem Zeitpunkt, unabhängig von Rasse und Geschlecht, die Knochen mit der geringsten Höhe. Zwischen den Fütterungsgruppen ad libitum und verdünnt zeichneten sich die Unterschiede dahingehend ab, dass die ad libitum gefütterten Tiere häufig höhere Knochen hatten, wobei die Unterschiede gering waren. In den Gruppen Ross 308 weiblich in der 22. Lebenswoche und Ross 308 männlich in der 50. Lebenswoche hatten die Tiere mit der verdünnten Fütterung geringfügig höhere Knochen als die Tiere mit der ad libitum Fütterung. Innerhalb einer Probeentnahme bestanden für die weiblichen Tiere signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen. Welche Signifikanzen zwischen welchen Fütterungsvarianten auftraten ist aus den Graphiken 20 und 22 zu entnehmen.

Zu den folgenden Tabellen bleibt zu erwähnen, dass bei der Rasse Cobb 500 in der Fütterungsgruppe ad libitum die männlichen Tiere frühzeitig verstarben, so dass in der 50. LW keine Messungen mehr stattfinden konnten.

Tabelle 23: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Höhe (mm) der Femura, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura für die Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement.

		Mittelwert und SEM für die Höhe (mm) der Rasse Ross 308											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	6,83	0,12	20	8,30	0,16	20	8,67	0,13	20	9,16	0,12	22
	ad libitum	8,82	0,19	20	10,49	0,15	20	10,78	0,21	20	11,01	0,20	22
	verdünnt	8,46	0,13	20	10,41	0,17	20	11,04	0,18	20	10,99	0,17	22
männlich	restriktiv	7,88	0,16	6	10,00	0,34	6	10,78	0,36	6	11,05	0,14	14
	ad libitum	9,68	0,13	6	12,35	0,38	6	12,94	0,02	6	12,89	0,54	6
	verdünnt	8,77	0,11	6	11,30	0,96	6	12,32	0,39	6	12,93	0,61	8

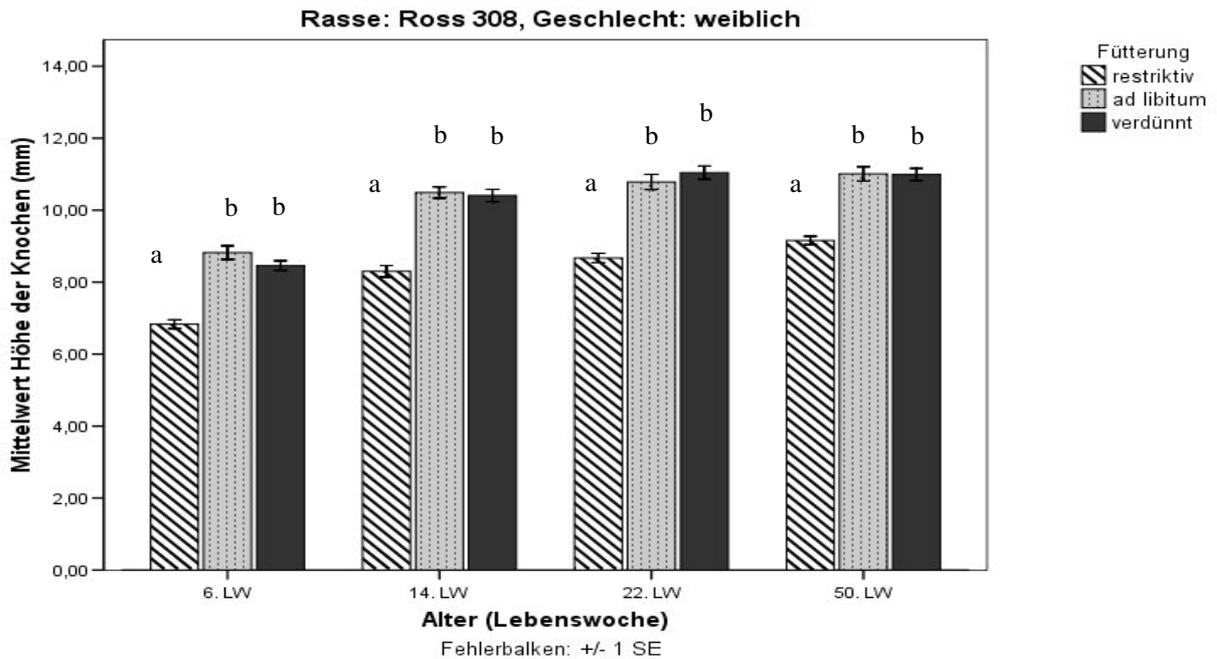


Abbildung 22: Mittlere Höhe (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 23 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

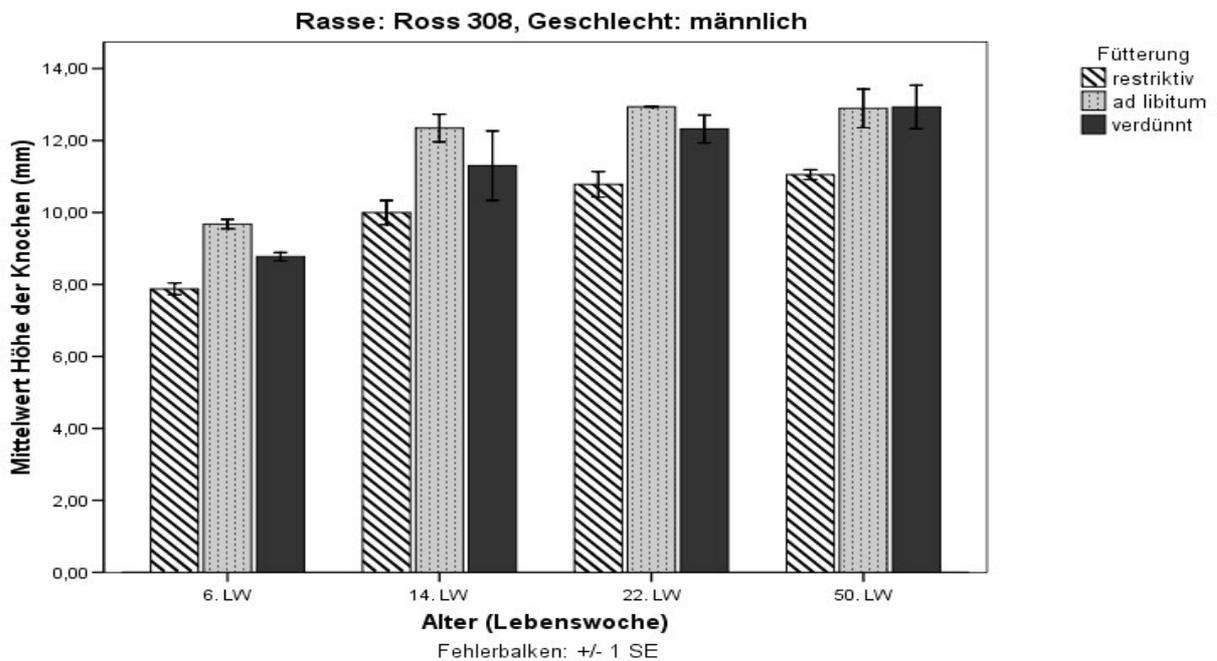


Abbildung 23: Mittlere Höhe (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 23 ersichtlich).

Tabelle 24: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Höhe (mm) der Femura, sowie die Anzahl der untersuchten Femura für die Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (. = keine Werte).

		Mittelwert und SEM für die Höhe (mm) der Rasse Cobb 500											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	7,04	0,11	20	8,79	0,17	20	9,44	0,18	20	9,44	0,14	22
	ad libitum	9,37	0,23	20	11,09	0,19	20	11,35	0,20	20	11,47	0,15	22
	verdünnt	9,14	0,18	20	11,04	0,13	20	10,70	0,16	20	11,53	0,16	22
männlich	restriktiv	7,51	0,37	6	9,72	0,47	6	10,13	0,67	6	10,83	0,19	12
	ad libitum	9,94	0,37	6	11,73	0,47	6	13,88	0,38	4	.	.	.
	verdünnt	8,71	0,11	6	11,42	0,29	6	11,79	0,25	6	13,01	0,42	12

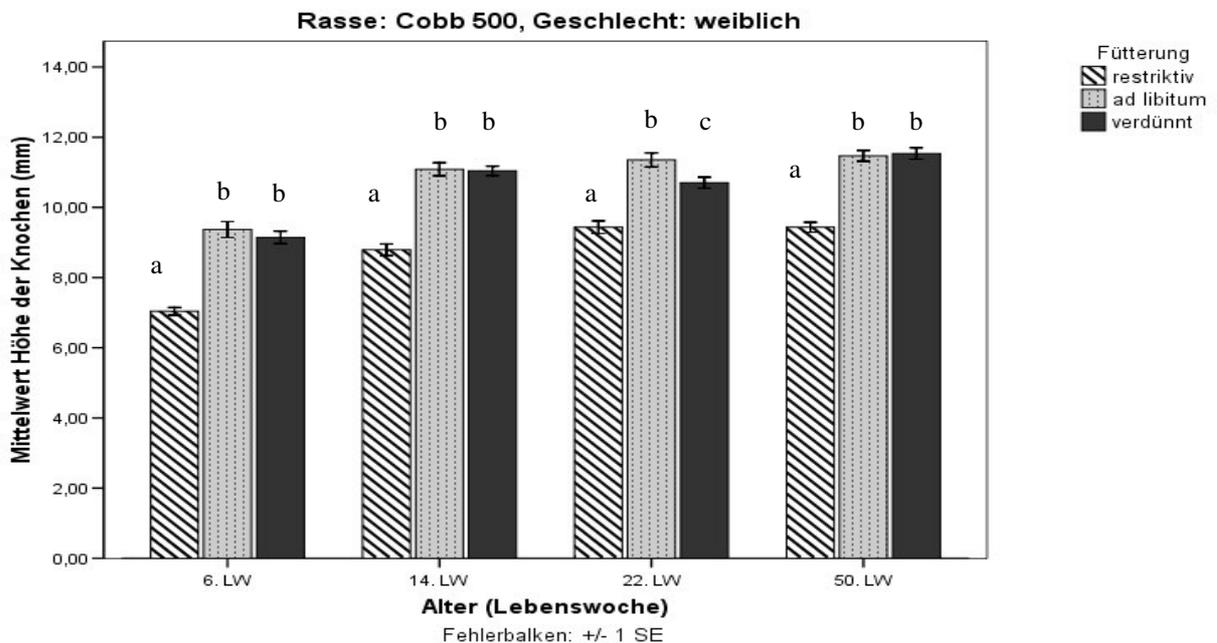


Abbildung 24: Mittlere Höhe (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 24 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

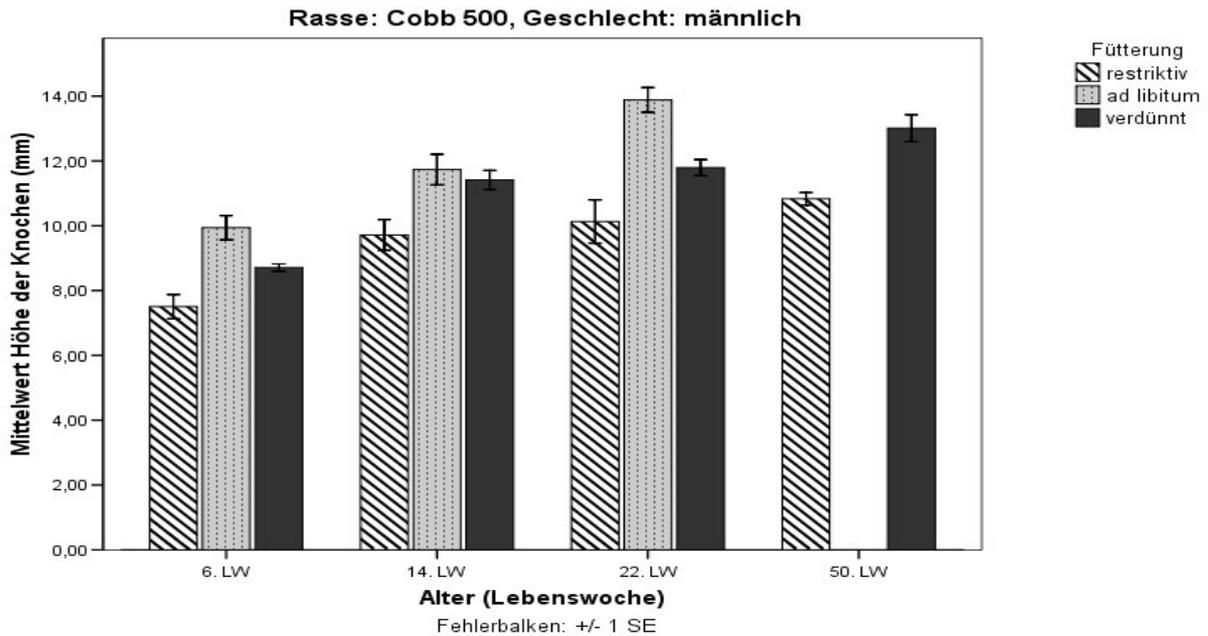


Abbildung 25: Mittlere Höhe (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppenschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 24 ersichtlich).

4.1.3.3 Breite der Knochen

Die Breite der Femura wurde ebenfalls an der Sollbruchstelle dieser Knochen gemessen. Der äußere Querschnitt in mediolateraler Richtung ist als Breite der Knochen anzusehen. Es wurde auch hier für die weiblichen Gruppen statistische Auswertungen vorgenommen, da die untersuchten Individuenzahlen im Gegensatz zu den männlichen Gruppen ausreichend waren. Es dient die 6. Lebenswoche als Referenzkategorie, die Werte der nachfolgenden Schlachtttermine wurden mit denen des ersten Termins verglichen.

Aus Tabelle 25 ist ersichtlich, dass bei jedem untersuchten Vergleich der P-Wert < 0,05 ist. Dies bedeutet, dass im zeitlichen Verlauf für die weiblichen Tiere immer signifikante Unterschiede auftraten, sofern die 6. Lebenswoche mit den späteren Zeitpunkten in der 14., 22. und 50. Lebenswoche verglichen wurde. Die Mittelwerte, ihre Standardfehler und die Anzahl der untersuchten Gruppe folgen in den Tabellen 26 und 27, die Graphiken dazu in den Abbildungen 26 bis 29. In den Tabellen erfolgt der Vergleich von Rasse, Alter und Fütterung, die Abbildungen werden zusätzlich nach Geschlecht aufgeschlüsselt.

Tabelle 25: Signifikanzen (P) der Breite der Femura (Mittelwerte aus rechtem und linkem Oberschenkelknochen in mm) für die weiblichen Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** aller Fütterungsgruppen (1. ST = Schlachtermin in der 6. Lebenswoche, 2. ST = Schlachtermin in der 14. Lebenswoche, 3. ST = Schlachtermin in der 22. Lebenswoche, 4. ST = Schlachtermin in der 50. Lebenswoche; n = Anzahl der getesteten Individuen).

			Signifikanzen zwischen den Schlachterminen					
weiblich	Rasse	Fütterung	1. ST und 2. ST	n	1. ST und 3. ST	n	1. ST und 4. ST	n
	Ross	restriktiv		< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
ad libitum			< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
verdünnt			< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
Cobb	restriktiv		< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
	ad libitum		< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)
	verdünnt		< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;10)	< 0,001	(10;11)

Tabelle 26: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Breite (mm) der Femura, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura für die Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement.

		Mittelwert und SEM für die Breite (mm) der Rasse Ross 308											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	7,04	0,09	20	8,76	0,09	20	9,19	0,14	20	9,32	0,10	22
	ad libitum	9,07	0,18	20	10,71	0,14	20	10,77	0,16	20	10,87	0,12	22
	verdünnt	8,36	0,11	20	10,27	0,10	20	10,80	0,14	20	10,46	0,13	22
männlich	restriktiv	7,68	0,08	6	10,32	0,18	6	11,72	0,26	6	11,57	0,19	14
	ad libitum	9,81	0,15	6	12,16	0,66	6	13,04	0,07	6	12,57	0,22	6
	verdünnt	8,60	0,08	6	11,76	0,41	6	13,00	0,10	6	13,01	0,43	8

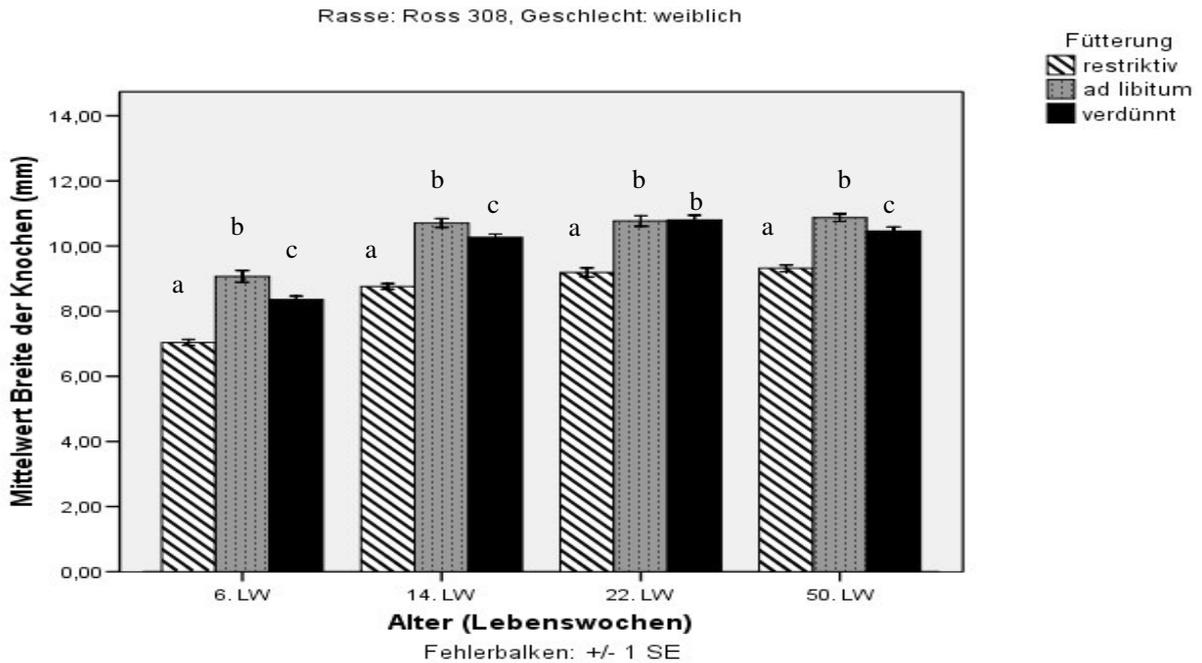


Abbildung 26: Mittlere Breite (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 26 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Aus den Graphiken ist zu erkennen, dass bei der Breite der Knochen ein signifikantes Ansteigen der Werte mit zunehmendem Alter zu verzeichnen war, wobei dieses Verhalten unabhängig von Rasse, Geschlecht und Fütterung zu beobachten war. Der Einfluss des Geschlechts zeigte sich auch bei der Größe darin, dass die männlichen Tiere breitere Knochen hatten als die entsprechenden weiblichen Tiere mit gleicher Fütterung und identischer Rasse. Die restriktiv gefütterten Tiere hatten zu jedem Zeitpunkt, unabhängig von Rasse und Geschlecht, die Knochen mit der geringsten Breite. Zwischen den Fütterungsgruppen ad libitum und verdünnt zeichnete sich ab, dass die ad libitum gefütterten Tiere meistens breitere Knochen hatten, wobei die Unterschiede geringer waren als bei dem Vergleich der restriktiv gefütterten Tiere zu den beiden anderen Fütterungsvarianten. Ausnahmen traten bei den Gruppen Ross 308 weiblichen Geschlechts in der 22. LW und Ross 308 männlichen Geschlechts in der 50. LW auf. Zu diesen Zeitpunkten zeigten die verdünnt gefütterten Tiere breitere Knochen als die ad libitum gefütterten Tiere. Bestanden signifikante Unterschiede für die weiblichen Tiere zwischen den Fütterungsvarianten zu den einzelnen Zeitpunkten, so wurden sie in den Graphiken 26 und 28 vermerkt.

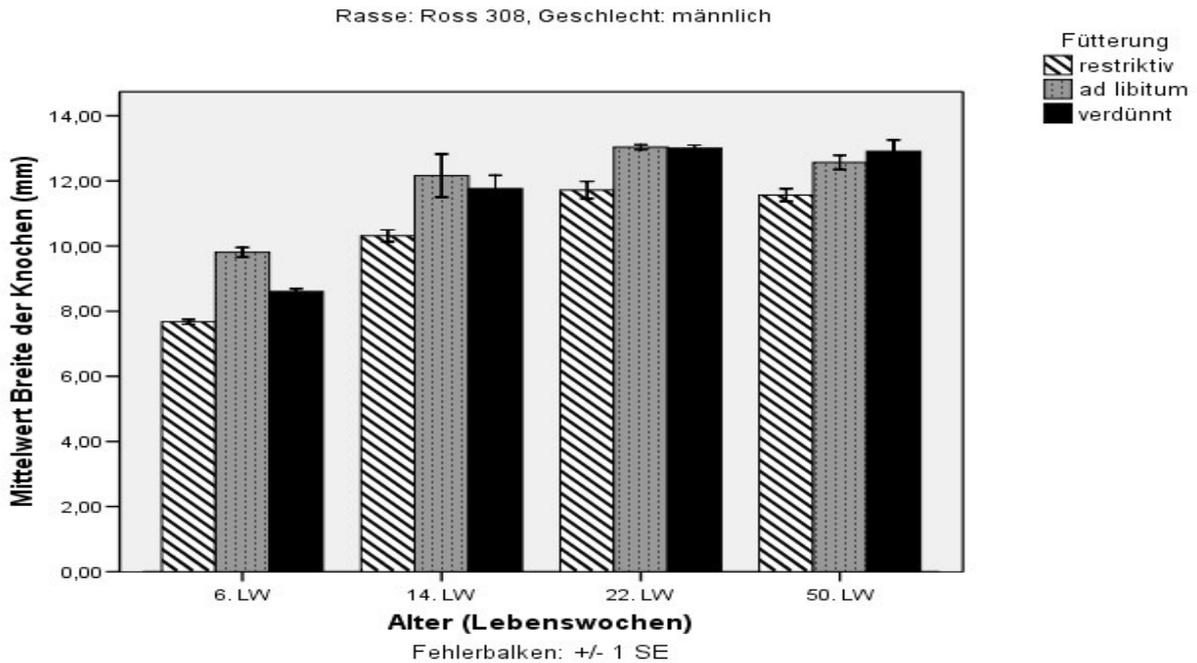


Abbildung 27: Mittlere Breite (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus einen Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 26 ersichtlich).

Tabelle 27: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Breite (mm) der Femura, sowie die Anzahl (n) der untersuchten Femura für die Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (. = keine Werte).

		Mittelwert und SEM für die Breite (mm) der Rasse Cobb 500											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	6,70	0,10	20	8,37	0,12	20	9,53	0,16	20	9,42	0,13	22
	ad libitum	8,90	0,17	20	10,88	0,21	20	11,07	0,20	20	11,08	0,14	22
	verdünnt	8,79	0,12	20	10,57	0,21	20	10,54	0,15	20	10,84	0,17	22
männlich	restriktiv	7,36	0,24	6	9,47	0,58	6	10,17	0,66	6	11,63	0,25	12
	ad libitum	9,20	0,32	6	11,86	0,58	6	14,46	0,10	4	.	.	.
	verdünnt	8,34	0,15	6	10,72	0,60	6	12,64	0,33	6	13,07	0,37	12

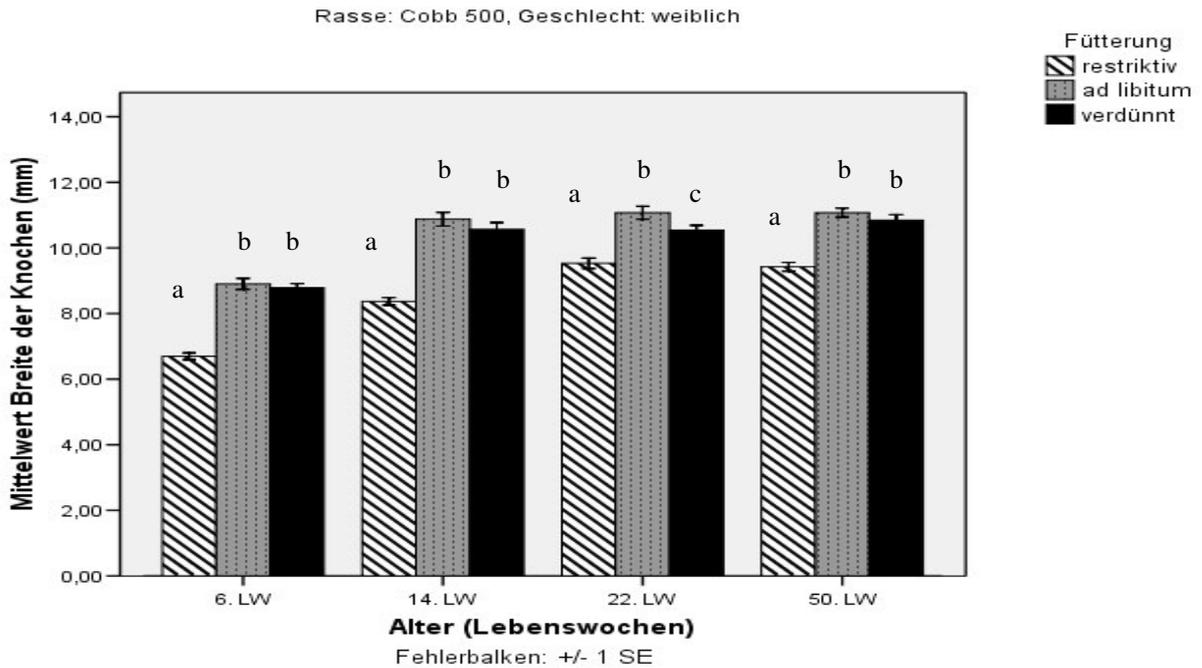


Abbildung 28: Mittlere Breite (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils zehn Hennen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus 20 Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 27 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von P < 0,05 zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

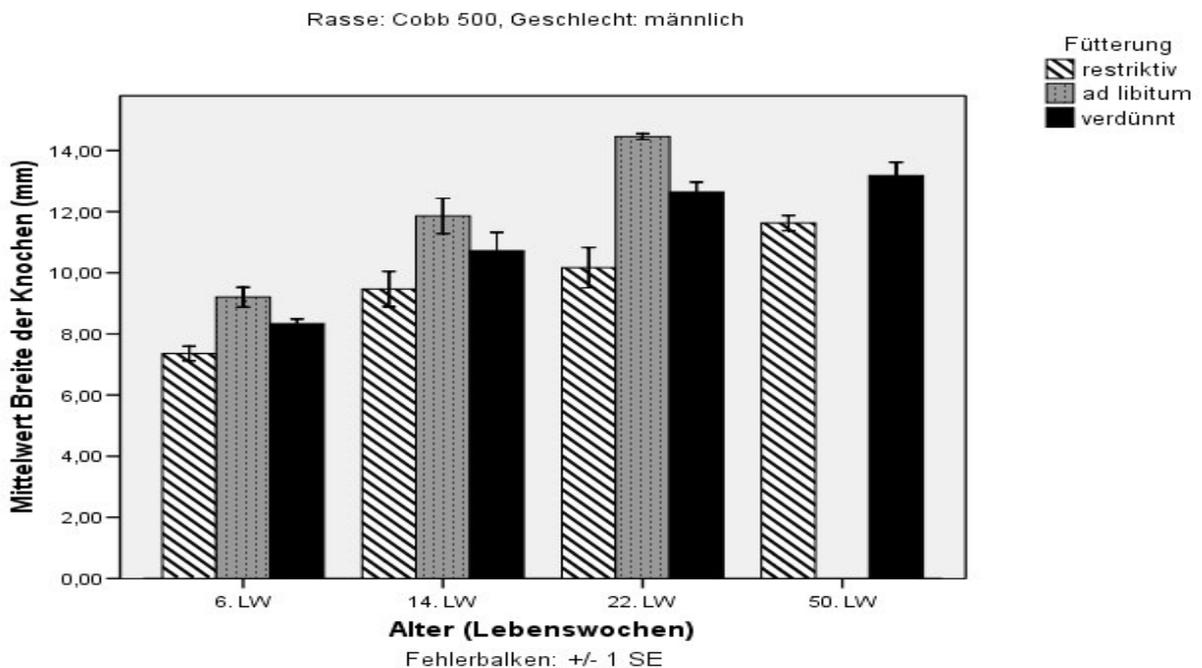


Abbildung 29: Mittlere Breite (mm) +/- 1 SE (Standardfehler) der Femura für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei jeweils drei Hähnen pro Gruppe die Länge beider Femura gemessen und daraus ein Gruppendurchschnitt aus sechs Femura errechnet; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Femura sind aus Tabelle 27 ersichtlich).

Die männlichen Tiere der Rasse Cobb 500 mit der ad libitum Fütterung sind alle frühzeitig verstorben, so dass Messungen in der 50. Lebenswoche nicht mehr möglich waren.

4.1.4 Muskelfaserdicke

Für die Feststellung der Muskelfaserdicke des untersuchten M. iliotibialis lateralis wurde bei drei Individuen eine Muskelprobe entnommen. Pro Muskelprobe wurden drei histologische Schnitte angefertigt, von denen dann insgesamt zehn Areale betrachtet und ausgemessen wurden. Eine statistische Auswertung konnte nicht erstellt werden, da die untersuchte Individuenzahl zu gering war. Im Folgenden werden die Ergebnisse mit Hilfe der Tabellen 28 und 29 sowie der Abbildungen 30 bis 33 beschrieben.

In der 50. Lebenswoche konnten keine Untersuchungen an den Knochen oder Muskeln der männlichen Tiere der Rasse Cobb 500 mit ad libitum Fütterung durchgeführt werden, da sie alle frühzeitig verstorben waren.

Tabelle 28: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Muskelfaserdicke (μm) des M. iliotibialis lateralis, sowie die Anzahl der untersuchten Muskelproben für die Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (bei jeder Muskelprobe wurden zehn Areale ausgemessen).

		Mittelwert und SEM für die Muskelfaserdicke (μm) der Rasse Ross 308											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	4,19	0,75	3	7,16	0,48	3	11,22	1,11	3	15,27	1,58	3
	ad libitum	7,88	1,03	3	26,62	7,09	3	23,25	6,62	3	22,00	2,24	3
	verdünnt	6,46	0,38	3	15,35	3,11	3	14,65	0,93	3	18,62	1,44	3
männlich	restriktiv	2,74	0,29	3	6,47	0,90	3	11,96	1,85	3	14,24	1,12	3
	ad libitum	8,46	1,91	3	13,82	3,82	3	28,43	0,04	2	24,03	4,81	2
	verdünnt	5,09	0,76	3	17,55	4,54	3	23,46	4,76	2	28,21	11,02	2

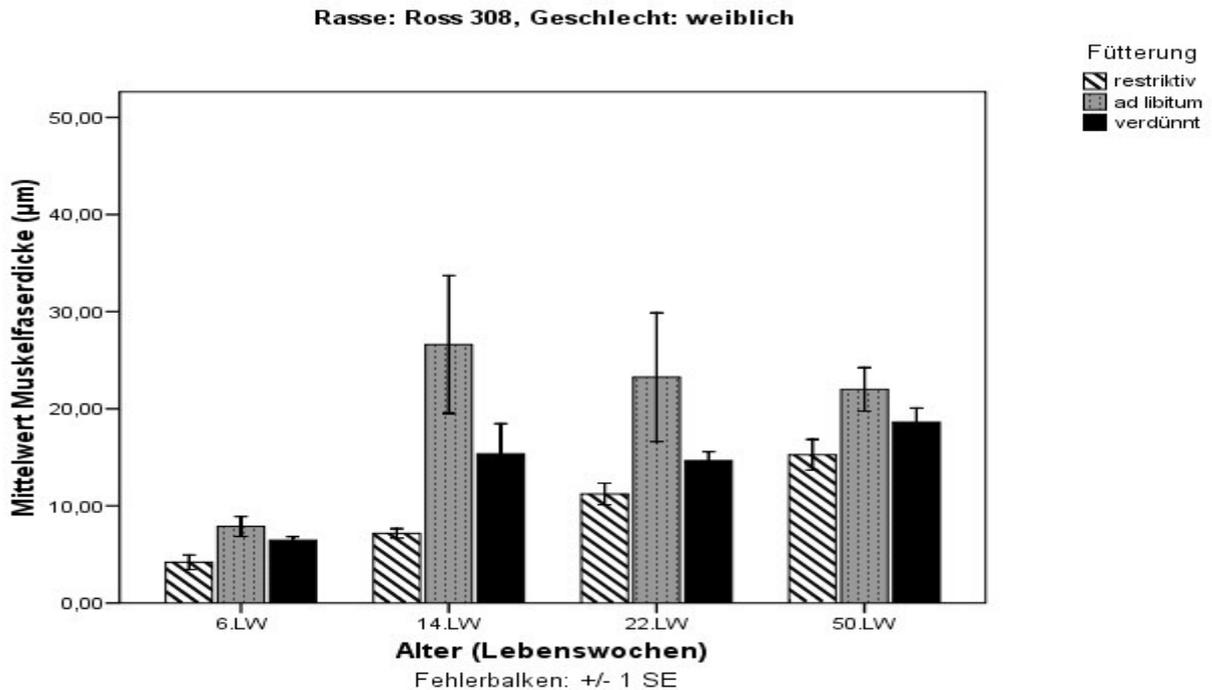


Abbildung 30: Durchschnittliche Muskelfaserdicke (μm) \pm 1 SE (Standardfehler) des M. iliotibialis lateralis für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei je drei Hennen pro Gruppe zehn Areale untersucht und die Muskelfaserdicke gemessen, daraus ergab sich ein Gruppendurchschnitt; davon abweichende Werte für n = Anzahl der Individuen sind aus Tabelle 28 ersichtlich).

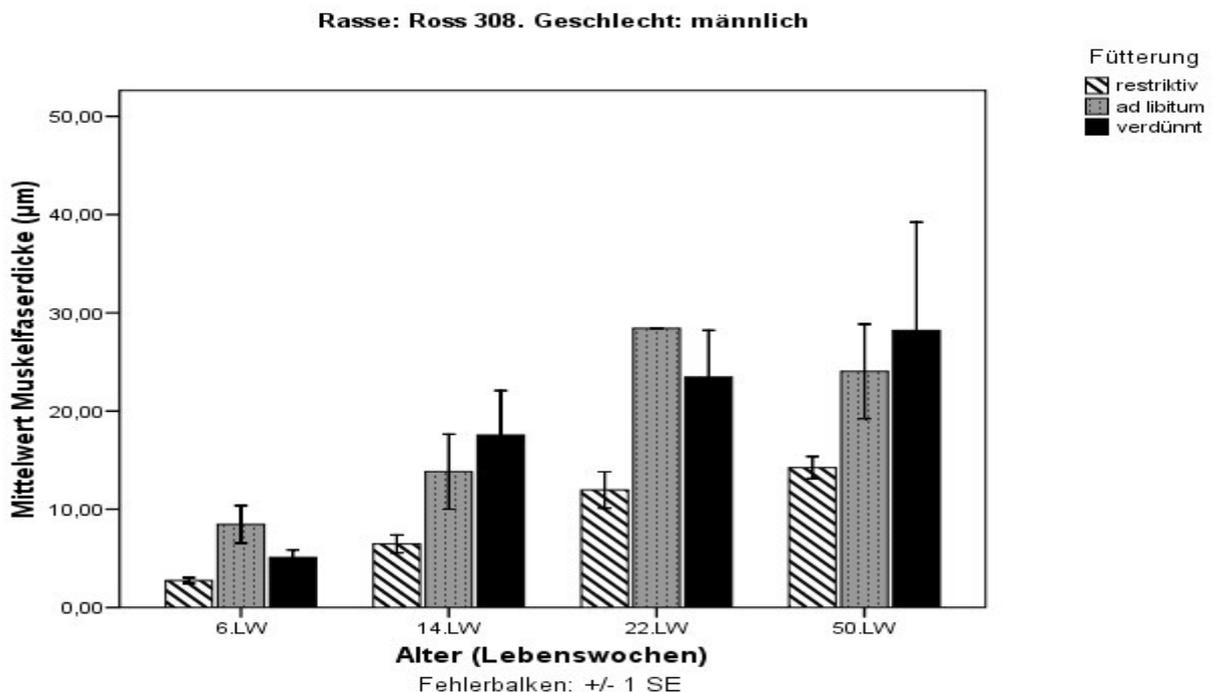


Abbildung 31: Durchschnittliche Muskelfaserdicke (μm) \pm 1 SE (Standardfehler) des M. iliotibialis lateralis für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei je drei Hähnen pro Gruppe zehn Areale untersucht und die Muskelfaserdicke gemessen, daraus ergab sich ein Gruppendurchschnitt; davon abweichende Werte für n = Anzahl der Individuen sind aus Tabelle 28 ersichtlich).

Die durchschnittliche Muskelfaserdicke war in der 50. Lebenswoche größer als in der 6. Lebenswoche, wobei Rasse, Geschlecht und Fütterung dabei außer acht gelassen wurden. Es war eine Zunahme der Muskelfaserdicke über den gesamten Zeitraum zu erkennen, allerdings traten bei drei Gruppen in der 50. Lebenswoche geringere durchschnittliche Muskelfaserdurchmesser auf als in der 22. Lebenswoche. Dabei musste die geringe untersuchte Individuenzahl mitberücksichtigt werden. Die männlichen Tiere hatten in vielen Fällen etwas weniger dicke Muskelfasern als die weiblichen Tiere der entsprechenden Rasse und Fütterungsgruppe. Restriktiv gefütterte Tiere zeigten in aller Regel den geringsten Muskelfaserdurchschnitt, gefolgt von den Tieren aus den verdünnten Fütterungsgruppen und den Gruppen mit der ad libitum Fütterung. Ausnahmen traten bei den Hähnen der Ross 308 in der 14. und 50. Lebenswoche, Cobb 500 weiblichen Geschlechts in der 22. Lebenswoche und Cobb 500 männlichen Geschlechts in der 14. Lebenswoche auf. In diesen Fällen hatten die verdünnt gefütterten Tiere die größten Muskelfaserquerschnitte.

Tabelle 29: Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM) der Muskelfaserdicke (μm) des *M. iliotibialis lateralis*, sowie die Anzahl der untersuchten Muskelproben für die Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter (LW), Geschlecht und Fütterungsmanagement (bei jeder Muskelprobe wurden zehn Areale ausgemessen) (. = keine Werte).

		Mittelwert und SEM für die Muskelfaserdicke (μm) der Rasse Cobb 500											
		6. LW			14. LW			22. LW			50. LW		
Geschlecht	Fütterung	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n	MW	SEM	n
weiblich	restriktiv	3,79	0,49	3	5,90	0,32	3	11,61	1,94	3	17,57	3,55	3
	ad libitum	6,48	1,08	3	19,18	1,11	3	20,89	1,21	3	29,59	0,85	2
	verdünnt	7,90	0,51	3	16,15	3,47	3	24,89	4,61	3	22,25	2,79	3
männlich	restriktiv	3,52	0,66	3	6,84	1,00	3	16,88	2,15	3	13,93	0,90	3
	ad libitum	7,70	0,58	3	16,70	3,06	3	39,86	5,57	2	.	.	.
	verdünnt	5,67	0,22	3	16,86	1,63	3	22,30	2,42	2	20,11	3,45	3

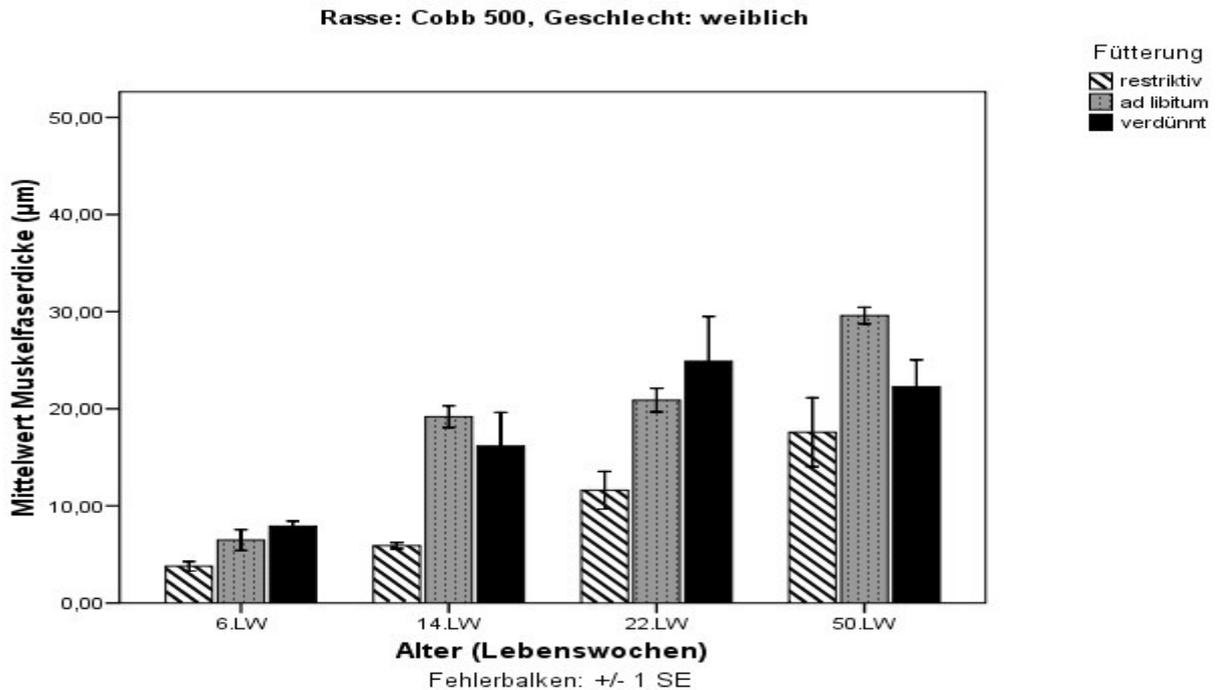


Abbildung 32: Durchschnittliche Muskelfaserdicke (μm) \pm 1 SE (Standardfehler) des M. iliotibialis lateralis für die **weibliche** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei je drei Hähnen pro Gruppe zehn Areale untersucht und die Muskelfaserdicke gemessen, daraus ergab sich ein Gruppendurchschnitt; davon abweichende Werte für n = Anzahl der Individuen sind aus Tabelle 29 ersichtlich).

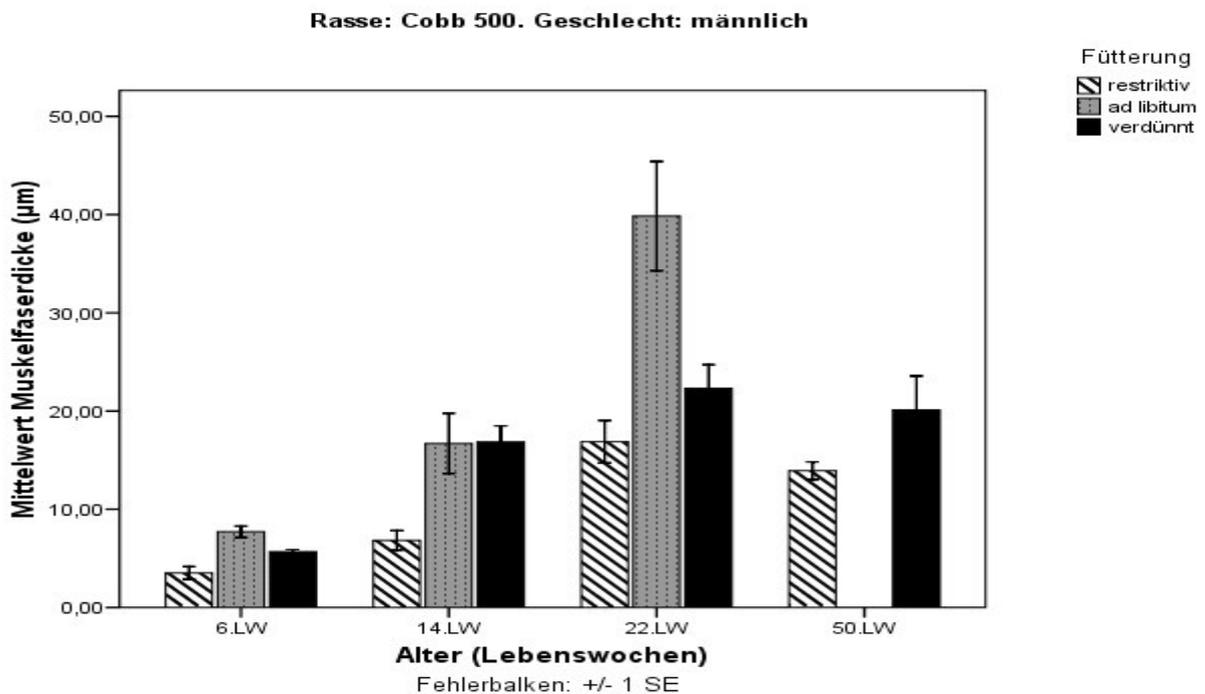


Abbildung 33: Durchschnittliche Muskelfaserdicke (μm) \pm 1 SE (Standardfehler) des M. iliotibialis lateralis für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von Alter und Fütterungsmanagement (es wurden bei je drei Hähnen pro Gruppe zehn Areale untersucht und die Muskelfaserdicke gemessen, daraus ergab sich ein Gruppendurchschnitt; davon abweichende Werte für n = Anzahl der Individuen sind aus Tabelle 29 ersichtlich).

4.1.5 Mortalität und Sektion

4.1.5.1 Erfassung der Mortalitätsrate

Die Tabellen 31 und 32 geben die Verlustraten (in Prozent) für die Aufzuchtphase und die Legeperiode in Abhängigkeit von Rasse, Geschlecht und Fütterung wieder. Auffällig ist, dass die Verlustraten der Hennen unabhängig von Fütterung und Rasse immer niedriger waren als die der Hähne. Die restriktiv gefütterten Tiere, unabhängig von Rasse und Geschlecht, hatten die geringsten Verlustraten, gefolgt von den Tieren der verdünnten Fütterung. Die ad libitum Fütterung wies die höchsten Verlustraten auf, sowohl in der Aufzucht als auch in der Legephase. Getrennt nach Rasse und Geschlecht wurde überprüft ob zwischen den Fütterungsvarianten signifikante Unterschiede hinsichtlich der Mortalität bestanden. Berücksichtigt wurden dabei nur die Anzahl der Tiere, die jeweils zu Beginn der Aufzucht bzw. Legephase bei Einstellung und Ausstallung vorhanden waren.

Tabelle 31: Verlustrate (%) während der Aufzuchtphase der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** in Abhängigkeit von der Futtermittelvariante (a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen und gelten jeweils nur innerhalb einer Rasse und eines Geschlechts).

Verlustrate während der Aufzuchtphase

Abteil	Verlustrate Hennen %	Verlustrate Hähne %
Ross restriktiv	6,8 ^a	7,7
Ross ad libitum	25,0 ^b	30,8
Ross verdünnt	10,1 ^a	25,9
Cobb restriktiv	0,7 ^a	5,9 ^a
Cobb ad libitum	11,8 ^b	48,5 ^b
Cobb verdünnt	6,2 ^b	30,3 ^b

Tabelle 32: Verlustrate (%) während der Legephase der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** in Abhängigkeit von der Futtermitteldichte (a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen und gelten jeweils nur innerhalb einer Rasse und eines Geschlechts).

Verlustrate während der Legephase

Abteil	Verlustrate Hennen %	Verlustrate Hähne %
Ross restriktiv	3,6 ^a	22,2
Ross ad libitum	31,0 ^b	66,7
Ross verdünnt	25,0 ^b	44,4
Cobb restriktiv	2,5 ^a	33,3 ^a
Cobb ad libitum	64,3 ^b	100,0 ^b
Cobb verdünnt	38,6 ^c	44,4 ^a

4.1.5.2 Sektionsergebnisse

Die Ergebnisse der Sektionen des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit – Dienststelle Oberschleißheim – werden gekürzt in Tabelle 30 wiedergegeben. Als Diagnose kann zusammengefasst werden, dass bei einem Teil der untersuchten Hennen vor allem Adipositas mit Leberverfettung bis hin zur hochgradigen Fettleber mit Untergang der Hepatozyten zu finden war. Weitere Tiere wiesen einen reduzierten Ernährungszustand auf bis hin zur Kachexie, ohne dass hierfür eine eindeutige Ursache nachgewiesen werden konnte. Darüber hinaus war ein Großteil der Tiere teilweise federlos, weiter traten Entzündungen der Haut, Hyperkeratose und Hautnekrosen der Ballen auf. Eine Bedeutung der bei der bakteriologischen Untersuchung isolierten Keime ist eher unwahrscheinlich. Parasiten konnten keine nachgewiesen werden. Bei zwei Hennen waren histologisch herdförmige Infiltrate mit lymphoiden Zellen nachweisbar. Bei diesen könnte es sich um leukotische Infiltrate handeln. Die Ursache dieser Infiltrate bleibt letztlich unklar.

Tabelle 30: Zusammenfassende Darstellung der Sektionsergebnisse der 12 eingesandten Mastlemtiere (Geschlecht: weiblich, Alter: 50 Lebenswochen, n = 2 Individuen aus jeder Gruppe).

Gruppe	pathologische-anatomische Befunde	histologische Befunde	bakteriologische Befunde
Cobb ad libitum	Kachexie Magen wenig gefüllt/ leer seröse Atrophie des Herzkranzfettes Eierstöcke inaktiv	Herz, Lunge, Niere, Milz obB ggr. periportale entz. Infiltration in der Leber	Leber: Staphylococcus hominis Milz: Staphylococcus hominis
Ross ad libitum	Adipositas hochgradige Hyperkeratose an den Ballen Herzmuskel streifig, Leberverfettung zahlreiche Dotter in Anbildung	Herz, Lunge, Niere, Milz obB Leber: Autolyse, Verfettung der Hepatozyten Skelettmuskel: Verdacht auf akute Degeneration einzelner Muskelfasern	Leber: Staphylococcus hominis Milz: negativ
Cobb verdünnt	Adipositas, ausgedehnte Fettdepots Hautveränderungen hochgradige Leberverfettung Eierstock inaktiv	Herz, Milz, Skelettmuskel obB Leber: Verfettung der Hepatozyten	Leber: negativ Milz: negativ
Ross verdünnt	sehr guter Ernährungszustand Hautveränderungen geringgradige Leberverfettung Herzmuskel streifig	Herz, Milz, Skelettmuskel obB Leber: ggr. Verfettung der Hepatozyten	Leber: Staphylococcus hominis hämolyisierende Streptokokken Milz: Staphylococcus hominis hämolyisierende Streptokokken
Cobb restriktiv	reduzierter Ernährungszustand Hautveränderungen Eierstöcke inaktiv	Milz, Skelettmuskel obB Herz: herdförmiger Degeneration, lymphoide Infiltrate Leber: ggr. Verfettung, lymphoide Infiltrate	Leber: negativ Milz: negativ
Ross restriktiv	Ernährungszustand gut/ ggr. reduziert Hautveränderungen große Nekrose im Brustmuskel Eierstock inaktiv/ Ei im Eileiter	Milz, Herz: obB Leber: lymphoide Infiltrate Skelettmuskel: einzelnes entz. Infiltrat	Leber: Staphylococcus hominis, hämolyisierende Streptokokken Milz: Staphylococcus hominis hämolyisierende Streptokokken

4.2 Physiologische Blutparameter

Für die Auswertung der Blutparameter Triglyceride, Cholesterin, Gallensäuren und Aspartat-Amino-Transferase wurde zwölf Mal von 120 markierten Tieren Blut genommen. Verstarben von diesen 120 markierten Tieren einzelne Individuen aufgrund zu hoher Belastungen, wurden diese durch andere Tiere der gleichen Rasse, des gleichen Geschlechts mit dem gleichen Fütterungsmanagement ersetzt, solange es möglich war. Nach Rasse, Fütterung und Geschlecht aufgeteilt ergaben sich so 13 weibliche und sieben männliche Individuen pro Rasse und Fütterung, deren Blut untersucht wurde. Statistisch ausgewertet wurden dabei die zeitlichen Verläufe innerhalb der einzelnen Gruppen. Ebenso erfolgten statistische Auswertungen zu den einzelnen Probeentnahmetermeninen zwischen den Fütterungsgruppen. Die Darstellung der Medianwerte erfolgte in Box Plots.

Für die zweite Probeentnahme in der zehnten Lebenswoche standen keine Ergebnisse zur Verfügung. Die Blutproben wiesen eine starke Hämolyse auf, so dass die photometrische Untersuchung mit dem KONE Delta nicht möglich war.

4.2.1 Fettstoffwechsel

4.2.1.1 Triglyceride

In Tabelle 33 sind die P-Werte zusammengefasst, die im zeitlichen Verlauf innerhalb einer Fütterungsgruppe signifikante Unterschiede im Triglyceridgehalt des Plasmas (mg/dl) veranschaulichen. Die P-Werte verdeutlichen, dass bei den weiblichen Tieren unabhängig von der Fütterung und der Rasse signifikante Unterschiede im Triglyceridgehalt auftraten, wobei jede weitere Blutentnahme mit der ersten Blutentnahme verglichen wurde. In vielen Fällen traten anfangs und gegen Ende der Beobachtungsperiode bei dem Vergleich mit der 6. Lebenswoche keine Signifikanzen auf. Bei den männlichen Tieren waren nur sehr selten signifikante Unterschiede im zeitlichen Verlauf zu verzeichnen. Das unterschiedliche Auftreten signifikanter Einflüsse schien von Rasse und Fütterungsmanagement weitestgehend unbeeinflusst.

Tabelle 33: Signifikanzen (P-Werte) für die Triglyceride im Plasma im zeitlichen Verlauf mit der 6. Lebenswoche als Referenzkategorie, in Abhängigkeit von Rasse, Fütterung und Geschlecht (6 - 14 = 6. Lebenswoche ; 14. Lebenswoche; Rest analog) (. = keine Werte).

			Signifikanz für Triglyceride mit der 6. LW als Referenzkategorie									
Rasse	Fütterung	Geschlecht	6-14	6-18	6-22	6-26	6-30	6-34	6-38	6-42	6-46	6-50
Ross	restriktiv	weiblich	0,012	0,774	0,039	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,146	0,774
		männlich	0,219	1,000	0,688	0,219	0,219	0,031	0,219	0,688	0,031	0,031
	ad libitum	weiblich	0,146	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,022
		männlich	0,688	0,219	1,000	1,000	0,031	0,063	1,000	1,000	1,000	0,250
	verdünnt	weiblich	0,003	0,267	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
		männlich	1,000	0,219	0,688	0,125	0,125	0,125	0,688	0,375	0,063	0,063
Cobb	restriktiv	weiblich	0,003	0,092	0,022	0,003	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,022	0,581
		männlich	0,453	1,000	0,453	1,000	0,016	0,453	0,453	1,000	0,031	0,219
	ad libitum	weiblich	0,774	0,003	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	0,003	0,003	0,022	0,022
		männlich	0,125	1,000	0,453	1,000	.	.	.	.	.	.
	verdünnt	weiblich	0,022	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,267	0,267	0,581
		männlich	1,000	0,453	1,000	1,000	0,016	0,453	1,000	0,031	0,688	0,063

Tabelle 34: Medianwerte der Triglyceride (mg/dl Plasma) der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen).

Medianwerte der Rasse Ross 308 für Triglyceride (mg/dl)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	52	12	25	13	56	13	68	13	667	13	972	13	1373	13	1820	13	1562	13	711	13	34	13
	al	60	13	122	13	128	13	994	13	649	13	970	13	1120	13	1091	13	1606	13	992	13	595	13
	v	47	13	91	13	69	13	959	13	489	13	1009	13	925	13	998	13	1219	13	719	13	770	13
männlich	r	52	6	18	7	45	7	41	7	37	7	21	7	20	7	38	7	41	7	24	7	7	7
	al	48	6	39	7	117	7	49	7	44	7	34	6	33	5	63	5	58	4	39	4	24	3
	v	53	7	38	7	73	7	70	7	40	7	35	7	23	7	44	6	26	5	33	5	21	5

Tabelle 34 und 35 sowie die Abbildungen 34 bis 37 veranschaulichen die Medianwerte der Triglyceride (mg/dl Plasma) der einzelnen Gruppen getrennt nach Rasse und Geschlecht, die Fütterung wird im Vergleich dargestellt. Unabhängig von der Rasse und der Fütterung zeigten die männlichen Tiere zu fast jedem Zeitpunkt deutlich geringere mediane Werte der Triglyceride im Blut als die weiblichen Tiere in den entsprechenden Gruppen. Anfänglich in der 6. Lebenswoche waren die Werte für beide Geschlechter ähnlich, bei den weiblichen Tieren stiegen sie bei beiden Rassen und unabhängig von der Fütterung ungefähr ab der 22. Lebenswoche an. Bei den männlichen Tieren bewegten sich die Triglyceridwerte während der ganzen Beobachtungsdauer auf etwa dem gleichen Level. Eine leicht sinkende Tendenz ist ab der 22. Lebenswoche zu beobachten gewesen.

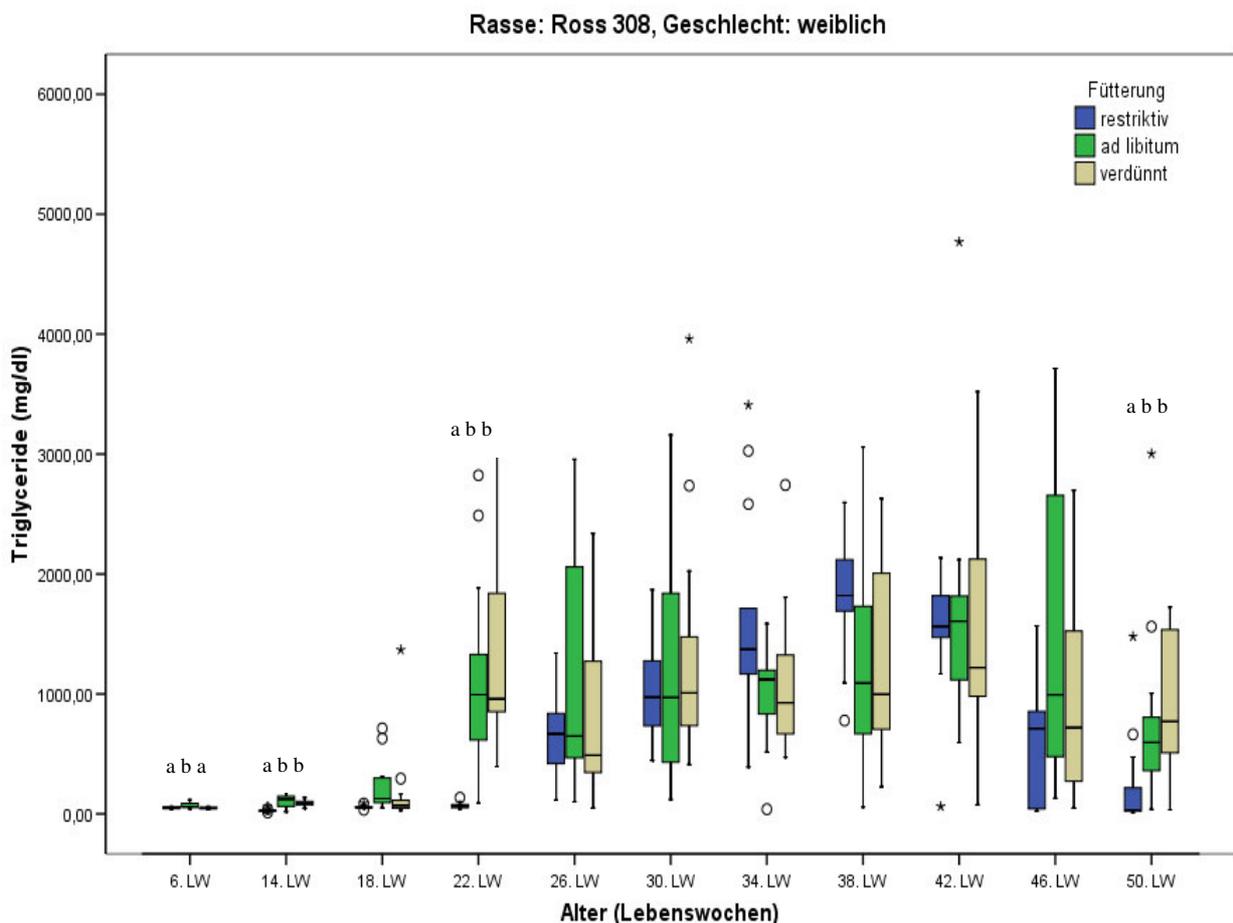


Abbildung 34: Medianer Triglyceridgehalt (mg/dl Plasma) der weiblichen Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der Triglyceridgehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 34 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

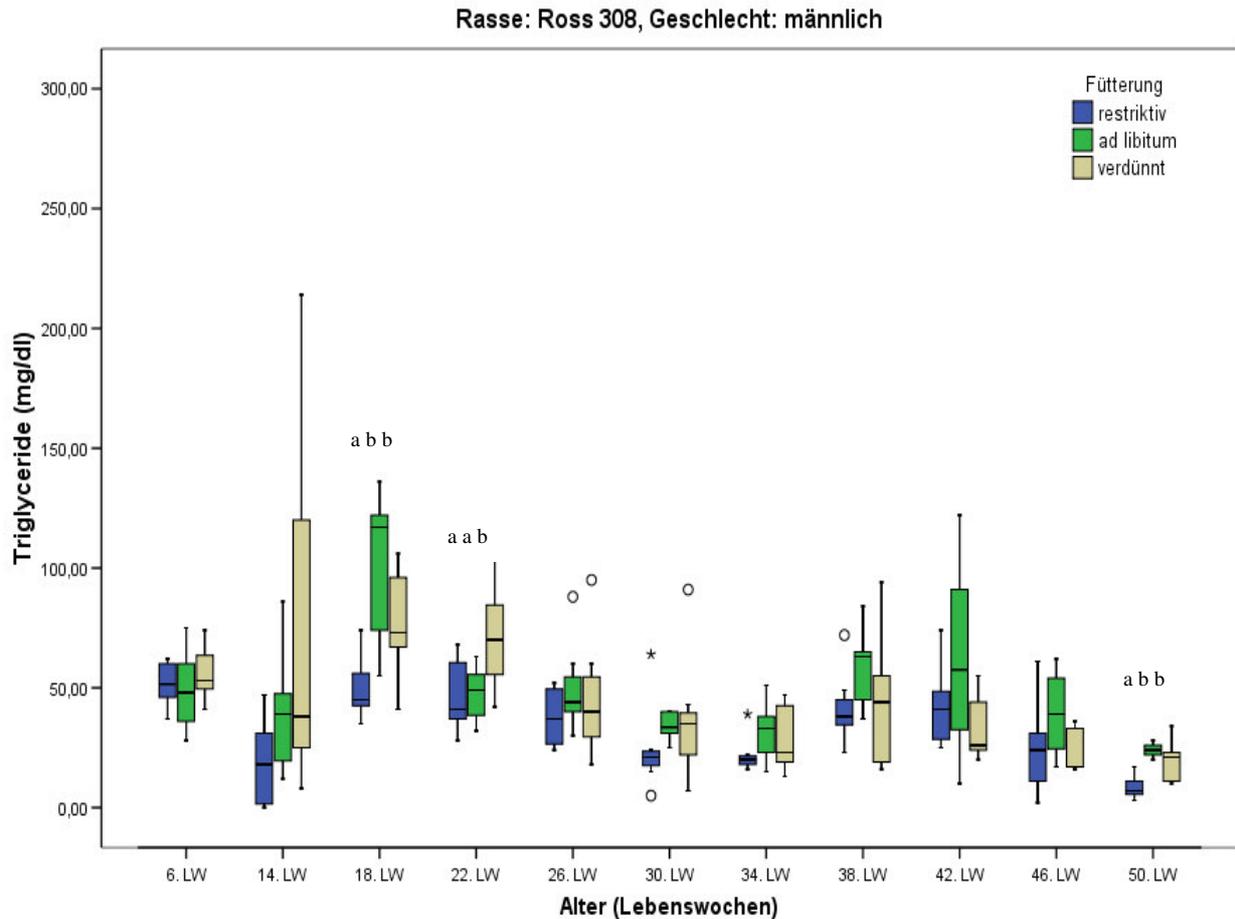


Abbildung 35: Medianer Triglyceridgehalt (mg/dl Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der Triglyceridgehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 34 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

In häufigen Fällen zeigten die Tiere mit ad libitum Fütterung höhere mediane Triglyceridwerte im Plasma als die Tiere mit verdünnter Fütterung und diese wiederum höhere mediane Werte als die Tiere mit restriktiver Fütterung. Vor allem bei den männlichen Tieren beider Rassen hatten meist die ad libitum gefütterten Tiere die höchsten Medianwerte. Auffällig ist, dass der Unterschied zwischen den drei Fütterungsmanagements bezogen, auf den Triglyceridgehalt im Blut, gering war (signifikante Unterschiede sind in den Graphiken 34 bis 37 vermerkt). Die weiblichen ad libitum gefütterten Tiere zeigten bei den ersten Probeentnahmen bis zur 22. Lebenswoche (Ross 308) bzw. bis zur 30. Lebenswoche (Cobb 500) die höchsten Werte, danach wurden sie einige Male bis circa zur 42. LW von den restriktiv gefütterten Tiere abgelöst. Gegen Ende der Probeentnahmen lagen die höchsten Medianwerte in aller Regel wieder bei den Versuchgruppen mit ad libitum Fütterung.

Tabelle 35: Medianwerte der Triglyceride (mg/dl Plasma) der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen; . = keine Werte).

Medianwerte der Rasse Cobb 500 für Triglyceride (mg/dl)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	55	13	28	13	69	13	81	13	884	13	861	13	1497	13	1338	13	1681	13	525	13	35	13
	al	53	13	65	13	158	13	2330	13	1850	13	1227	13	1198	13	851	13	1585	13	831	13	528	13
	v	45	13	105	13	113	13	1364	13	1034	13	630	13	1041	13	918	13	755	13	320	13	85	13
männlich	r	48	7	20	7	54	7	52	7	49	7	31	7	42	7	55	7	9	7	27	6	22	6
	al	60	7	69	7	61	7	51	7	77	7	.	2	.	2	.	1	.	1	.	.	.	.
	v	54	7	57	7	38	7	45	7	45	7	20	7	40	7	39	7	74	6	39	6	24	5

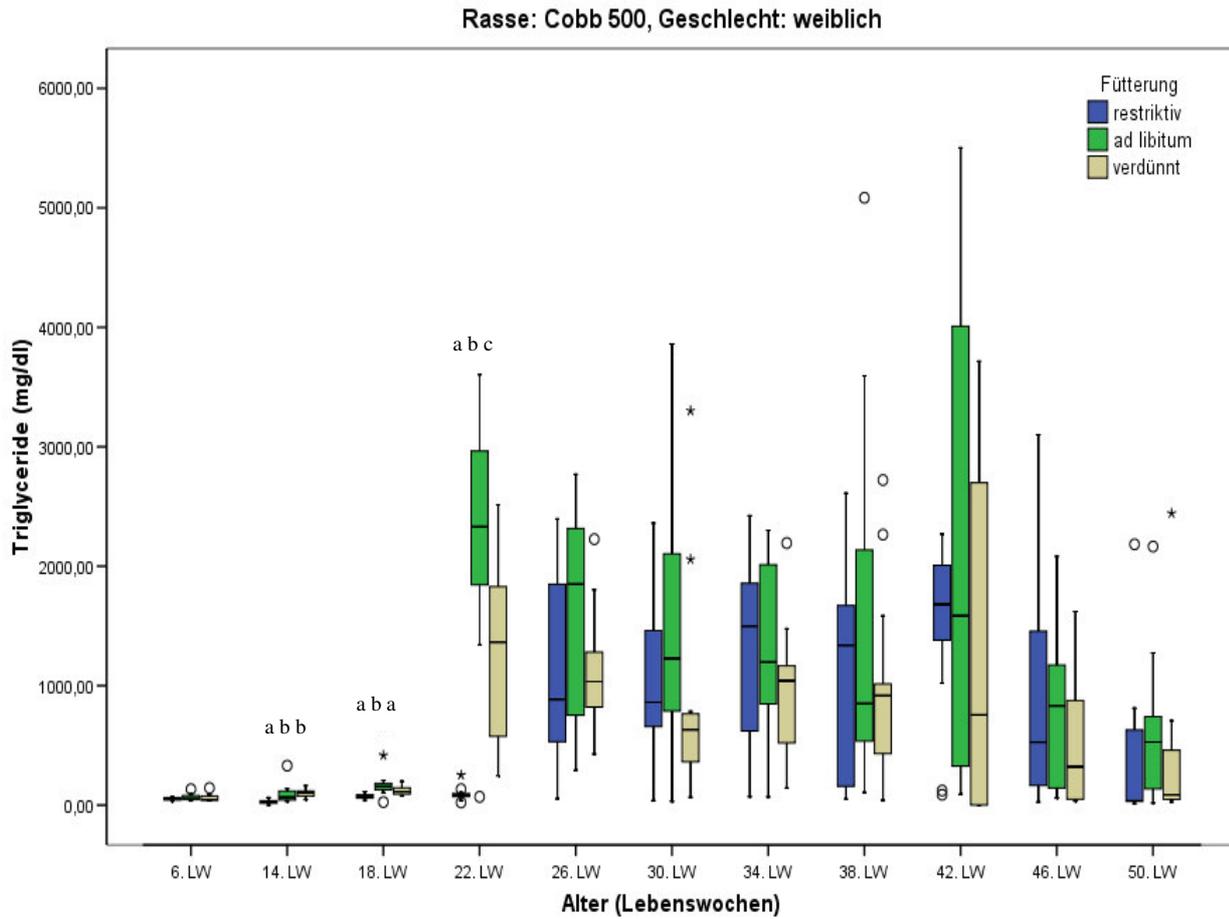


Abbildung 36: Medianer Triglyceridgehalt (mg/dl Plasma) der **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der Triglyceridgehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 35 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Bei den graphischen Darstellungen der medianen Triglyceridwerte bedarf es besonderer Aufmerksamkeit. Die Einteilung der y-Achse konnte für die männlichen und die weiblichen Tiere nicht in identischer Weise erfolgen, da die Werte stark divergierten. Die weiblichen Tiere zeigten in vielen Fällen Werte, die die Werte der männlichen Tiere um ein 20-faches überstiegen. Die Skaleneinteilung der y-Achse konnte bei den männlichen Tieren somit nicht bis 6000 mg/dl erfolgen, sondern musste aus Übersichtsgründen bei 300 mg/dl enden. Diese unterschiedliche Einteilung betraf beide Rassen, da ein Einfluss des Geschlechts auf die Triglyceridwerte zu verzeichnen war, aber kein Einfluss bedingt durch die Rasse.

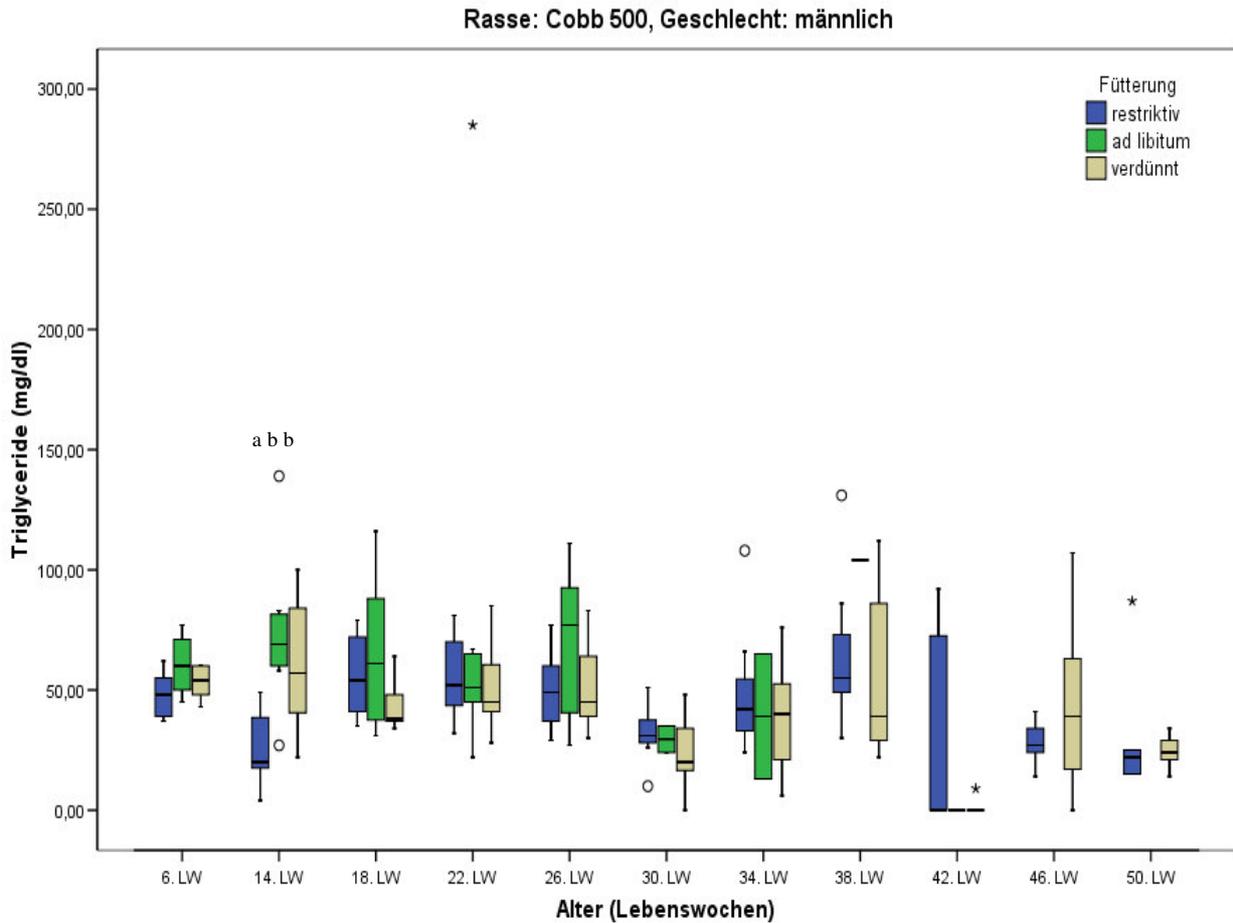


Abbildung 37: Medianer Triglyceridgehalt (mg/dl Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der Triglyceridgehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 35 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Ab der 42. Lebenswoche konnten für die männlichen Tiere der Gruppe Cobb ad libitum keine Werte mehr erhoben werden, da alle männlichen Tiere dieser Gruppe im Verlauf des Beobachtungszeitraumes verstorben waren. Ab der 30. Lebenswoche sind die Aussagen sehr einschränkend zu bewerten, da zu diesem Zeitpunkt nur noch zwei Individuen in dieser Gruppe waren.

4.2.1.2 Cholesterin

Die P-Werte im zeitlichen Verlauf für den Cholesteringehalt im Plasma (mg/dl) sind in Tabelle 36 vereint. Der Vergleich wird für jeden Probeentnahmetermine zur ersten Entnahme in der 6. Lebenswoche hergestellt, getrennt nach Rasse, Geschlecht und Fütterungsmanagement erfolgt die Darstellung der Gruppen. Auf den ersten Blick war kaum eine Gesetzmäßigkeit herauszulesen, grob vereinfacht ließ sich feststellen, dass vor allem die ersten Probeentnahmen bis zur 22. Lebenswoche zu der Probeentnahme in der 6. Lebenswoche signifikante Unterschiede aufwiesen. Die Probeentnahmen ab der 26. Lebenswoche zeigten nur noch bei wenigen Gruppen signifikante Unterschiede zur 6. Lebenswoche.

Tabelle 36: Signifikanzen (P-Werte) für Cholesterin im Plasma im zeitlichen Verlauf mit der 6. Lebenswoche als Referenzkategorie, in Abhängigkeit von Rasse, Fütterung und Geschlecht (6 - 14 = 6. Lebenswoche : 14. Lebenswoche; Rest analog) (. = keine Werte).

			Signifikanz für Cholesterin mit der 6. LW als Referenzkategorie									
Rasse	Fütterung	Geschlecht	6-14	6-18	6-22	6-26	6-30	6-34	6-38	6-42	6-46	6-50
Ross	restriktiv	weiblich	0,039	0,006	0,006	0,039	0,146	0,146	0,146	0,146	1,000	0,774
		männlich	0,219	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,219	0,219	0,031
	ad libitum	weiblich	1,000	0,065	0,022	0,581	0,581	0,267	0,146	0,003	0,022	0,022
		männlich	0,016	0,016	0,016	1,000	0,031	0,063	0,063	0,125	0,625	0,250
	verdünnt	weiblich	0,518	0,092	0,003	0,092	0,581	0,267	0,774	0,003	0,092	0,267
		männlich	0,125	0,016	0,016	1,000	0,125	0,453	0,031	0,375	1,000	0,375
Cobb	restriktiv	weiblich	0,022	0,022	0,003	1,000	1,000	0,092	0,267	<0,001	1,000	1,000
		männlich	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,031	0,031
	ad libitum	weiblich	0,022	0,581	0,003	0,022	0,003	0,581	0,581	0,022	0,006	0,581
		männlich	0,016	0,016	0,016	0,016	.	.	.	.	.	.
	verdünnt	weiblich	0,006	0,581	0,267	1,000	0,267	0,267	0,022	0,039	1,000	0,581
		männlich	0,016	0,016	0,016	0,125	1,000	0,125	0,453	0,219	0,688	1,000

Tabelle 37: Medianwerte des Cholesterins (mg/dl Plasma) der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen).

Medianwerte der Rasse Ross 308 für Cholesterin (mg/dl)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	138	12	113	13	115	13	106	13	114	13	128	13	159	13	198	13	182	13	135	13	127	13
	al	109	13	110	13	119	13	157	13	192	13	116	13	135	13	156	13	218	13	169	13	135	13
	v	112	13	102	13	119	13	144	13	140	13	143	13	145	13	112	13	162	13	145	13	121	13
männlich	r	193	6	94	7	127	7	111	7	125	7	105	7	136	7	152	7	187	7	168	7	167	7
	al	148	7	52	7	108	7	99	7	153	7	78	6	98	5	105	5	130	4	133	4	138	3
	v	145	7	63	7	99	7	93	7	141	7	116	7	110	7	105	6	115	5	126	5	114	5

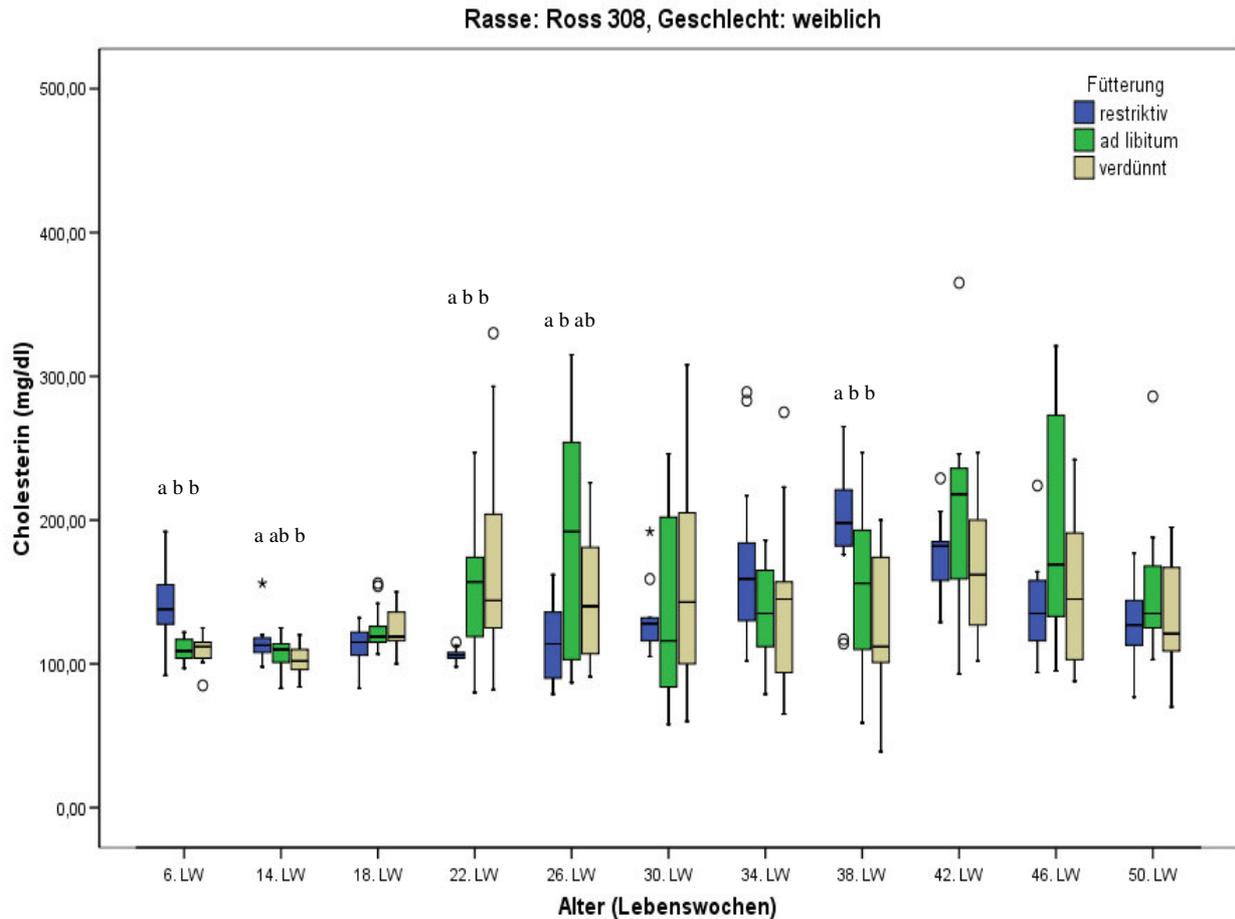


Abbildung 38: Medianer Cholesteringehalt (mg/dl Plasma) der **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der Cholesteringehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 37 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Wie die Tabellen 37 und 38 (Medianwerte des Cholesteringehalts im Plasma in mg/dl, getrennt nach Rasse, das Geschlecht und die Fütterung im Vergleich) sowie die Abbildungen 38 bis 41 (graphische Darstellung der Medianwerte des Cholesteringehaltes in mg/dl, für die Fütterungsmanagements im Vergleich, getrennt nach Rasse und Geschlecht) zeigen, lagen die signifikanten Unterschiede zwischen den Wertepaaren nicht an einem kontinuierlichen Anstieg des Cholesteringehaltes im Plasma. Es ist nach dem ersten Probeentnahmetermine viel mehr ein Absinken der medianen Cholesterinwerte festzustellen gewesen und erst ab circa der 22. Lebenswoche war bei den weiblichen Tieren und ab der 26. Lebenswoche bei den männlichen Tiere wieder ein Anstieg der Werte zu verzeichnen. Die Werte befanden sich dann häufig in den Größenordnungen, wie sie auch schon zu dem ersten Probeentnahmetermine in der 6. Lebenswoche gemessen wurden, teils aber auch darüber, so

dass bei einigen Gruppen wieder signifikante Unterschiede ab circa der 42. Lebenswoche im Vergleich zur 6. Lebenswoche auftraten. Als Besonderheit ist die restriktive Fütterungsgruppe der Rasse Cobb 500 männlichen Geschlechts zu erwähnen, da sie durchgehend P-Werte kleiner 0,05 aufwies. Die entsprechende Gruppe der Rasse Ross 308 (restriktiv, männlich) zeigte auch mit wenigen Ausnahmen P-Werte $< 0,05$.

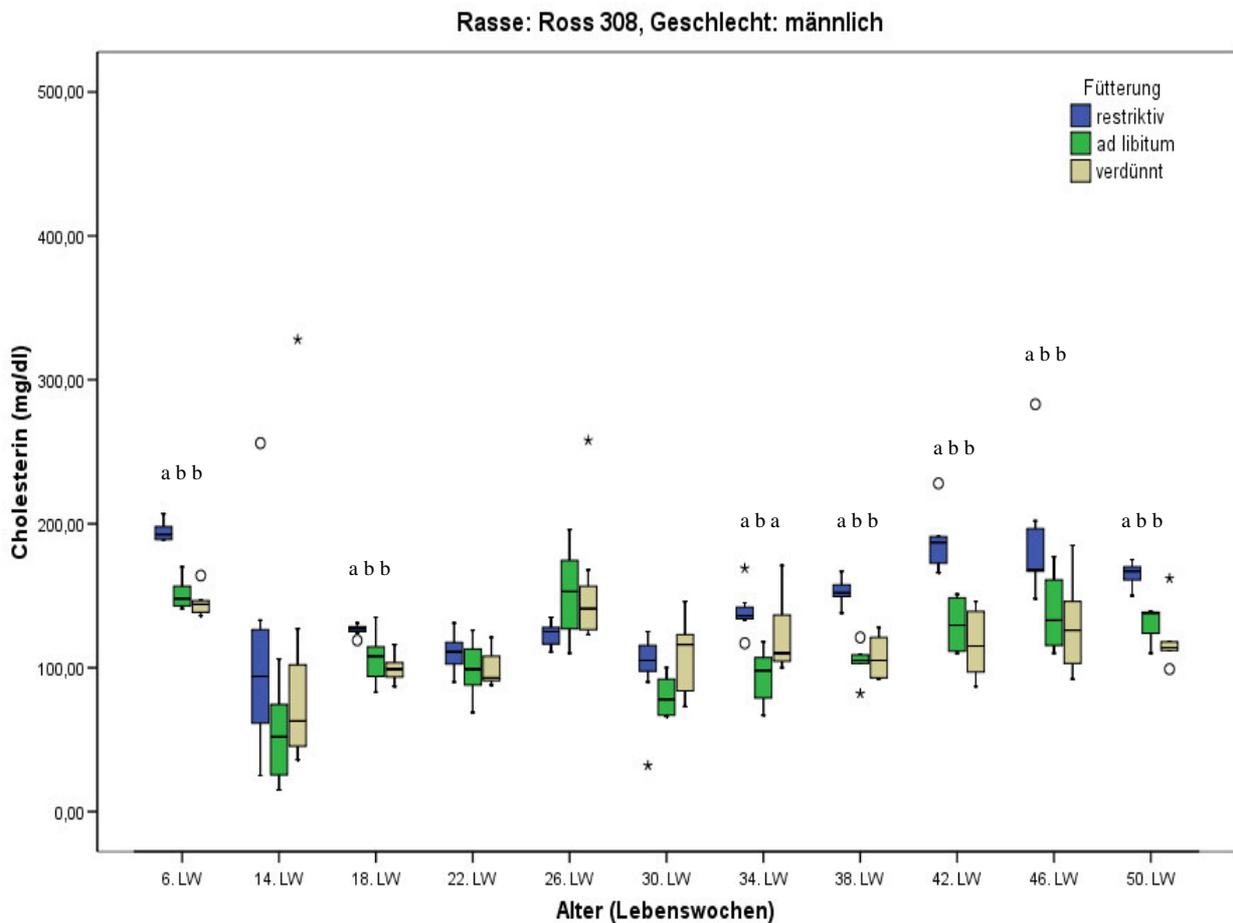


Abbildung 39: Medianer Cholesteringehalt (mg/dl Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der Cholesteringehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 37 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Tabelle 38: Medianwerte des Cholesterins (mg/dl Plasma) der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen; . = keine Werte).

Medianwerte der Rasse Cobb 500 für Cholesterin (mg/dl)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	120	13	94	13	91	13	92	13	122	13	118	13	149	13	136	13	177	13	124	13	128	13
	al	119	13	101	13	107	13	217	13	197	13	157	13	126	13	166	13	183	13	171	13	134	13
	v	109	13	99	13	104	13	135	13	114	13	90	13	105	13	104	13	155	13	128	13	119	13
männlich	r	184	7	52	7	115	7	106	7	101	7	92	7	111	7	113	7	137	7	125	6	125	6
	al	147	7	42	7	87	7	92	7	94	7	.	2	.	2	.	1	.	1	.	.	.	.
	v	131	7	59	7	88	7	75	7	100	7	122	7	94	7	114	7	116	6	110	6	104	5

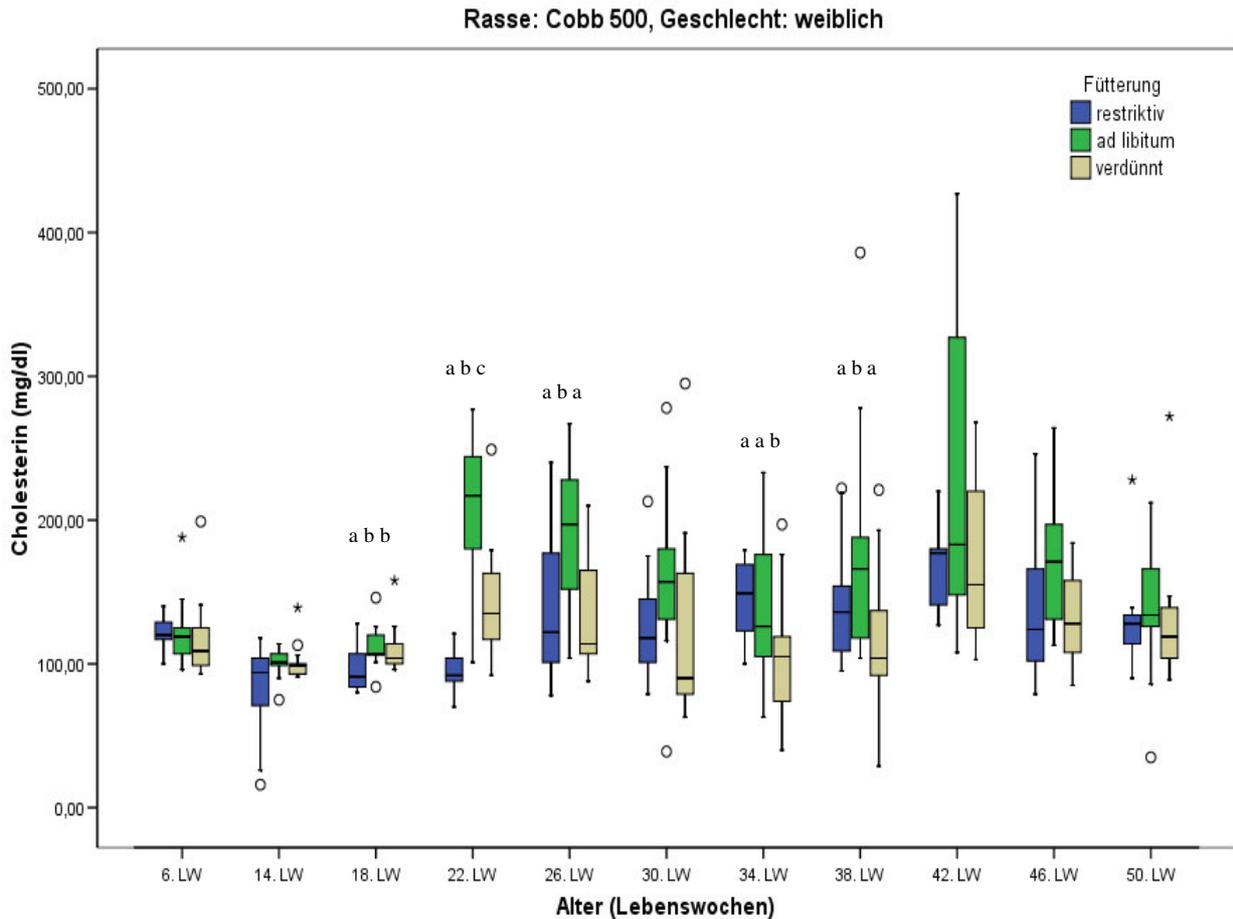


Abbildung 40: Medianer Cholesteringehalt (mg/dl Plasma) der **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der Cholesteringehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 38 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Bei beiden Rassen war auffällig, dass die Medianwerte des Cholesteringehaltes im Plasma (mg/dl) am ersten Blutentnahmeterrn für die männlichen Tiere aller Fütterungsgruppen höher ausgefallen waren als die Werte für die weiblichen Tiere der entsprechenden Fütterungsgruppen. Ab der 14. Lebenswoche waren fast immer die Werte der weiblichen Tiere höher als die Werte der männlichen Tiere der entsprechenden Fütterungsgruppen. Die Ausnahmen traten vor allem bei den restriktiven Fütterungsgruppen auf, dort waren immer wieder Zeitpunkte, an denen die Medianwerte des Cholesteringehaltes für die männlichen Tiere höher ausfielen als für die weiblichen Tiere. Vereinfacht formuliert hatten die ad libitum gefütterten weiblichen Tiere beider Rassen meistens die höchsten Medianwerte für den Cholesteringehalt. Die restriktiv gefütterten weiblichen Tiere beider Rassen hatten häufig die niedrigsten medianen Cholesteringehalte. Bei den männlichen Tieren beider Rassen

verhielt es sich so, dass die restriktiv gefütterten Tiere häufig die höchsten medianen Cholesteringehalte im Plasma aufwiesen. Zwischen den verdünnt und ad libitum gefütterten männlichen Tiere beider Rassen waren die Gehalte sehr wechselnd. Für den Einfluss der Fütterung waren zu den einzelnen Zeitpunkten teilweise signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsvarianten zu verzeichnen, sie sind an entsprechender Stelle in den Graphiken 38 bis 41 festgehalten. Bei den weiblichen Tieren beider Rassen war ab der 22. Lebenswoche ein Anstieg der medianen Cholesterinwerte zu verzeichnen, die Werte der männlichen Tiere bewegten sich während des gesamten Beobachtungszeitraumes auf annähernd gleichem Niveau.

Ab der 30. Lebenswoche waren in der Gruppe Cobb 500 männlichen Geschlechts mit ad libitum Fütterung nur noch zwei Individuen, ab der 42. Lebenswoche keine mehr. Es konnten für diese Gruppe nur noch unzureichend Werte erhoben werden.

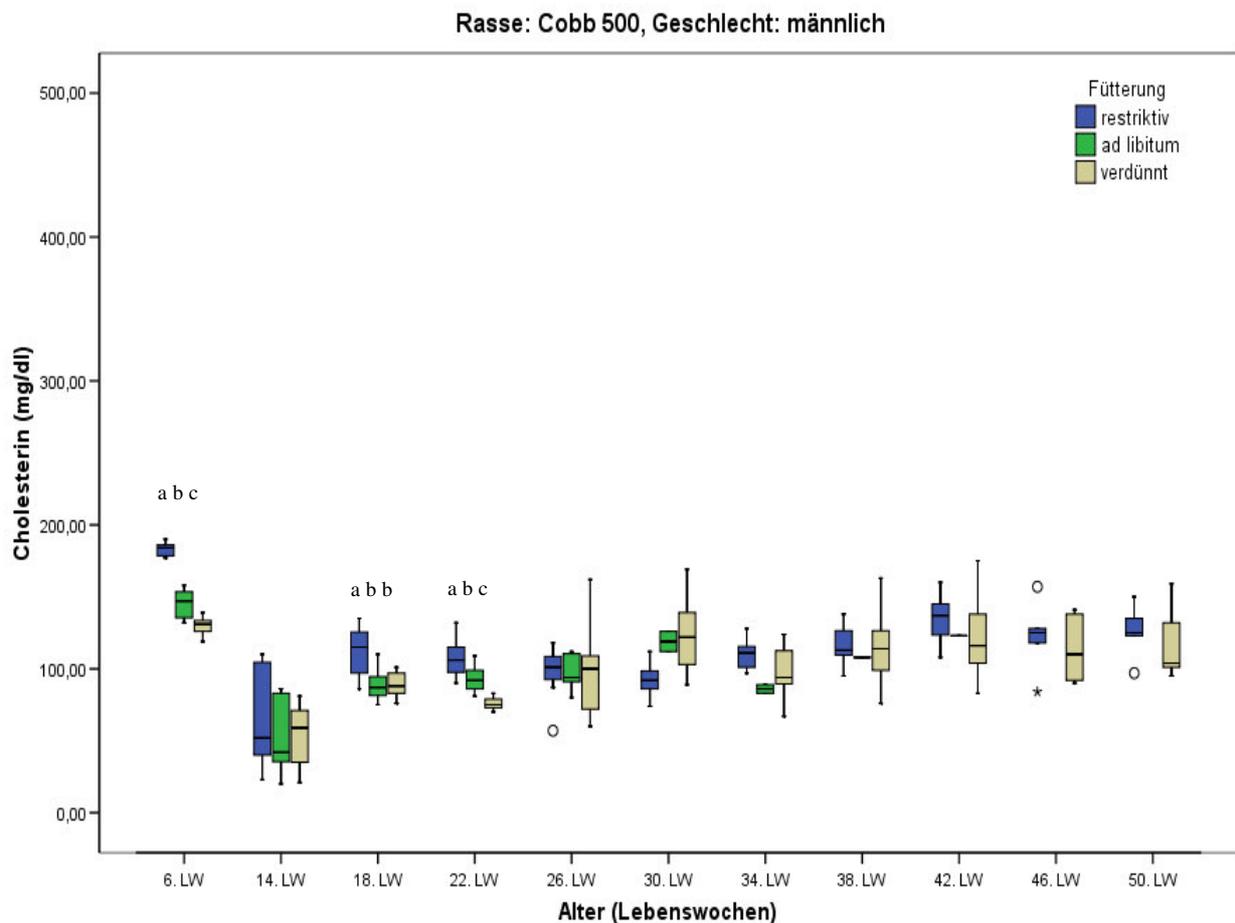


Abbildung 41: Medianer Cholesteringehalt (mg/dl Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der Cholesteringehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 38 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

4.2.2 Leberstoffwechsel

4.2.2.1 Gallensäuren

Die medianen Gallensäuregehalte im Plasma ($\mu\text{mol/l}$) wurden für die zeitlichen Verläufe statistisch ausgewertet. Dafür wurden alle Gruppen späterer Blutentnahmezeitpunkte mit den entsprechenden Gruppen des ersten Probeentnahmetermins in der 6. Lebenswoche verglichen. Die entsprechenden P-Werte sind aus Tabelle 39 ersichtlich, dabei erfolgte die Darstellung für die Rasse, das Geschlecht und das Fütterungsmanagement im Vergleich. Signifikante Unterschiede zwischen den Probeentnahmeterminen traten vor allem bei den ersten beiden Vergleichswerten auf. Bei dem Vergleich der Probeentnahme in der 14. Lebenswoche mit der Entnahme in der 6. Lebenswoche waren meistens für die weiblichen Tiere die P-Werte kleiner 0,05, bei den männlichen Tieren nur ausnahmsweise. Der Vergleich der 18. Lebenswoche mit der 6. Lebenswoche dagegen ergab für fast jede Gruppe P-Werte $< 0,05$. Danach traten nur ausnahmsweise signifikante Unterschiede im Vergleich zur 6. Lebenswoche auf.

Tabelle 39: Signifikanzen (P-Werte) für die Gallensäuren im Plasma im zeitlichen Verlauf mit der 6. Lebenswoche als Referenzkategorie, in Abhängigkeit von Rasse, Fütterung und Geschlecht (6 - 14 = 6. Lebenswoche ; 14. Lebenswoche; Rest analog) (. = keine Werte).

			Signifikanz für Gallensäuren mit der 6. LW als Referenzkategorie									
Rasse	Fütterung	Geschlecht	6-14	6-18	6-22	6-26	6-30	6-34	6-38	6-42	6-46	6-50
Ross	restriktiv	weiblich	0,146	0,039	0,006	0,146	0,146	0,146	0,388	0,388	0,039	<0,001
		männlich	0,031	0,219	0,375	0,125	0,219	0,031	0,031	0,219	0,688	0,031
	ad libitum	weiblich	<0,001	<0,001	0,092	0,092	0,022	<0,001	<0,001	0,003	0,092	0,003
		männlich	0,453	0,016	0,219	1,000	0,688	0,375	0,125	1,000	0,625	0,500
	verdünnt	weiblich	<0,001	<0,001	0,581	0,267	0,581	0,267	0,092	0,092	0,092	0,003
		männlich	0,453	0,016	0,453	0,016	0,125	0,016	0,219	0,063	0,125	0,063
Cobb	restriktiv	weiblich	0,003	<0,001	0,003	0,267	0,092	1,000	1,000	0,774	0,092	<0,001
		männlich	1,000	0,016	0,453	0,125	0,453	0,125	0,031	0,453	0,031	0,219
	ad libitum	weiblich	0,003	0,092	0,581	0,092	0,003	<0,001	0,003	0,267	0,022	0,006
		männlich	0,016	0,016	0,125	0,125	.	.	.	.	.	.
	verdünnt	weiblich	0,003	<0,001	0,581	0,581	0,267	0,039	0,039	0,092	0,039	0,003
		männlich	0,453	0,016	0,125	1,000	0,453	0,453	1,000	0,219	0,063	0,375

Tabelle 40: Medianwerte der Gallensäuren ($\mu\text{mol/l}$ Plasma) der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen).

Medianwerte der Rasse Ross 308 für Gallensäuren ($\mu\text{mol/l}$)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	37	12	16	13	14	13	17	13	18	13	22	13	29	13	25	13	23	13	21	13	8	13
	al	33	13	13	13	11	13	18	13	21	13	13	13	14	13	17	13	13	13	25	13	12	13
	v	30	13	11	13	9	13	24	13	19	13	26	13	21	13	19	13	17	13	21	13	15	13
männlich	r	33	6	14	7	18	7	28	7	22	7	12	7	14	7	19	7	17	7	31	7	6	7
	al	18	7	9	7	7	7	14	7	19	7	9	6	13	5	10	5	17	4	13	4	11	3
	v	28	7	7	7	13	7	16	7	16	7	14	7	8	7	7	6	9	5	9	5	9	5

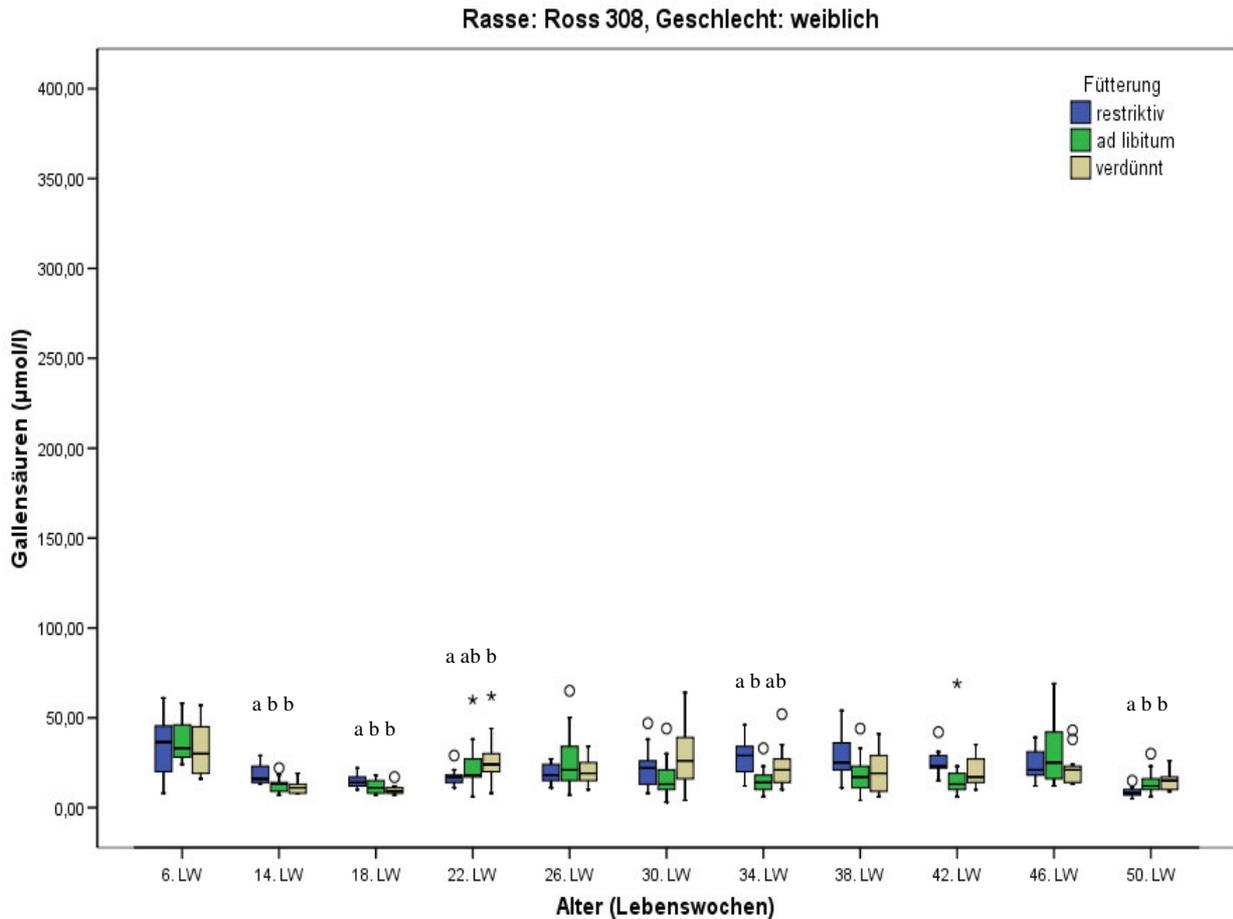


Abbildung 42: Medianer Gallensäuregehalt ($\mu\text{mol/l}$ Plasma) der **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der Gallensäuregehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 40 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Die Probeentnahmen um die 34. Lebenswoche ergaben erneut für einige Gruppen P-Werte $< 0,05$, so dass auch hier wieder signifikante Unterschiede verzeichnet werden konnten, wenn diese mit der ersten Probeentnahme verglichen wurden. Vor allen ad libitum gefütterten weiblichen Gruppen beider Rassen zeigten von der 30. bis zur 38. LW (Ross 308) bzw. 42. LW (Cobb 500) signifikante Unterschiede zur 6. Lebenswoche. Zu Ende des Projektes ergab die letzte Probeentnahme vor allem für die weiblichen Tiere wieder P-Werte, die kleiner 0,05 waren, bei den männlichen Tieren traf dies nur für die Gruppe Ross 308 restriktiv zu.

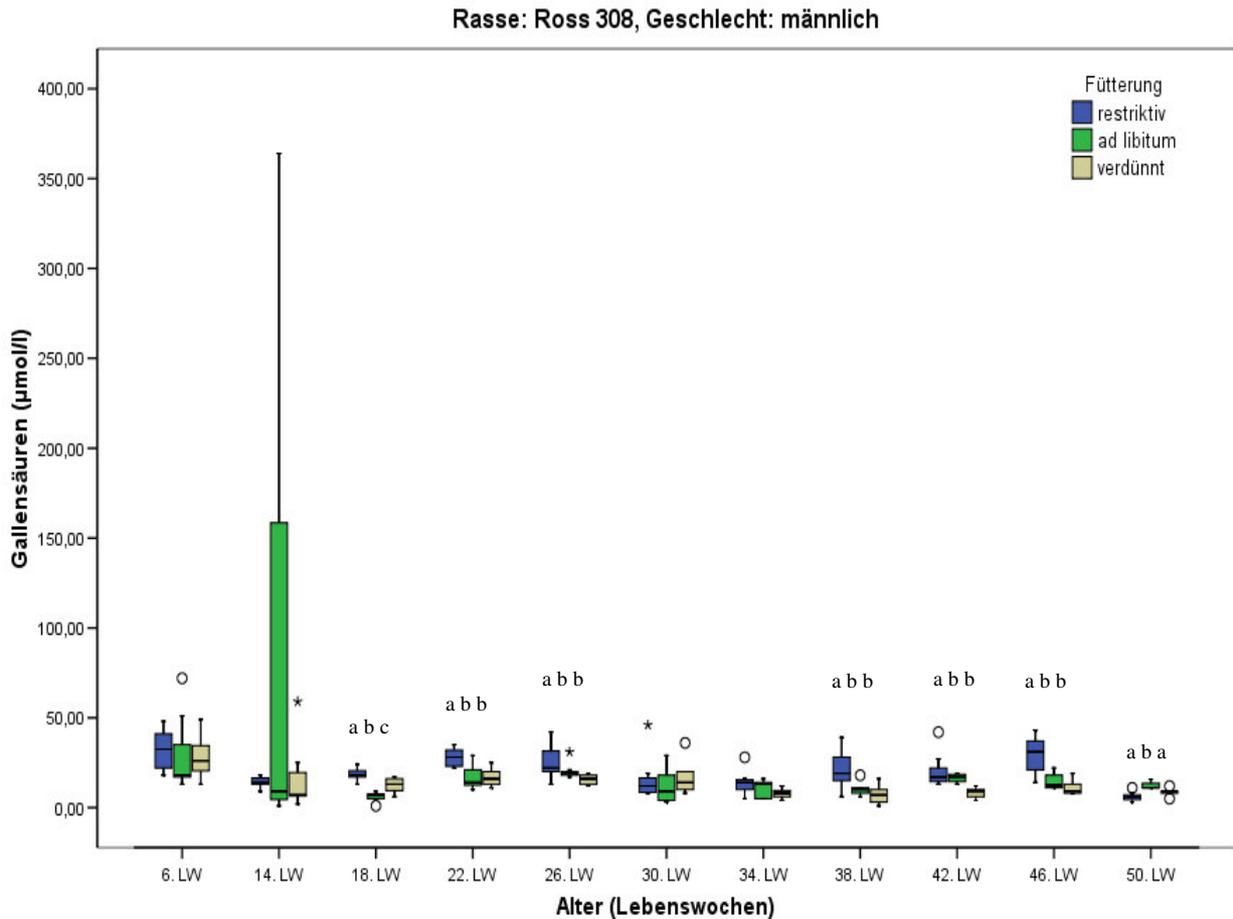


Abbildung 43: Medianer Gallensäuregehalt ($\mu\text{mol/l}$ Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der Gallensäuregehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 40 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Die Medianwerte für die Gallensäuregehalte im Plasma ($\mu\text{mol/l}$) der einzelnen Fütterungsgruppen werden in Tabelle 40 und 41 getrennt nach Rasse für das Geschlecht und die Fütterungsvariante im Vergleich wiedergegeben. Die Abbildungen 42 bis 45 veranschaulichen diese Werte, wobei die Abbildungen nach Rasse und Geschlecht aufgeteilt sind und die Fütterungsgruppen im Vergleich dargestellt werden. Die Medianwerte der Gallensäuregehalte im Plasma waren über den gesamten Beobachtungszeitraum relativ konstant. Bei allen Gruppen waren die Werte in der 6. Lebenswoche am größten, danach blieben sie annähernd gleich niedrig. Zu den einzelnen Beobachtungszeitpunkten hatten die weiblichen Tiere unabhängig von Rasse und Fütterung meist etwas höhere Werte als die männlichen Tiere der entsprechenden Fütterungsgruppe.

Tabelle 41: Medianwerte der Gallensäuren ($\mu\text{mol/l}$ Plasma) der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen; . = keine Werte).

Medianwerte der Rasse Cobb 500 für Gallensäuren ($\mu\text{mol/l}$)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	24	13	13	13	8	13	16	13	23	13	20	13	22	13	29	13	22	13	23	13	6	13
	al	41	13	9	13	19	13	31	13	25	13	24	13	22	13	18	13	17	13	21	13	18	13
	v	33	13	11	13	12	13	23	13	28	13	16	13	12	13	13	12	16	13	11	13	16	13
männlich	r	33	7	41	7	13	7	18	7	19	7	16	7	13	7	12	7	14	7	12	6	9	6
	al	27	7	10	7	11	7	14	7	13	7	.	2	.	2	.	1	.	1	.	.	.	.
	v	28	7	8	7	6	7	10	7	23	7	16	7	11	7	29	7	10	6	11	6	11	5

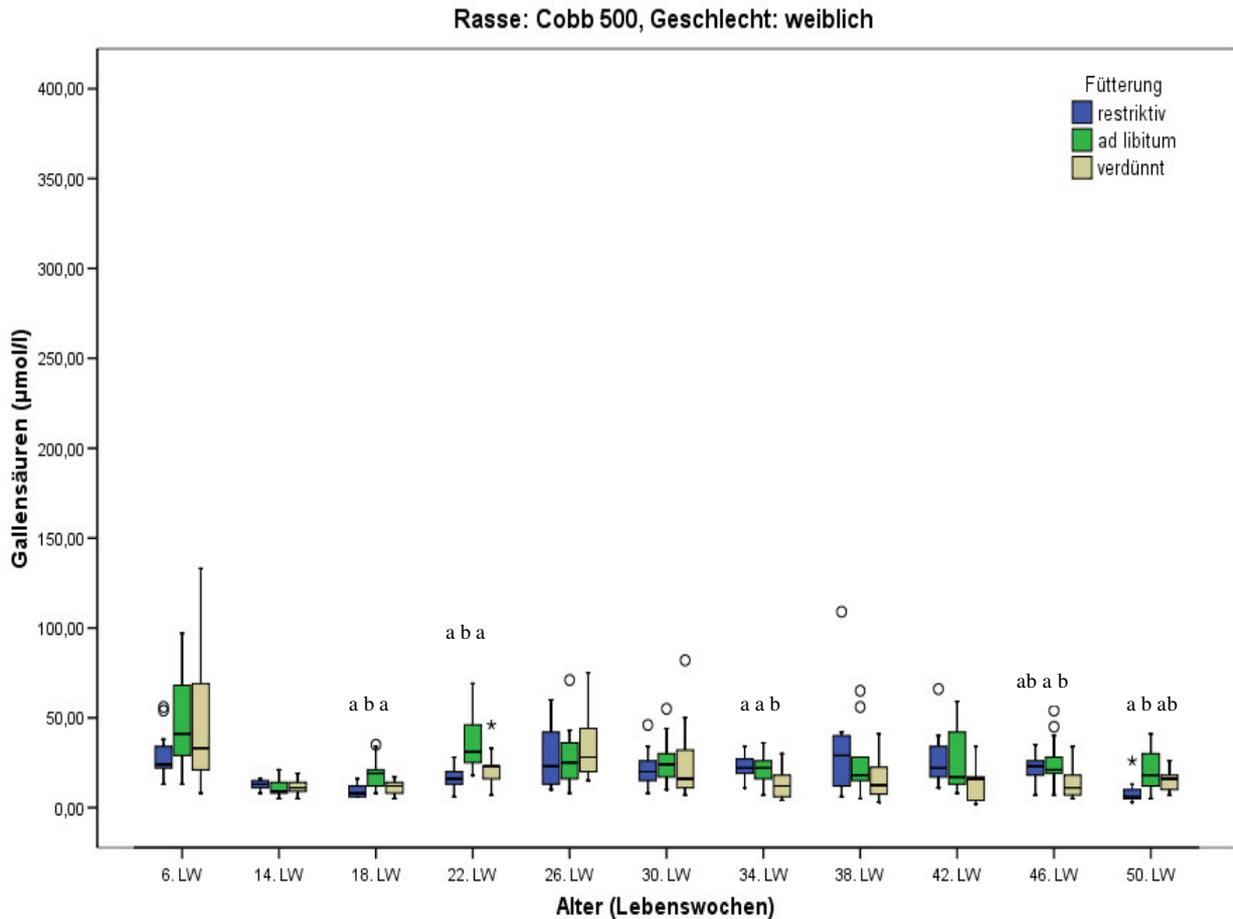


Abbildung 44: Medianer Gallensäuregehalt ($\mu\text{mol/l}$ Plasma) der **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der Gallensäuregehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 41 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen waren weniger einfach zu überblicken, Signifikanzen sind zu den einzelnen Zeitpunkten in den Graphiken 42 bis 45 festgehalten. Bei allen männlichen Gruppen hatten die restriktiv gefütterten Tiere höhere mediane Gallensäuregehalte als die verdünnt gefütterten Tiere und diese wiederum meist höhere als die ad libitum gefütterten Tiere. Bei den weiblichen Tieren war bei der Rasse Ross 308 der größte mediane Gallensäuregehalt auch häufig bei den restriktiv gefütterten Gruppen zu finden, bei der Rasse Cobb 500 dagegen bei den ad libitum gefütterten Tieren. Da die Werte bei allen Gruppen zu jedem Zeitpunkt sehr ähnlich waren, waren die größten oder kleinsten Werte häufig in wechselnden Gruppen zu finden. Zwischen den beiden Rassen sind kaum Unterschiede zu verzeichnen gewesen. Die Medianwerte für die Gallensäuregehalte

verhielten sich nach Fütterung und Geschlecht aufgeteilt für die Rassen Ross 308 und Cobb 500 sehr ähnlich.

Ab der 42. Lebenswoche konnten für die Rasse Cobb 500 für die Hähne mit ad libitum Fütterung keine Werte mehr erhoben werden, da alle Tiere frühzeitig verstorben waren. Ab der 30. Lebenswoche waren die Werte nicht aussagefähig, da zu diesem Zeitpunkt nur noch zwei Individuen in dieser Gruppe waren.

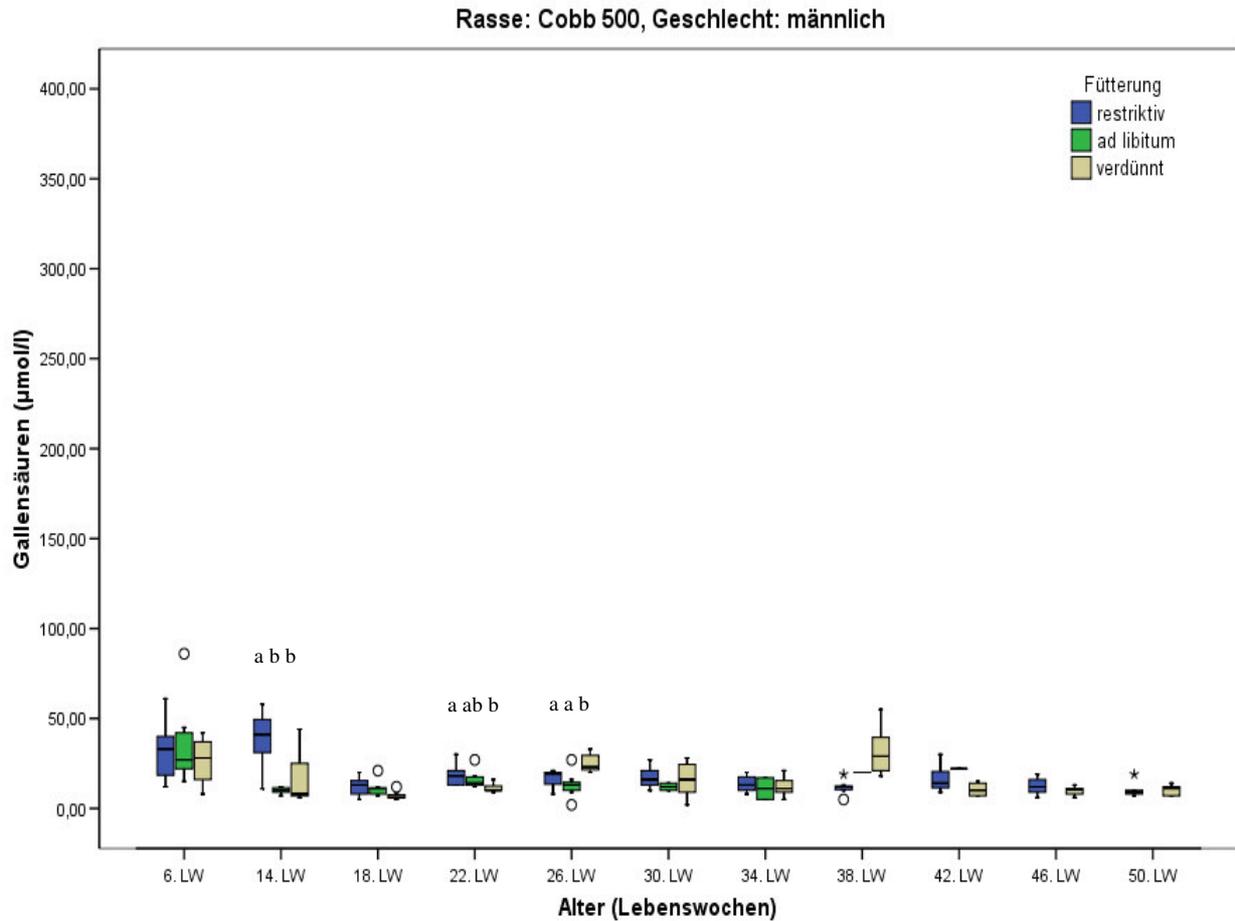


Abbildung 45: Medianer Gallensäuregehalt ($\mu\text{mol/l}$ Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der Gallensäuregehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 41 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

4.2.2.2 Aspartat-Amino-Transferase (AST)

Die Tabelle 42 gibt die P-Werte im zeitlichen Verlauf für den Gehalt der Aspartat-Amino-Transferase im Blut (U/l) wieder. Der Vergleich wurde jeweils zu dem ersten Probeentnahmetag in der 6. Lebenswoche gezogen. Getrennt nach Rasse, Fütterungsvariante und Geschlecht wurden die Gruppen dargestellt. Die unterschiedlichen P-Werte hinterlassen den Eindruck, dass relativ häufig signifikante Unterschiede zu verzeichnen waren. Eine große Ausnahme war die Gruppe Ross 308 mit restriktiver Fütterung und weiblichem Geschlecht, sie zeigte nur bei einem Vergleich einen signifikanten Unterschied, und zwar zwischen der 50. und der 6. Lebenswoche. Bei den männlichen Tieren der entsprechenden Gruppe traten häufiger signifikante Unterschiede in der AST-Konzentration zu den verschiedenen Zeitpunkten auf, wobei anfangs und auch am Ende keine Signifikanzen zu erkennen waren.

Tabelle 42: Signifikanzen (P-Werte) für AST im Plasma im zeitlichen Verlauf mit der 6. Lebenswoche als Referenzkategorie, in Abhängigkeit von Rasse, Fütterung und Geschlecht (6 - 14 = 6. Lebenswoche : 14. Lebenswoche; Rest analog) (. = keine Werte).

Rasse	Fütterung	Geschlecht	Signifikanz für AST mit der 6. LW als Referenzkategorie									
			6-14	6-18	6-22	6-26	6-30	6-34	6-38	6-42	6-46	6-50
Ross	restriktiv	weiblich	0,344	0,754	1,000	0,344	1,000	0,109	0,109	0,344	0,754	0,002
		männlich	0,688	1,000	0,688	0,688	0,219	0,031	0,031	0,031	0,219	0,219
	ad libitum	weiblich	0,001	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001	0,001	0,344	0,012	0,012
		männlich	0,453	0,016	0,016	0,016	0,031	0,063	0,063	0,125	0,125	0,250
	verdünnt	weiblich	1,000	<0,001	0,039	0,006	0,039	0,039	0,039	1,000	0,744	0,006
		männlich	0,125	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,031	0,063	0,375	0,063
Cobb	restriktiv	weiblich	1,000	1,000	0,581	1,000	0,003	<0,001	<0,001	0,022	0,581	<0,001
		männlich	0,063	0,219	0,219	1,000	0,031	0,031	0,031	0,031	0,375	0,063
	ad libitum	weiblich	0,065	0,006	<0,001	0,146	0,006	0,006	0,006	0,146	0,146	0,146
		männlich	0,031	0,031	0,031	0,219	.	.	.	.	.	.
	verdünnt	weiblich	1,000	0,039	0,039	0,146	0,006	0,039	0,039	0,388	1,000	0,012
		männlich	0,125	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,219	0,031	0,063

Tabelle 43: Medianwerte der AST (U/I Plasma) der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen).

Medianwerte der Rasse Ross 308 für AST (U/I)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	225	10	204	13	207	13	216	13	203	13	231	13	249	13	254	13	225	13	209	13	269	13
	al	202	11	334	13	384	13	1003	13	403	13	380	13	320	13	251	13	242	13	224	13	309	13
	v	221	12	225	13	271	13	274	13	453	13	288	13	271	13	293	13	224	12	229	13	257	13
männlich	r	201	6	224	7	213	7	230	7	221	7	301	7	453	7	398	7	328	7	282	7	298	7
	al	204	7	221	7	361	7	537	7	658	7	434	6	543	5	393	5	528	4	616	4	649	3
	v	214	7	247	7	291	7	372	7	400	7	371	7	406	7	408	6	324	5	333	5	426	5

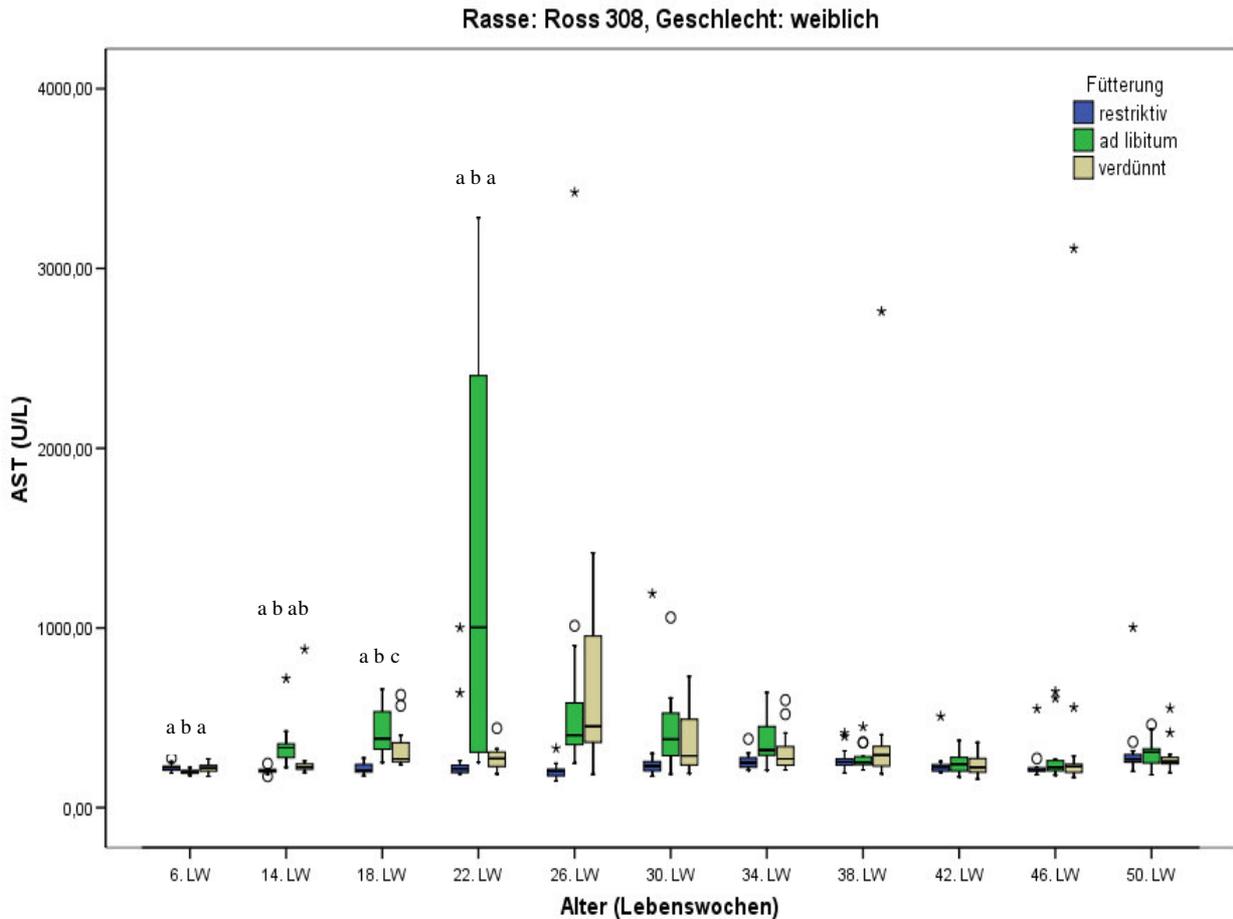


Abbildung 46: Medianer AST-Gehalt (U/l Plasma) der weiblichen Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der AST-Gehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 43 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Die Gruppe Ross 308 mit ad libitum Fütterung und weiblichem Geschlecht war das Gegenbeispiel zu den Hennen der Rasse Ross 308 mit restriktiver Fütterung, hier trat nur einmal kein signifikanter Unterschied bei den Vergleichen der einzelnen Probeentnahmeterminen mit der 6. Lebenswoche auf. Die männlichen Tiere der Gruppe Ross 308, ad libitum gefüttert, zeigten vor allem anfangs signifikante Unterschiede im AST-Gehalt des Plasmas mit der 6. Lebenswoche als Referenz. Beide Geschlechter der verdünnt gefütterten Tiere der Rasse Ross 308 zeigten häufig Signifikanzen nur ganz am Anfang. Gegen Ende traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probeentnahmeterminen auf. Die AST-Konzentrationen im Plasma der Rasse Cobb 500 verhielten sich etwas anders, die restriktiv gefütterten Tiere zeigten erst ab der 30. Lebenswoche signifikante Unterschiede zu der 6. Lebenswoche, ab der 46. Lebenswoche verloren diese sich wieder. Die ad libitum

gefütterten Tiere wiesen vor allem anfänglich signifikante Unterschiede des AST-Gehaltes im Plasma auf, gegen Ende trat dies nicht mehr auf, wobei ab der 30. Lebenswoche bei den männlichen Tieren keine Aussage mehr möglich war, da zu diesem Zeitpunkt nur noch 2 Individuen in dieser Gruppe zur Verfügung standen. In der 42. Lebenswoche waren alle männlichen Tiere der Gruppe Cobb 500 mit ad libitum Fütterung verstorben. Bei den verdünnt gefütterten Tieren der Rasse Cobb 500 traten sehr häufig signifikante Unterschiede zwischen den folgenden Lebenswochen und der 6. Lebenswoche auf, gegen Ende des Beobachtungszeitraums wurde dies dann wieder seltener.

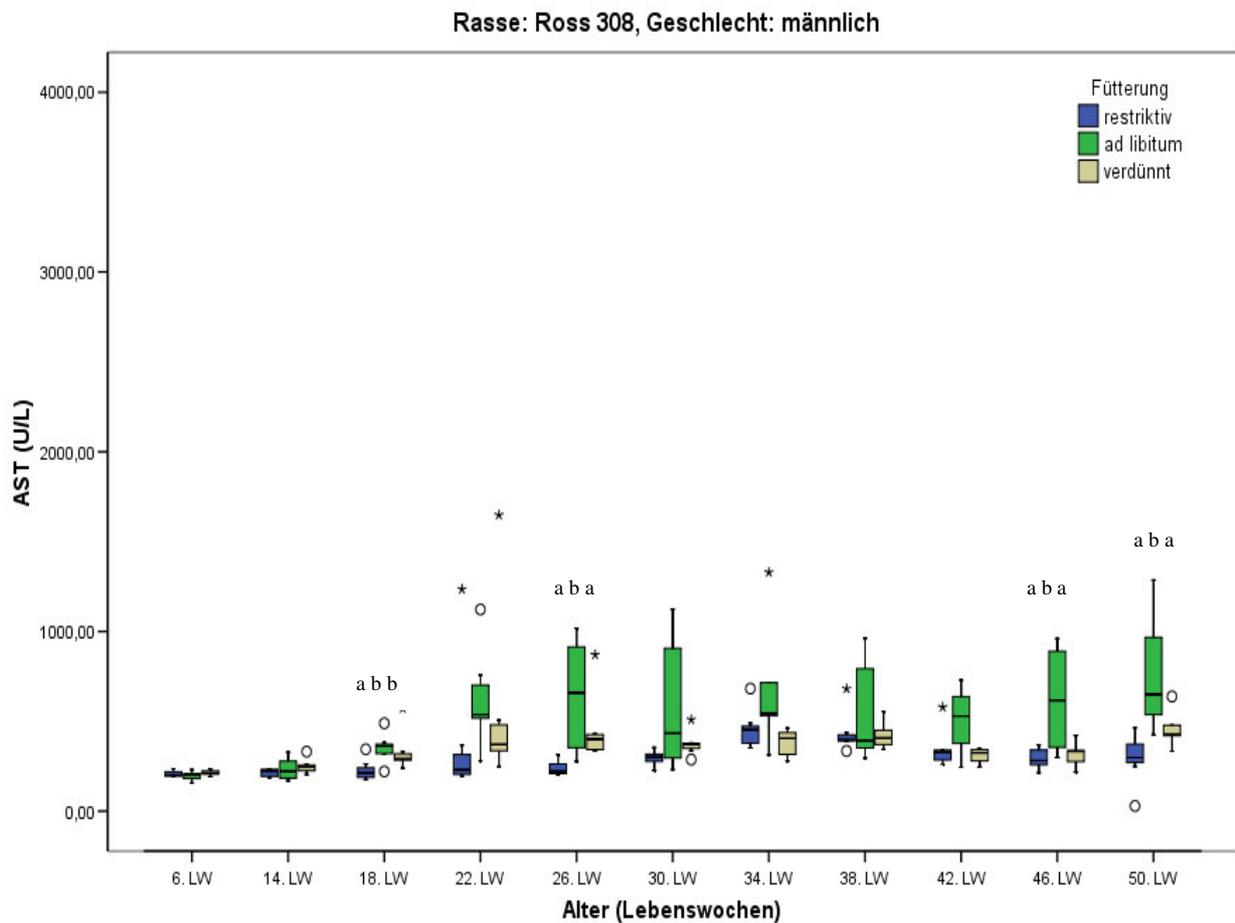


Abbildung 47: Medianer AST-Gehalt (U/l Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der AST-Gehalt bestimmt; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 43 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Tabelle 44: Medianwerte der AST (U/I Plasma) der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von dem Geschlecht (G) und dem Fütterungsmanagement (F = Fütterung; r = restriktiv, al = ad libitum, v = verdünnt; n = Anzahl der Individuen; . = keine Werte).

Medianwerte der Rasse Cobb 500 für AST (U/I)																							
G	F	6. LW	n	14. LW	n	18. LW	n	22. LW	n	26. LW	n	30. LW	n	34. LW	n	38. LW	n	42. LW	n	46. LW	n	50. LW	n
weiblich	r	202	13	208	13	200	13	189	13	202	13	230	13	302	13	256	13	227	13	226	13	323	13
	al	232	12	286	13	311	13	345	13	284	13	307	13	315	13	348	13	279	13	283	13	270	13
	v	223	12	221	13	298	13	292	13	353	13	298	13	307	13	274	13	239	13	216	13	323	13
männlich	r	244	6	204	7	208	7	221	7	240	7	355	7	436	7	430	7	381	7	284	6	341	6
	al	248	6	343	7	455	7	720	7	346	7	.	2	.	2	.	1	.	1	.	.	.	.
	v	201	7	216	7	323	7	558	7	421	7	498	7	446	7	420	7	363	6	329	6	416	5

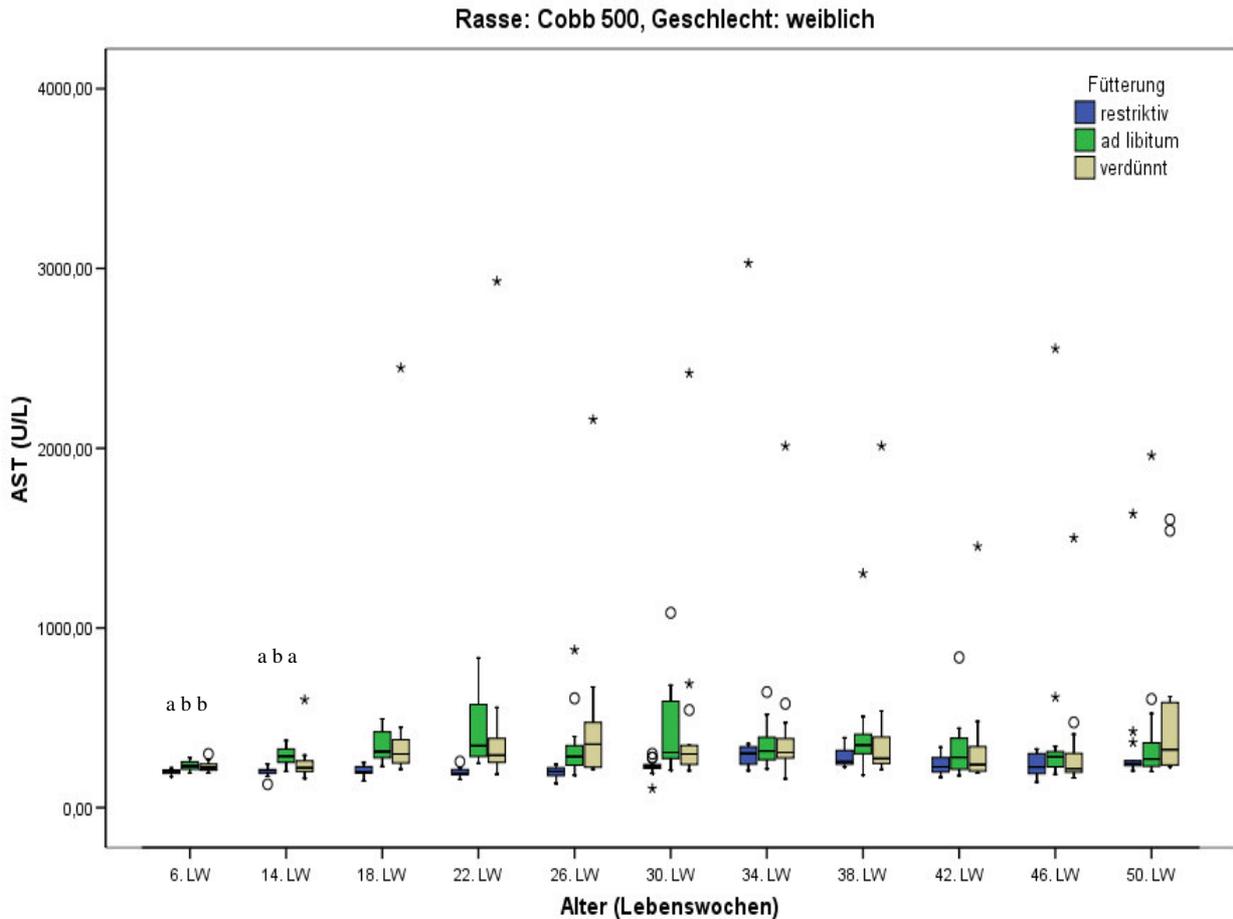


Abbildung 48: Medianer AST-Gehalt (U/l Plasma) der **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei 13 Tieren pro Gruppe der AST-Gehalt bestimmt; davon abweichende Werte für $n =$ Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 44 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

Tabelle 43 und 44 geben die Medianwerte für die AST-Gehalte im Blut der einzelnen Fütterungsgruppen getrennt nach Rasse, vergleichend für Geschlecht und Fütterungsmanagement wieder. Die Abbildungen 46 bis 49 veranschaulichen diese Werte, wobei die Abbildungen nach Rasse und Geschlecht aufgeteilt wurden und die Fütterungsgruppen im Vergleich dargestellt wurden.

Unabhängig von Rasse und Geschlecht war ein Anstieg der AST-Konzentration im Blut ab der 22. Lebenswoche zu verzeichnen, wobei zu bemerken war, dass der Anstieg bei den weiblichen Tieren etwas größer ausfiel. Der Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern zeichnete sich dadurch ab, dass zwar anfänglich die weiblichen Tiere höhere mediane Werte für AST im Blut aufwiesen, zu späteren Zeitpunkten zeigten die männlichen Gruppen die höheren medianen AST-Werte im Plasma. Der Unterschied der beiden Rassen zeigte sich hier

in einem späteren Wechsel des Geschlechterverhältnisses. Für die Rasse Ross 308 waren bei allen Fütterungsgruppen ab der 30. Lebenswoche die höchsten medianen AST-Gehalte bei den männlichen Tieren zu finden, bei der Rasse Cobb 500 schon nach der 18. Lebenswoche. Die ad libitum gefütterten Tiere zeigten unabhängig von Rasse und Geschlecht fast immer die höchsten Medianwerte für AST, gefolgt von den verdünnt gefütterten Tieren. Die restriktive Fütterung zeichnete sich durch relativ niedrige Medianwerte der AST-Konzentration im Blut ab, signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsvarianten zu den einzelnen Zeitpunkten sind den Graphiken 46 bis 49 zu entnehmen. Auch hier ist für die Gruppe Cobb 500 männlichen Geschlechts zu sagen, dass ab der 30. Lebenswoche nur noch 2 Individuen, nach der 42. Lebenswoche keine Individuen mehr zur Verfügung standen, so dass der Einfluss der Fütterung für die Rasse Cobb 500 nach der 26. Lebenswoche nur unvollständig beurteilt werden konnte.

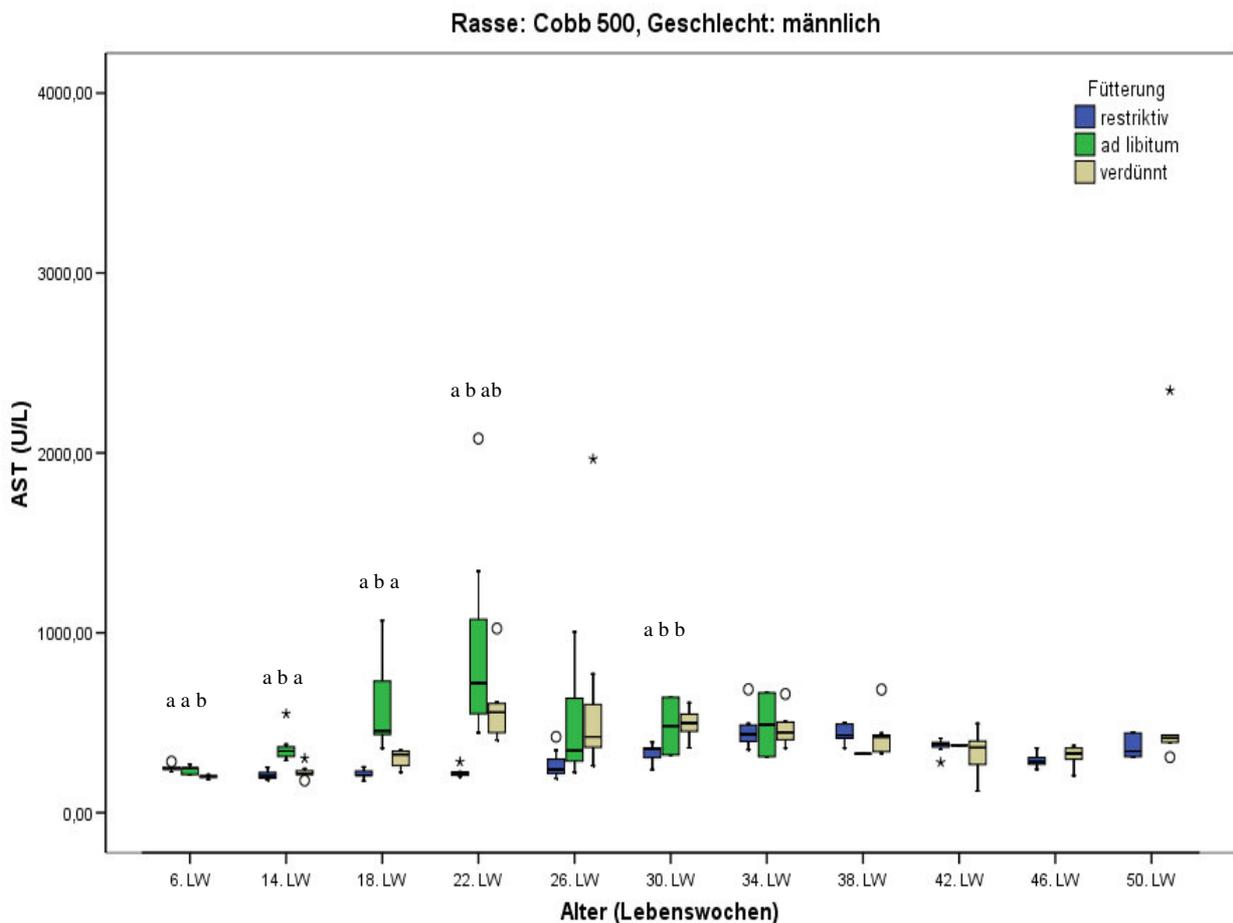


Abbildung 49: Medianer AST-Gehalt (U/l Plasma) der **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** im zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit von der Fütterung (es wurde alle vier Wochen im Rahmen einer Blutentnahme bei sieben Tieren pro Gruppe der AST-Gehalt bestimmt; davon abweichende Werte für n = Anzahl der untersuchten Tiere sind aus Tabelle 44 ersichtlich; a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

4.3 Erfassung der Leistungsdaten

Die Ergebnisse der Körpergewichtsentwicklung, des Futtermittelsverzehrs und der Verluste wurden für die gesamte Aufzuchtphase (24 Wochen) für die Hennen statistisch ausgewertet. Dazu wurde ein fixes Varianzmodell verwendet und mit den Effekten Herkunft und Fütterung ausgewertet:

$$y_{ijk} = u + \text{Herkunft}_i (H) + \text{Futtervariante}_j (F) + H_i \times F_j + e_{ijk};$$

Für die Hähne gab es keine Doppelansätze des Versuchs innerhalb Herkunft und Futtervariante, so dass keine Varianzanalyse durchgeführt wurde, sondern die einfachen Mittelwerte für die männlichen Tiere dargestellt werden. Dies gilt auch für den Wasserverbrauch und das Wasser- Futtermittelverhältnis der Hennen, da die Wasserversorgung von jeweils zwei Aufzuchtteilen (mit derselben Herkunft und Fütterung) über eine Wasseruhr lief.

Der Einfluss der Futtervariante war bei den Hennen in allen physiologischen Aufzuchtmerkmalen, bis auf die Verluste, statistisch gesichert ($P < 0,05$). Die Genotypen Ross 308 und Cobb 500 unterschieden sich in den Merkmalen Futtermittelverwertung und Körpergewicht am 168. Tag signifikant (die Auswertungen sind im Anhang in der Anlage 7 zu finden).

Die Interaktion zwischen Rasse und Fütterungsmanagement war in den Merkmalen Futtermittelverzehr und Körpergewichtsentwicklung statistisch gesichert.

Die Ergebnisse der Aufzucht bei den Hybridhähnen waren, abgesehen vom Geschlechtsdimorphismus im Wachstum, nahezu deckungsgleich zu den Hennen (siehe Anhang Anlage 8).

Im Folgenden werden die Parameter der Leistung, wie Gewichtsentwicklung, Futtermittelverbrauch, Wasserverbrauch und das Wasser-Futtermittelverhältnis für die Rassen, Geschlechter und Fütterungsmanagements im Vergleich graphisch dargestellt. Es werden auch Parameter zur Fruchtbarkeit aufgeführt, wie die Eizahlen, die Eigewichte, Befruchtungs- und Schlupfrate sowie Küken Gewichte.

4.3.1 Gewichtsentwicklung

Die Durchschnittswerte des Körpergewichtes (in Gramm pro Tier), die in wöchentlichen Wiegungen während der Aufzuchtphase erhoben wurden, sind in den Abbildungen 50 bis 53 graphisch verdeutlicht. Während der Legephase fanden keine Wiegungen mehr statt. Die Darstellungen erfolgen für die Fütterungsmanagements im Vergleich, in Abhängigkeit von Rasse und Geschlecht. Aus den vier Abbildungen ist zu erkennen, dass während der Aufzuchtphase (24 Wochen) das Körpergewicht aller Tiere zunahm. Unabhängig von Rasse und Geschlecht war ein Unterschied des Körpergewichtes zwischen den drei Fütterungsvarianten festzustellen. In den ersten drei Lebenswochen hatten alle Tiere ein ähnliches Körpergewicht, ab der 4. Lebenswoche zeigten sich dann aber Unterschiede in Abhängigkeit von der Fütterung. Die Futterrestriktion der restriktiv gefütterten Tiere begann ab der dritten Lebenswoche, erst ab diesem Zeitpunkt nahmen die restriktiv und die ad libitum gefütterten Tiere unterschiedliche Mengen an Futter auf. Die ad libitum gefütterten Tiere hatten zu fast allen Zeitpunkten ein höheres Körpergewicht als die verdünnt gefütterten Tiere und diese wiederum ein höheres als die restriktiv gefütterten Tiere. Der Geschlechtsdimorphismus zeichnete sich durch ein höheres Körpergewicht der männlichen Tiere im Vergleich zu den weiblichen Tieren ab, unabhängig von der Fütterung. Zwischen den beiden Rassen waren kaum Unterschiede feststellbar.

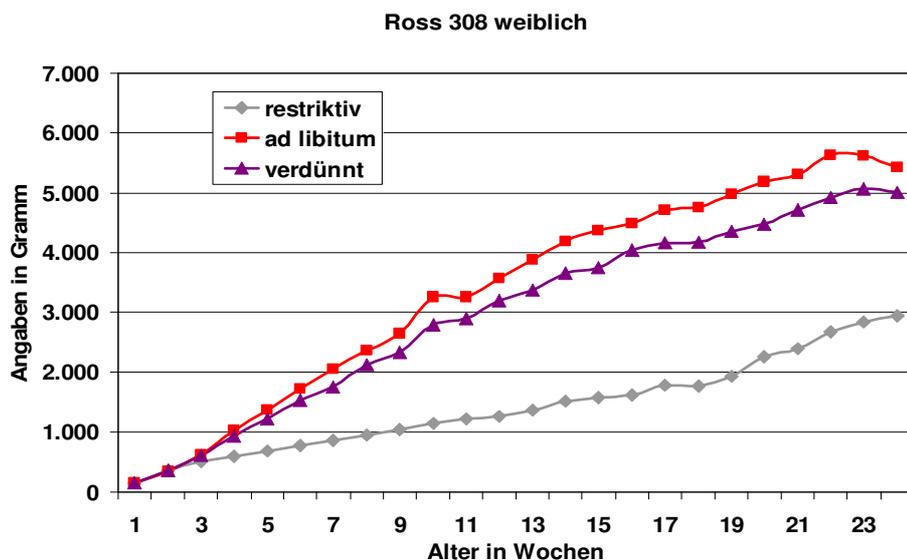


Abbildung 50: Verlauf des Körpergewichtes (g/Tier) in Abhängigkeit von der Futtervariante für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** während der Aufzuchtphase.

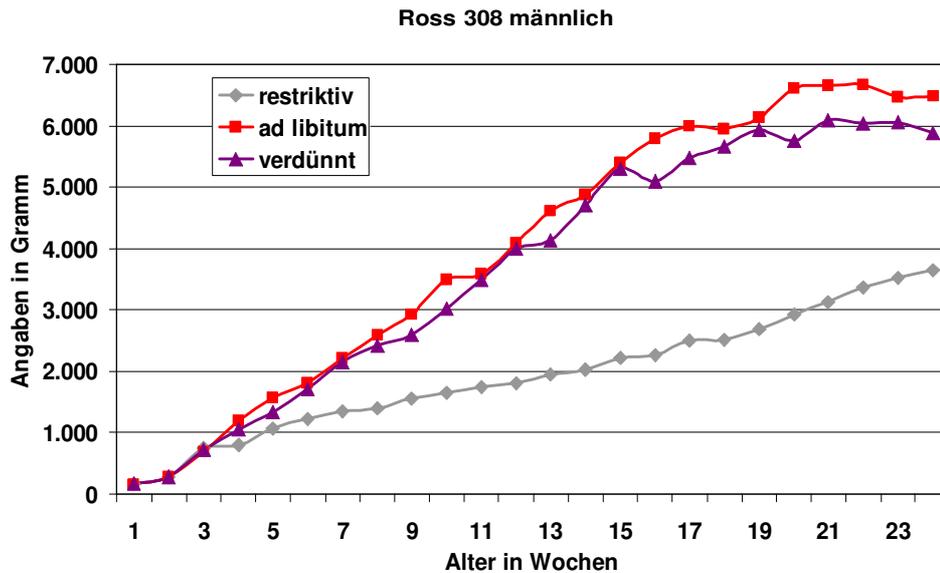


Abbildung 51: Verlauf des Körpergewichts (g/Tier) in Abhängigkeit von der Futtervariante für die **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** während der Aufzuchtphase.

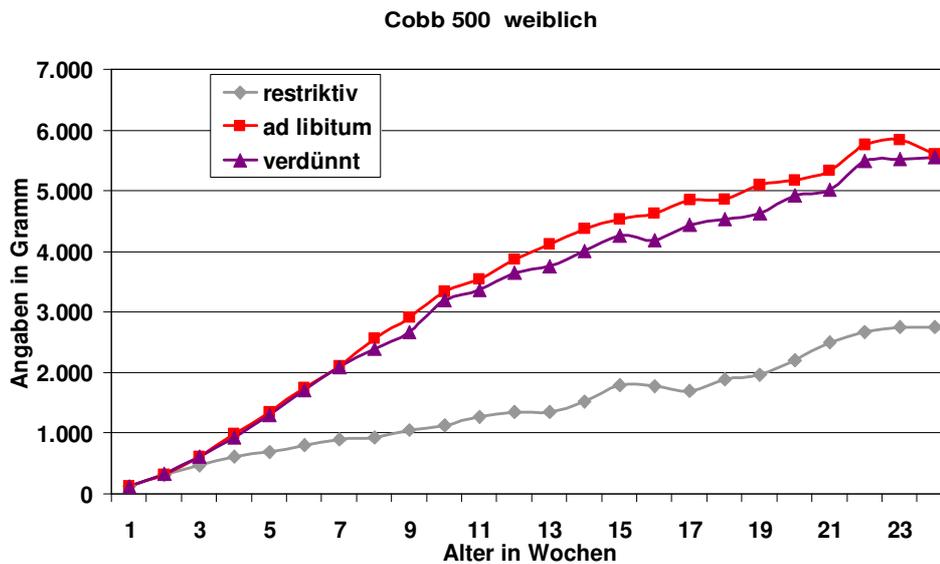


Abbildung 52: Verlauf des Körpergewichts (g/Tier) in Abhängigkeit von der Futtervariante für die **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** während der Aufzuchtphase.

Die Gewichtsentwicklung während der Aufzuchtphase und die Körpergewichte beim Umställen sind in tabellarischer Form im Anhang den Anlagen 9 und 10 zu entnehmen.

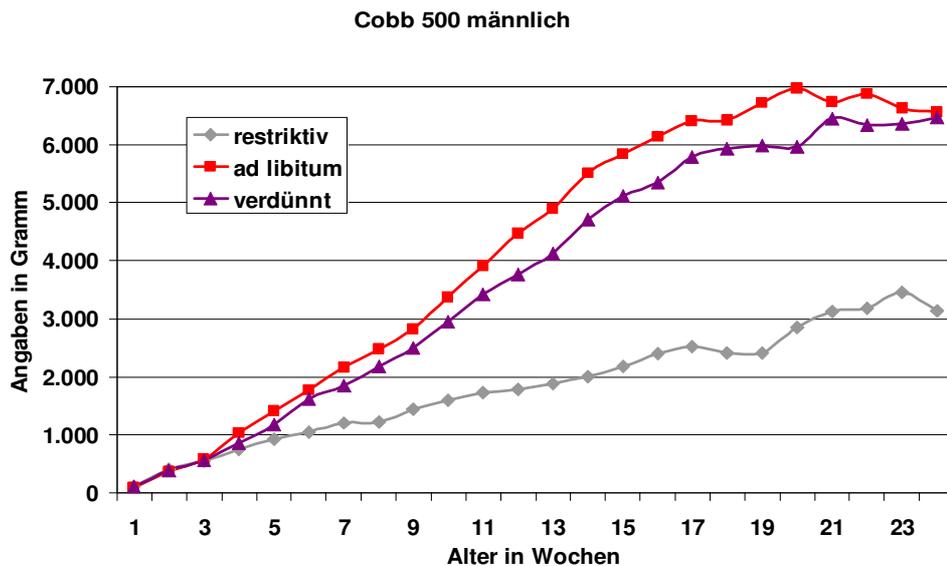


Abbildung 53: Verlauf des Körpergewichts (g/Tier) in Abhängigkeit von der Futtervariante für die **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** während der Aufzuchtphase.

4.3.2 Futterverbrauch

4.3.2.1 Futterverzehr und Futterverbrauch pro Tag

Der Futterverzehr der Tiere (in Gramm pro Tier und Tag) wird in den Abbildungen 54 bis 57 verdeutlicht. Für die Fütterungsmanagements erfolgen die Darstellungen im Vergleich, getrennt nach Rasse und Geschlecht. Bis zu einem Alter von circa 13 Lebenswochen nahm der tägliche Futterverzehr für die weiblichen Tiere der ad libitum und verdünnten Fütterung zu, bei den restriktiv gefütterten Tieren stieg die tägliche Futtermenge leicht, gemäß den Fütterungsvorgaben von Ross und Cobb. Ähnliches traf für die männlichen Tiere beider Rassen zu, mit dem Unterschied, dass bei ihnen ein deutlicher Anstieg der täglichen Futteraufnahme bis etwa zur 16. Lebenswoche erfolgte, danach stieg der Futterverbrauch weniger stark. Die restriktiv gefütterten Tiere hatten einen deutlich geringeren täglichen Futterverzehr als die beiden anderen Fütterungsmanagements, bei ihnen wurde das Futter ab der dritten Lebenswoche rationiert. Bei den ad libitum gefütterten Tieren zeigte sich bis zur circa zwölften Lebenswoche eine höhere tägliche Futteraufnahme als bei den verdünnt gefütterten Tieren. Danach nahmen meist die verdünnt gefütterten Tiere pro Tag etwas mehr

Futter auf als die ad libitum gefütterten Tiere. Ein Rasseunterschied war nicht augenscheinlich.

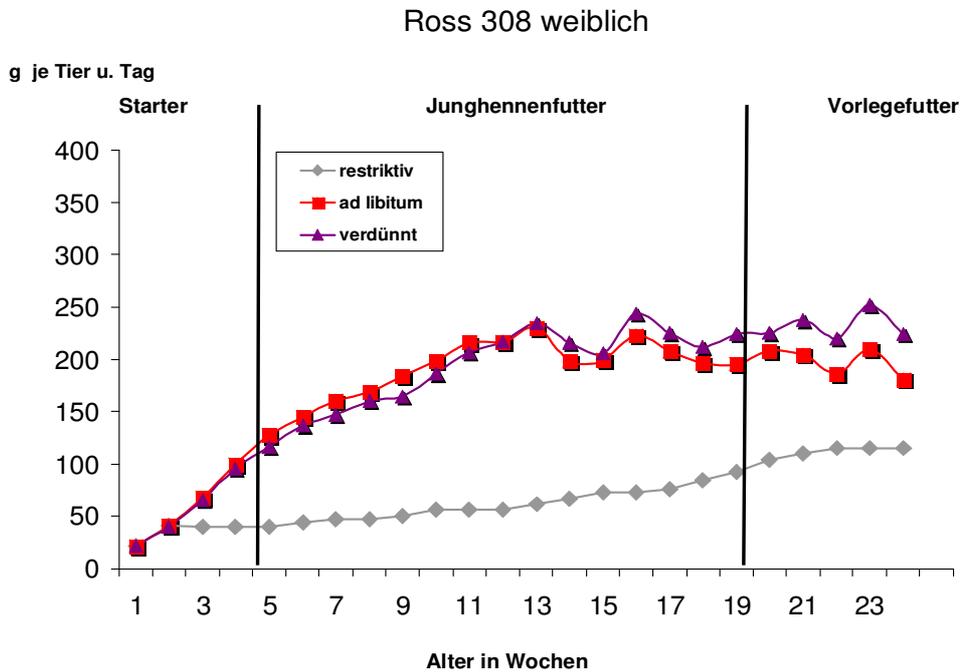


Abbildung 54: Verlauf der Futterraufnahme (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtermittelform für die weiblichen Tiere der Rasse **Ross 308** während der Aufzuchtphase.

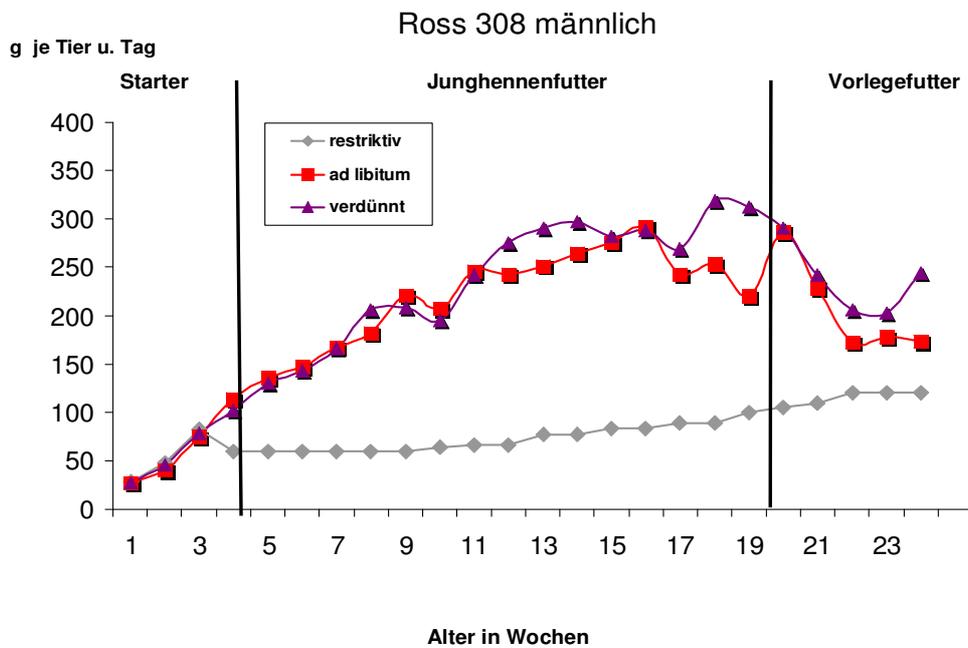


Abbildung 55: Verlauf der Futterraufnahme (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtermittelform für die männlichen Tiere der Rasse **Ross 308** während der Aufzuchtphase

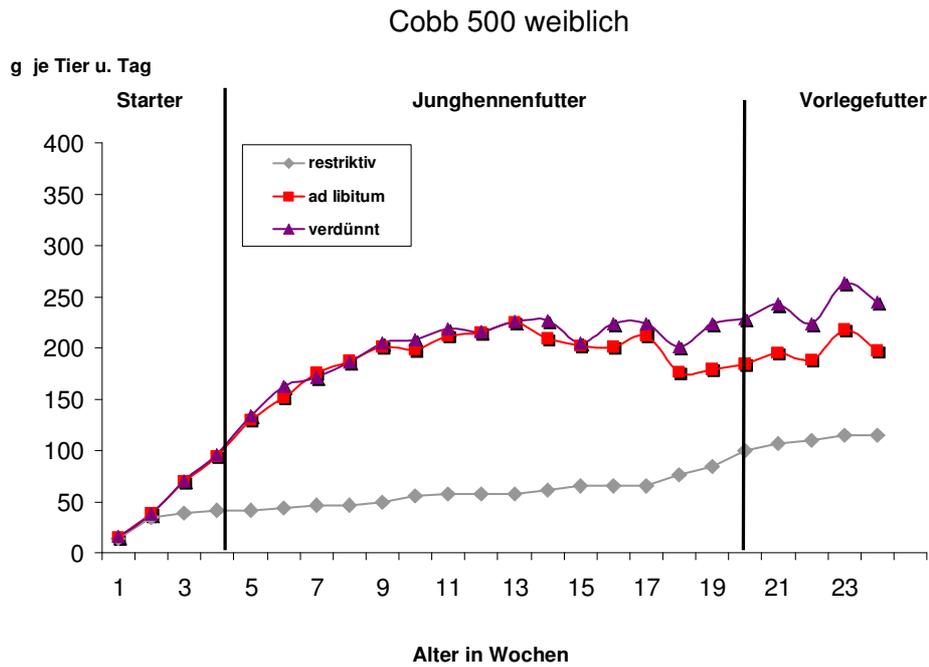


Abbildung 56: Verlauf der Futterraufnahme (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtermitteldosis für die weiblichen Tiere der Rasse **Cobb 500** während der Aufzuchtphase.

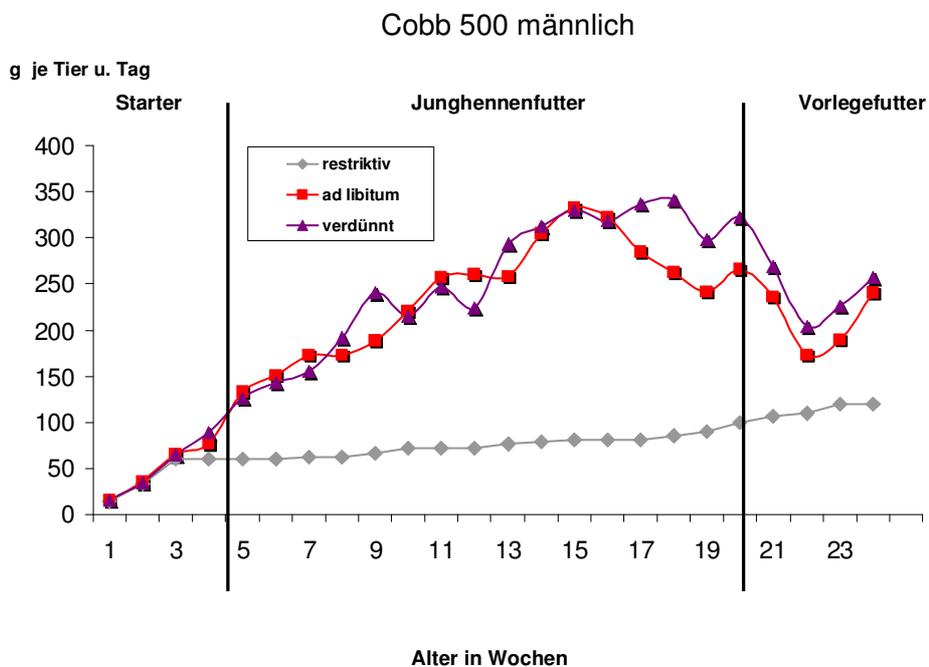


Abbildung 57: Verlauf der Futterraufnahme (g/Tier/Tag) in Abhängigkeit von der Futtermitteldosis für die männlichen Tiere der Rasse **Cobb 500** während der Aufzuchtphase.

4.3.2.2 Durchschnittlicher täglicher Futtermittelverzehr

Die Graphiken 58 und 59 verdeutlichen den durchschnittlichen täglichen Futtermittelverzehr der Tiere (in Gramm pro Tier und Tag) getrennt nach Rasse und Geschlecht im Vergleich der Fütterungsmanagements für die Dauer der Aufzucht. Die Gruppen der nährstoffverdünnten Fütterung verzehrten durchschnittlich das meiste Futter pro Tag, gefolgt von den ad libitum gefütterten Tieren. Die restriktiven Gruppen hatten den niedrigsten täglichen Futtermittelverzehr. Für die weiblichen Tiere war eine statistische Auswertung zwischen den Fütterungsvarianten in der Aufzuchtphase möglich, da immer zwei Abteile mit der gleichen Fütterung und der gleichen Rasse vorhanden waren. Für die männlichen Tiere traf dies nicht zu. Auch beim durchschnittlichen täglichen Futtermittelverzehr war zu erkennen, dass die männlichen Tiere mehr Futter aufnahmen als die weiblichen Tiere, in den Unterschieden der Rassen war keine Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Alle Angaben zum Futtermittelverbrauch für die Aufzuchtphase sind in tabellarischer Form dem Anhang (Anlage 7 und 8) zu entnehmen.

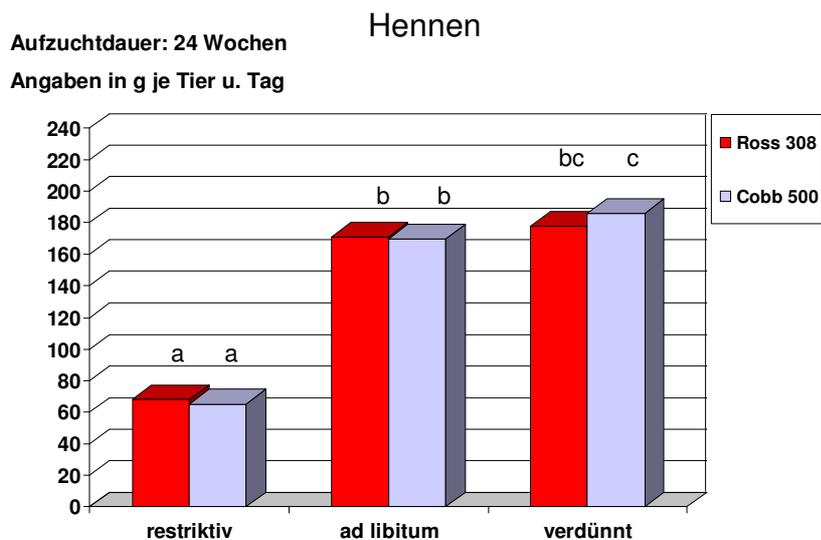


Abbildung 58: Durchschnittlicher täglicher Futtermittelverzehr während der Aufzuchtphase (g/Tier/Tag) der weiblichen Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich in Abhängigkeit von der Fütterungsvariante (a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

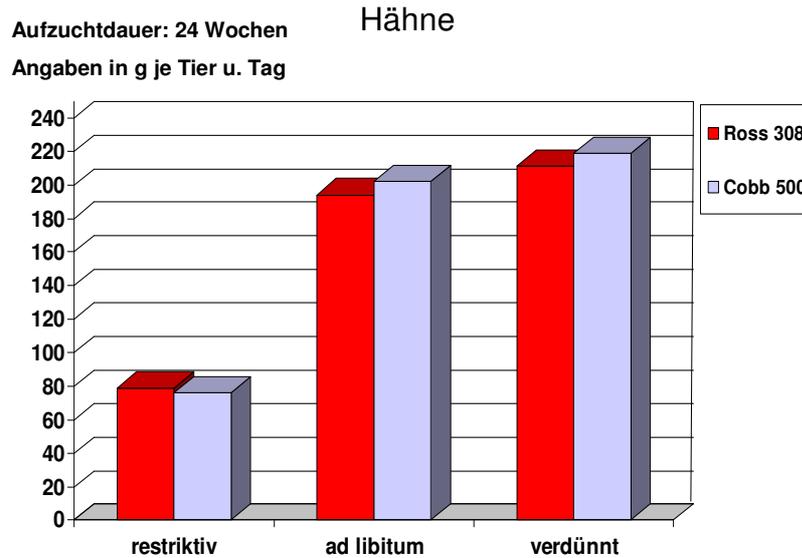


Abbildung 59: Durchschnittlicher täglicher Futterverzehr während der Aufzuchtphase (g/Tier/Tag) der männlichen Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich in Abhängigkeit von der Fütterungsvariante.

Tabelle 45: Durchschnittlicher Futterverbrauch während der Legephase (g/Tier/Tag) gemeinsam für die Hennen und Hähne, getrennt nach Rasse und Fütterungsmanagement.

durchschnittlicher Futterverbrauch während der Legephase		
Rasse	Fütterung	Verbrauch/Tier/Tag in g
Ross	restriktiv	149
	ad libitum	198
	verdünnt	210
Cobb	restriktiv	148
	ad libitum	188
	verdünnt	200

Tabelle 45 dokumentiert den durchschnittlichen täglichen Futterverbrauch während der Legephase, danach nahmen die Tiere mit der restriktiven Fütterung täglich am wenigsten Futter zu sich, gefolgt von den Tieren mit der ad libitum Fütterung. Die Tiere mit der im Nährstoff verdünnten Fütterungsvariante hatten den höchsten täglichen Futterverbrauch.

4.3.2.3 Gesamtfutterverzehr

Der Gesamtfutterverzehr (in Kilogramm pro Tier) während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit vom Geschlecht wird für die Rassen und Fütterungsmanagements im Vergleich in Abbildung 60 und 61 verdeutlicht. Mit einem Gesamtfutterverzehr von 11,4 kg für Ross 308 und 10,8 kg für Cobb 500 lagen die restriktiv gefütterten Hennen hinter den ad libitum gefütterten Hennen (Ross 308: 28,7 kg; Cobb 500: 28,5 kg). Diese wiederum hatten einen niedrigeren Gesamtfutterverbrauch als die verdünnt gefütterten Hennen (Ross 308: 29,9 kg; Cobb 500: 31,2 kg). Für die weiblichen Tiere konnten signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsmanagements festgestellt werden, es waren während der Aufzuchtphase jeweils zwei Gruppen mit derselben Fütterung und derselben Rasse. Für die Hähne lag der Gesamtfutterverbrauch für die restriktive Gruppe der Rasse Ross 308 bei 13,22 kg, für die Rasse Cobb 500 bei 12,76 kg und war damit deutlicher geringer als für die ad libitum Gruppen, mit 32,50 kg für Ross 308 und 34,01 kg für Cobb 500. Auch hier hatten die verdünnt gefütterten Gruppen den höchsten Futterverbrauch über die gesamte Aufzuchtphase (35,41 kg für Ross 308 und 36,80 kg für Cobb 500).

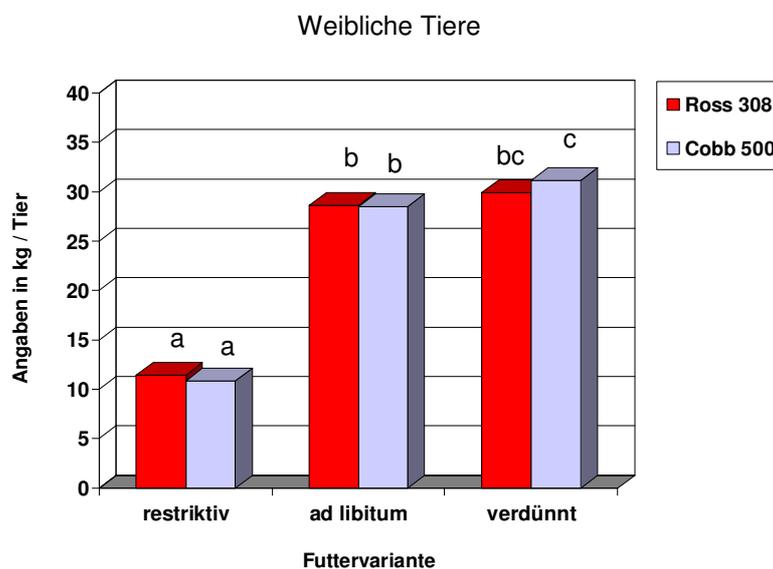


Abbildung 60: Gesamtfutterverzehr (kg) der weiblichen Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** während der Aufzuchtphase im Vergleich in Abhängigkeit von der Futtervariante (a, b, c: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen während der jeweiligen Lebenswoche).

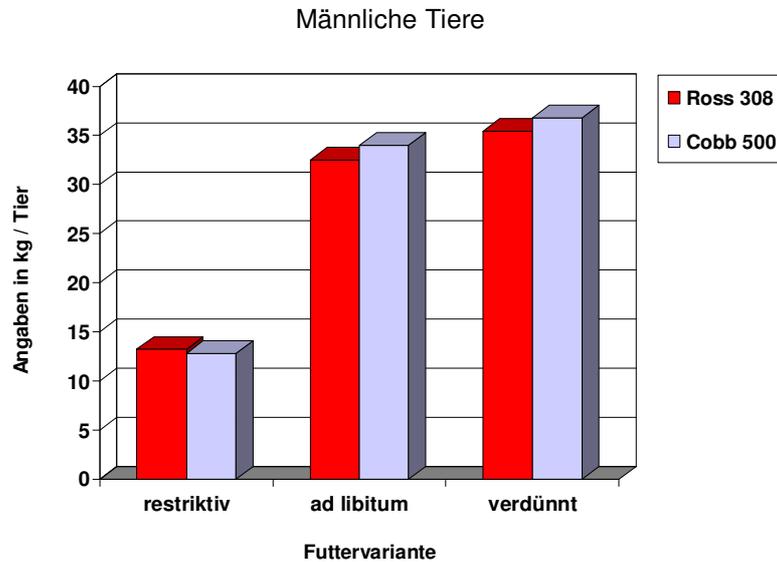


Abbildung 61: Gesamtfutterverzehr (kg) der **männlichen** Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit von der Futtervariante.

Tabelle 46: gesamter Futterverbrauch während der Legephase (167 Tage), Angaben in Kilogramm pro Tier (kg/Tier) für die Hennen und Hähne, getrennt nach Rasse und Fütterungsmanagement.

gesamter Futterverbrauch während der Legephase		
Rasse	Fütterung	Futterverbrauch gesamt (167 Tage) in kg/Tier
Ross	restriktiv	25
	ad libitum	33
	verdünnt	35
Cobb	restriktiv	24
	ad libitum	32
	verdünnt	34

Aus diesen Gesamtfutterverbrauchsangaben lies sich ein Geschlechtsdimorphismus ablesen, der bei allen Fütterungsmanagements bei beiden Rassen einen höheren Verbrauch an Futter für die männlichen Tiere im Vergleich zu den weiblichen Tieren. Die Unterschiede im Futterverbrauch zwischen den beiden Rassen waren gering und es war daraus keine Regelmäßigkeit abzuleiten.

Die Tabelle 46 zeigt die gleichen Verhältnisse, wie auch schon beim durchschnittlichen täglichen Futtermittelverzehr beschrieben. Die Tiere mit der Nährstoffverdünnung nahmen am meisten Futter auf vor den Tieren mit ad libitum Fütterung und diese wiederum vor den Tieren mit restriktiver Fütterung.

4.3.3 Wasserverbrauch

4.3.3.1 Gesamtwasserverbrauch

Für den Gesamtwasserverbrauch (in Liter pro Tier) während der Aufzuchtphase erfolgt die Darstellung getrennt nach Rasse und Geschlecht. Die Fütterungsmanagements werden in den Abbildungen 62 bis 65 im Vergleich dargestellt. Die restriktiven Gruppen hatten den niedrigsten Gesamtwasserverbrauch unabhängig von Rasse und Geschlecht, die verdünnten Gruppen hatten den höchsten Gesamtwasserverbrauch mit Ausnahme der männlichen Tiere der Rasse Cobb 500. Hier wiesen die ad libitum gefütterten Tiere den höchsten Wasserverbrauch auf. Die genauen Zahlen des Gesamtwasserverbrauchs aus der Aufzuchtphase sind dem Anhang zu entnehmen.

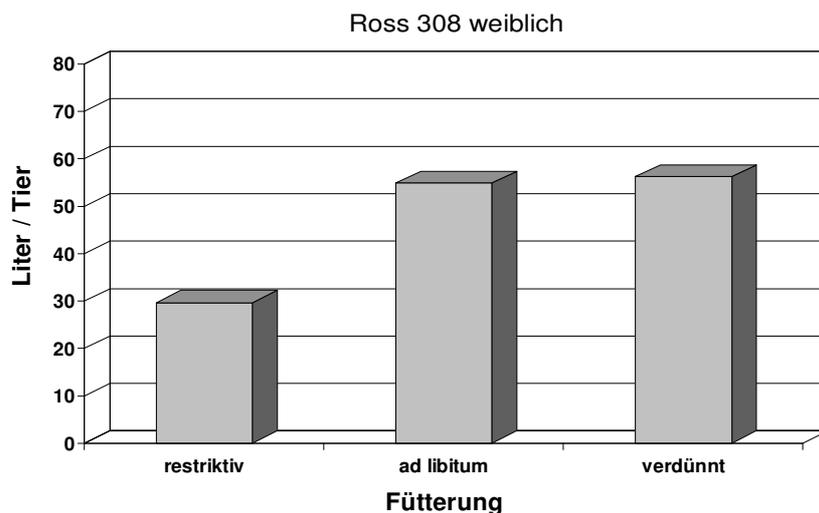


Abbildung 62: Gesamtwasserverbrauch (Liter/Tier) während der Aufzuchtphase der **weiblichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von der Futtervariante.

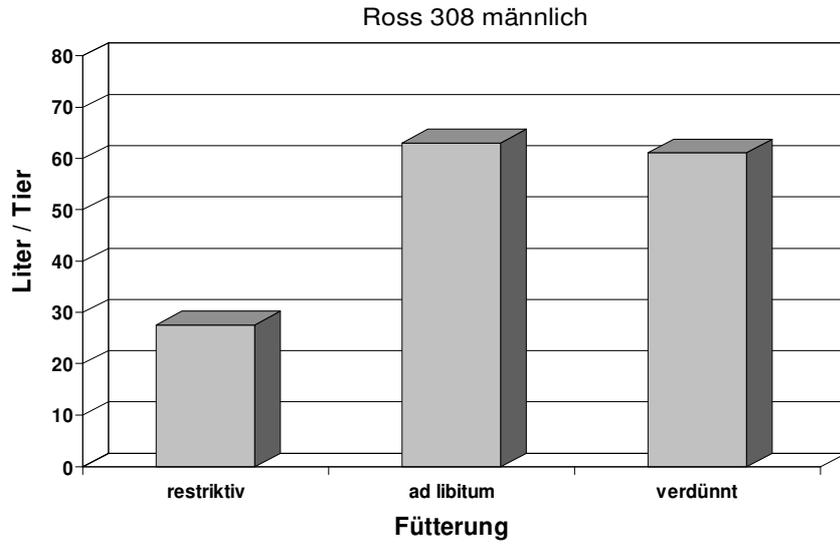


Abbildung 63: Gesamtwasserverbrauch (Liter/Tier) während der Aufzuchtphase der **männlichen** Tiere der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

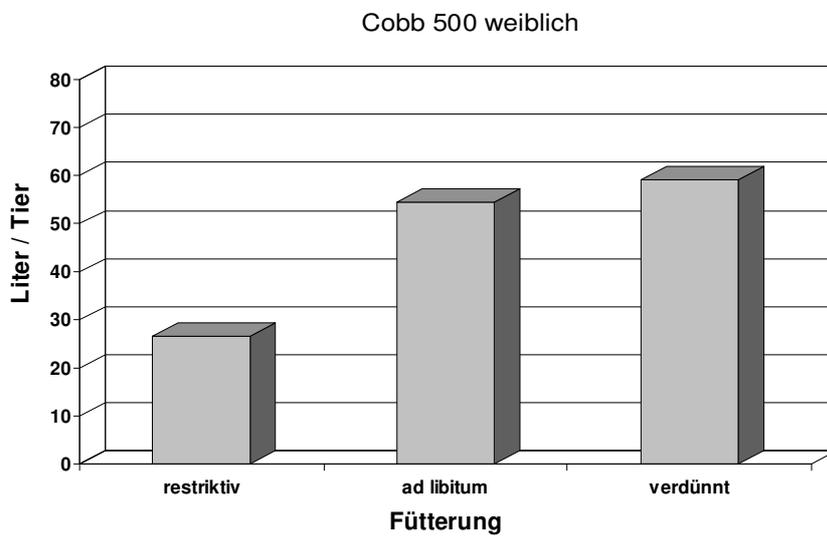


Abbildung 64: Gesamtwasserverbrauch (Liter/Tier) während der Aufzuchtphase der **weiblichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

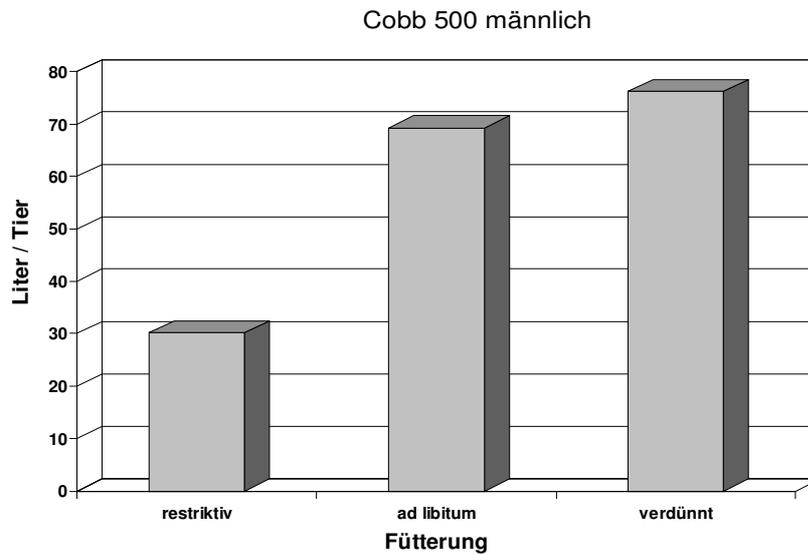


Abbildung 65: Gesamtwasserverbrauch (Liter/Tier) während der Aufzuchtphase der **männlichen** Tiere der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

In der Legephase wurden keine Daten ausgewertet, da sie nicht vollständig erhoben wurden. Es traten technische Probleme bei der Wassermessung auf, so war zum Beispiel eine Wasserleitung defekt und lief über Nacht. In der sehr heißen Periode im August 2005 wurden den Tieren zusätzlich Trinkmöglichkeiten angeboten, um ihren Durst zu stillen. Diese Wassermenge sind in den erhobenen Daten der Legephase nicht enthalten und wurden deshalb nicht ausgewertet.

4.3.3.2 Durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch

Die Graphiken 66 und 67 zeigen den durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch (in Milliliter pro Tier und Tag) während der Aufzuchtphase. Hier erfolgt die Darstellung in Abhängigkeit des Geschlechts für die Rassen und Fütterungsmanagements. Aus diesen beiden Graphiken ist ebenfalls ersichtlich, dass die restriktiv gefütterten Tiere den niedrigsten Wasserverbrauch hatten (weiblich Ross 308: 176 ml/Tier/Tag, weiblich Cobb 500: 158 ml/Tier/Tag, männlich Ross 308: 177 ml/Tier/Tag, männlich Cobb 500: 194 ml/Tier/Tag). Für die weiblichen Tiere traf die gleiche Aussage zu wie für den Gesamtwasserverbrauch, die verdünnt gefütterten Gruppen (weiblich Ross 308: 334 ml/Tier/Tag, weiblich Cobb 500: 350 ml/Tier/Tag) hatten einen höheren Verbrauch als die ad libitum gefütterten Gruppen (weiblich

Ross 308: 326 ml/Tier/Tag, weiblich Cobb 500: 324 ml/Tier/Tag). Bei den männlichen Tieren trat wieder die Ausnahme auf, dass bei der Rasse Ross 308 die ad libitum gefütterte Gruppe (männlich Ross 308: 390 ml/Tier/Tag, männlich Cobb 500: 428 ml/Tier/Tag) einen höheren durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch hatte als die verdünnt gefütterte Gruppe (männlich Ross 308: 381 ml/Tier/Tag, Cobb 500: 475 ml/Tier/Tag). Die männlichen Tiere verbrauchten durchschnittlich pro Tag etwas mehr Wasser als die weiblichen Tiere, Unterschiede zwischen den beiden Rassen ließen keine einheitliche Aussage zu. Für die Legephase standen keine vollständigen Angaben zur Verfügung, so dass auf eine Auswertung verzichtet werden musste.

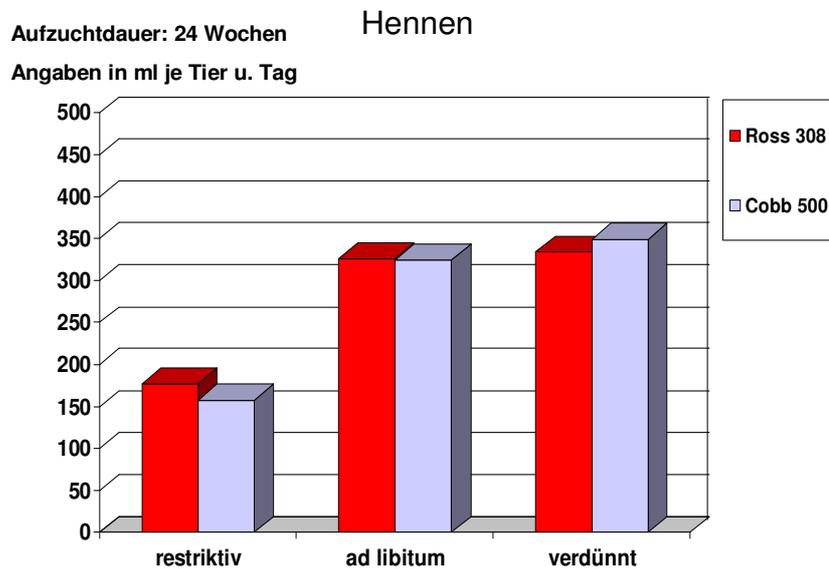


Abbildung 66: Durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch (ml/Tier/Tag) der **weiblichen** Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich in Abhängigkeit der Futtermittelvariante während der Aufzuchtphase.

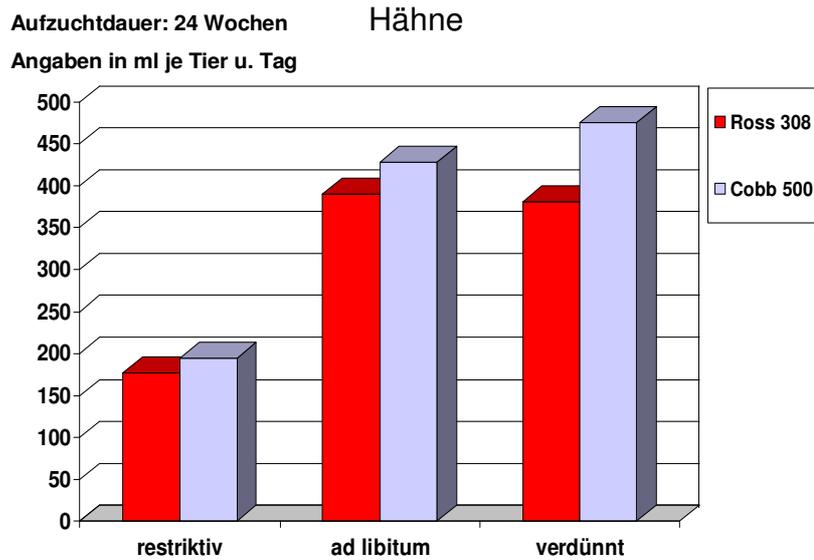


Abbildung 67: Durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch (ml/Tier/Tag) der **männlichen** Tiere der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich in Abhängigkeit der Futtervariante während der Aufzuchtphase.

4.3.3.3 Wasser-/ Futterverhältnis

Die Abbildung 68 verdeutlicht das Wasser-/ Futterverhältnis (Liter Wasser je Kilogramm aufgenommenes Futter) aller Gruppen im Vergleich. Zu erkennen ist, dass die restriktiven Gruppen unabhängig von Rasse und Geschlecht immer das größte Wasser-Futterverhältnis hatten, das heißt, sie verbrauchen mehr Wasser je Kilogramm aufgenommenes Futter als die verdünnt oder ad libitum gefütterten Tiere. Das Verhältnis lag bei den restriktiven Gruppen immer über zwei Liter Wasser je Kilogramm Futter. Die Unterschiede zwischen den anderen beiden Fütterungsmanagements waren deutlich geringer. Meist verbrauchten die ad libitum gefütterten Tiere mehr Wasser pro Kilogramm aufgenommenes Futter, mit Ausnahme der Gruppe Cobb männlich.

Tabelle 47: Wasser-/Futterverhältnis (Liter Wasser/Kilogramm Futter) während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit von der Fütterung, der Rasse und dem Geschlecht.

Wasser-/Futterverhältnis (l/kg)			
Ross 308	weiblich	restriktiv	2,68
		ad libitum	1,91
		verdünnt	1,87
	männlich	restriktiv	2,09
		ad libitum	1,94
		verdünnt	1,73
Cobb 500	weiblich	restriktiv	2,46
		ad libitum	1,91
		verdünnt	1,9
	männlich	restriktiv	2,36
		ad libitum	2,04
		verdünnt	2,07

4.3.4 Fruchtbarkeitsparameter

Die genauen Werte zu den Leistungen insbesondere den Legeleistungen finden sich im Anhang in den Anlagen 11 bis 17.

4.3.4.1 Eizahlen

Die absoluten und die relativen Zahlen über die Legeleistung, die aus Tabelle 47 ersichtlich sind, zeigten, dass die restriktiv gefütterten Hennen beider Rassen die beste Legeleistung aufwiesen. Das verdünnte Fütterungsmanagement bedingte eine schlechtere Legeleistung, die aber noch vor der Legeleistung der ad libitum gefütterten Tiere lag.

Tabelle 48: Eizahlen je Durchschnittshenne absolut und in Prozent (Aufzeichnung über einen Zeitraum von 164 Tagen).

Eizahl je Durchschnittshenne			
Rasse	Fütterung	Eizahl je Durchschnittshenne (Stückzahl)	Eizahl je Durchschnittshenne (%)
Ross	restriktiv	66,9	41,1
	ad libitum	21,3	16,3
	verdünnt	41,6	30,1
Cobb	restriktiv	60,7	37,2
	ad libitum	15,7	15,2
	verdünnt	27,2	20,6

4.3.4.2 Eigewichte

Die Abbildung 69 zeigt die Eigewichte (in Gramm) in Abhängigkeit von Rasse und Fütterungsmanagement. Die Eier mit dem höchsten Gewicht legte die Rasse Cobb 500 mit der restriktiven Fütterung, die Eier mit dem geringsten Gewicht die Rasse Ross 308 mit der ad libitum Fütterung. Die Tiere mit der restriktiven Fütterung legten bei beiden Rassen schwerere Eier als die Tiere der gleichen Rasse mit anderen Fütterungsmanagements. Bei der Betrachtung der Rassen im Vergleich war auffällig, dass die Rasse Ross 308 mit ad libitum Fütterung deutlich leichtere Eier legte als die Rasse Ross 308 mit verdünnter Fütterung. Bei der Rasse Cobb 500 verhielt es sich etwas anders, dort legten die Tiere mit verdünnter Fütterung etwas leichtere Eier als die Tiere mit ad libitum Fütterung. Unabhängig vom Fütterungsmanagement legten die Hennen der Rasse Cobb 500 schwerere Eier als die Hennen der Rasse Ross 308.

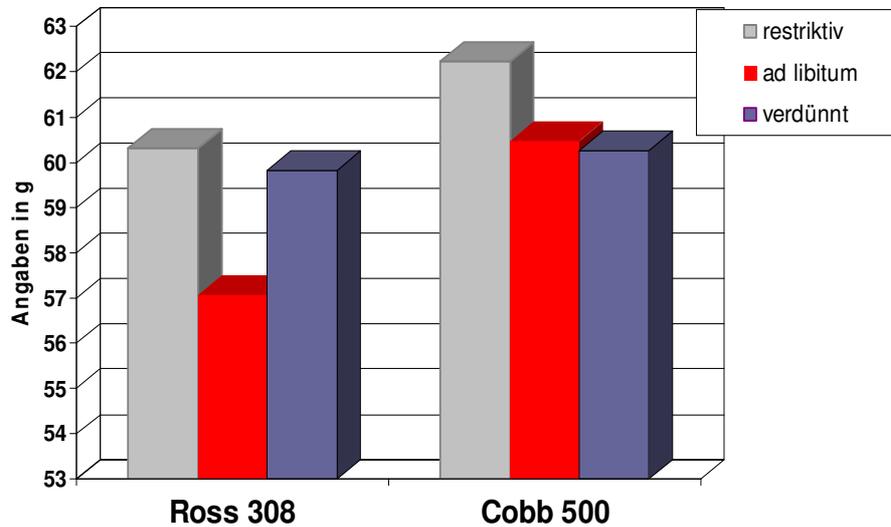


Abbildung 68: Durchschnittliche Eigewichte (g) der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

4.3.4.3 Befruchtungs- und Schlupfraten

Die Befruchtungs- und Schlupfraten (in Prozent) der Rassen Ross 308 und Cobb 500 sind in den Abbildungen 70 und 71 dargestellt. Die Betrachtung erfolgt für die Fütterungsmanagements im Vergleich. Die Befruchtungsrate und die Schlupfrate waren bei beiden Rassen mit der restriktiven Fütterungsvariante am besten. Die Unterschiede zu ad libitum und verdünnt gefütterten Tiere waren deutlich. Bei den beiden anderen Fütterungsmanagements verhielten sich die beiden Rassen gegensätzlich. Für die Rasse Ross 308 wurde für die verdünnt gefütterten Tiere bessere Befruchtungs- und Schlupfraten festgestellt. Bei der Rasse Cobb 500 erzielten die ad libitum gefütterten Tiere bessere Ergebnisse. Die Anzahl der abgestorbenen Eier waren in allen Fällen unter 10 Prozent und unterschieden sich nicht deutlich voneinander.

Ross 308

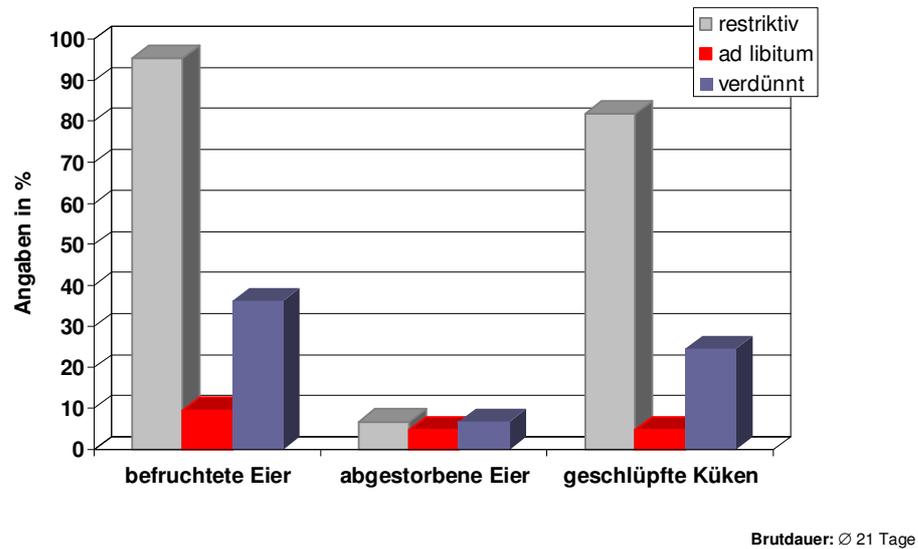


Abbildung 69: Befruchtungs- und Schlupfraten (%) der Rasse **Ross 308** in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

Cobb 500

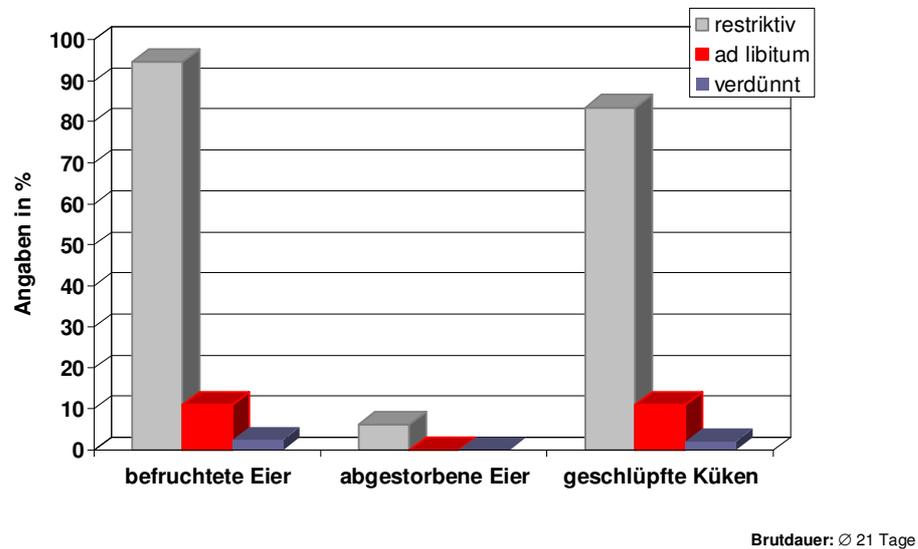


Abbildung 70: Befruchtungs- und Schlupfraten (%) der Rasse **Cobb 500** in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

Zu den Befruchtungsraten finden sich Daten in tabellarischer Form im Anhang in den Anlagen 18 bis 20.

4.3.4.4 Kükengewichte

In Abbildung 72 sind die Kükengewichte (in Gramm) in Abhängigkeit von Fütterung und Rasse dargestellt. Zu sehen ist, dass bei beiden Rassen die Tiere mit restriktiver Fütterung höhere Kükengewichte erzielten. Bei beiden Rassen erfolgte die gleiche Staffelung. Restriktiv gefütterte Tiere hatten schwerere Küken als ad libitum gefütterte Tiere und diese wiederum schwerere Küken als verdünnt gefütterte Tiere. Ein Rasseunterschied war nicht augenscheinlich.

Weitere Parameter zur Legeleistung, wie die absolute und relative Eizahl je Durchschnittshenne in 164 Tagen, die Eizahl je Anfangshenne in Prozent, verlegte Eier in Prozent sowie mögliche Hennentage Hennen und mögliche Hennentage Hähne befinden sich im Anhang (Anlage 18 bis 20).

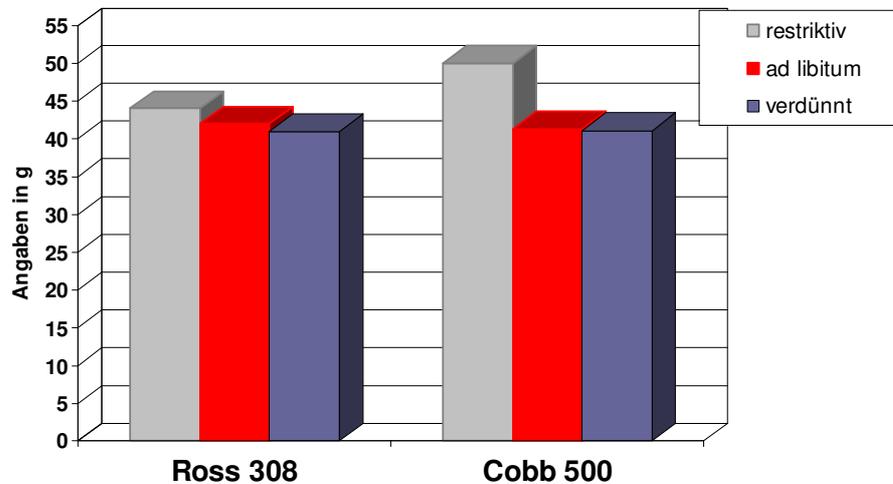


Abbildung 71: Kükengewichte (g) der Rassen **Ross 308** und **Cobb 500** im Vergleich in Abhängigkeit von der Futtermvariante.

5 DISKUSSION

Derzeit existiert keine rechtlich bindende Grundlage für die Haltung der Mastelterniere, vor allem in Bezug auf die Fütterung. Die genetisch negative Korrelation zwischen schnellem Wachstum und guter Reproduktionsleistung bedingt eine Futterrestriktion, durch welche die Tiere an Hunger und möglichen Gesundheitsschäden leiden. Diese Tatsache fordert weitere Untersuchungen mit verschiedenen Fütterungsmanagements. Ziel dieser Studie war es, ein gesundes und tiergerechtes Fütterungsmanagement für Mastelterniere zu finden, bei dem die Tiere ihrem Fressverhalten gerecht werden können und dabei keinen Schaden nehmen. Die Untersuchungen wurden an den zwei Fleischrassen Ross 308 und Cobb 500 erhoben, die unter identischen Bedingungen in Bodenhaltung gehalten wurden. Die Tiere jeder Rasse wurden in drei gleich große Gruppen aufgeteilt und drei unterschiedlichen Fütterungsmanagements unterzogen. Je eine Gruppe wurde restriktiv gefüttert, je eine Gruppe erhielt Futter ad libitum und je eine Gruppe erhielt Futter ad libitum, das aber im Energie- und Nährstoffgehalt reduziert war. Die Aufzuchtphase dauerte 24 Wochen, die Legephase 26 Wochen, wobei die Legephase vorzeitig aus tierschutzrechtlichen Gründen abgebrochen werden musste. In dieser Studie wurden Parameter zur Beurteilung der Tiergesundheit erhoben. Dafür wurde der Fett- und der Leberstoffwechsel, die Knochenbruchfestigkeit, die Knochengröße und die Muskelfaserdicke untersucht. Zur Leistung in der Aufzucht- und Legephase wurden ebenfalls Daten erfasst, wie die Gewichtsentwicklung, der Futtermittelverbrauch, der Wasserverbrauch und Fruchtbarkeitsparameter.

5.1 Postmortale Untersuchungen

Die Rasse ist ein beeinflussender Faktor für die **Knochenbruchfestigkeit**. Da aber die Zuchtziele beider in dieser Studie verwendeter Rassen (Ross 308 und Cobb 500) miteinander vergleichbar waren, sind auch ähnliche Ergebnisse in Bezug auf Knochengröße und Knochenbruchfestigkeit erzielt worden. Unterschiede in der Knochenbruchfestigkeit und der Knochengröße, wie es in der Studie von WILLIAMS et al. (2000) zwischen langsam und schnell wachsenden Rassen untersucht wurde, traten nicht auf. Je älter die Tiere wurden, desto höher war auch die Kraft (N), die aufgewendet werden musste, um die Femura zu brechen. Vor allem ab der 22. Lebenswoche waren im Vergleich zur 6. Lebenswoche in jeder Gruppe signifikante Unterschiede in der Knochenbruchfestigkeit zu verzeichnen. Der

festgestellte Einfluss des Alters deckte sich mit den Aussagen von BRUNO et al. (2000). APPLGATE und LILBURN (2002), YALCIN et al. (1998) und HEMME (2004) stellten eine positive Korrelation zwischen dem Faktor Körpergewicht, Knochengewicht und der Messgröße Knochenbruchfestigkeit fest. Dies konnte in dieser Studie bestätigt werden, da die in der Aufzuchtphase erhobenen Gewichtsdaten mit zunehmendem Alter anstiegen und auch die Knochenbruchfestigkeit mit dem Alter signifikant anstieg. Für die Einflussgröße Geschlecht konnten nur Tendenzen beschrieben werden, da nur für die weiblichen Tiere statistische Auswertungen möglich waren, die männliche Individuenzahl dafür aber zu gering war. Das Resultat, dass weibliche Tiere weniger stabile Knochen haben als männliche Tiere, von YALCIN et al. (2001) deckt sich mit den Ergebnissen dieser Studie. Die drei unterschiedlichen Fütterungsmanagements innerhalb beider Rassen ließen Unterschiede in der Knochenbruchfestigkeit erkennen, nach denen restriktiv gefütterte Tiere die am wenigsten stabilen Knochen hatten, die verdünnte Fütterung festere Knochen bedingte und die Tiere mit ad libitum Fütterung die stabilsten Knochen aufwiesen. Auch BRUNO et al. (2000) stellten fest, dass restriktive Fütterung die Knochenbruchfestigkeit des Femurs im Vergleich zur ad libitum Fütterung verringert.

Die **Elastizitätsmessungen** (Dehnung in mm) hatten sich als weniger geeignete Messparameter im Vergleich zur Knochenbruchfestigkeit erwiesen, da sich sowohl rasse-, geschlechts- und fütterungsmanagementabhängige Zusammenhänge nicht ergaben. Allein eine Altersabhängigkeit konnte für die Elastizität nachgewiesen werden; so ergaben sich für die Messungen in der 50. Lebenswoche Werte zwischen 1,82 mm und 3,04 mm und sind damit signifikant geringer als die Dehnungswerte aus der 6. Lebenswoche (2,32 mm – 3,71 mm). Setzt man hierzu die Dehnungswerte von BAZER (2005) (1,48 mm – 1,58 mm) und BAUMGART (2005) (1,42 mm – 1,48 mm) in der 65. Lebenswoche in Bezug, scheint bei Hühnern mit zunehmendem Alter die Flexibilität der Knochen immer geringer zu werden.

Die Auswertung der **Knochengrößen** (Länge, Breite, Höhe) hingegen hatten ähnliche Ergebnisse gezeigt wie auch von YALCIN et al. (1998) und HEMME (2004) dargestellt. Je älter die Tiere waren, desto größere Knochen hatten sie. Die Unterschiede zwischen den späteren Untersuchungsterminen zu dem in der 6. Lebenswoche als Referenz ergaben immer und für jede Größe signifikante Unterschiede. Es muss allerdings beachtet werden, dass wieder nur für die weiblichen Tiere statistische Erhebungen gemacht werden konnten. Bei dem Parameter Knochenlänge war in drei Fällen (Ross 308 restriktiv weiblich, Ross 308 ad libitum weiblich und Cobb 500 ad libitum weiblich) die Individuenzahl kleiner als sieben, so dass der P-Wert mit Vorsicht zu interpretieren war. BRUNO et al. (2000) stellten fest, dass

eine restriktive Fütterung im jungen Broileralter im Vergleich zu einer ad libitum Fütterung zu vermindertem Wachstum der Knochen führt. Auch in dieser Studie waren zumindest für die weiblichen Tiere signifikante Unterschiede zu erkennen, nach denen restriktiv gefütterte Tiere die am wenigsten langen, breiten und hohen Knochen hatten. Die verdünnt gefütterten Tieren hatten bei allen Messgrößen niedrigere Werte als die ad libitum gefütterten Tiere, wobei sie in einer ähnlichen Größenordnung lagen und nur in Ausnahmefällen signifikant zu einander waren. Zwischen den beiden Rassen waren wiederum nur minimale Unterschiede zu erkennen. Der Einfluss des Geschlechts hingegen lässt Tendenzen dahingehend erkennen, dass die männlichen Tiere zu jedem Zeitpunkt längere, breitere und höhere Knochen hatten als die weiblichen Tiere aus den entsprechenden Gruppen.

Für die **Muskelfaserdicke** konnten nur beschreibende Ergebnisse verwendet werden, da zu jedem Schlachtermin aus jeder Gruppe die Muskulatur (*M. iliotibialis lateralis*) von drei Individuen untersucht wurde. Diese Individuenzahl war zu gering für eine statistisch gesicherte Auswertung. Der Einfluss der Rasse konnte auch hier wieder nur unzulänglich beurteilt werden, da zwei sehr ähnliche Fleischrassen in der Studie untersucht wurden. Der Einfluss des Geschlechts auf die Muskelfaserdicke war minimal, wie auch schon von SMITH und FLETCHER (1988) festgestellt wurde. Deutliche Unterschiede traten in Abhängigkeit des Alters auf. 50 Wochen alte Mastelterniere hatten deutlich größere Muskelfaserdurchmesser als sechs Wochen alte Broiler. Bei MODZIAK et al. (1997) sind ebenfalls signifikante Einflüsse des Alters auf die Muskelfaserdicke festgestellt worden. Abschließend bleibt noch der Einfluss der Fütterung zu betrachten und auch in dieser Studie konnte, wie schon bei HALEVY et al. (2000, 2003), festgestellt werden, dass restriktiv gefütterte Tiere in aller Regel kleinere Muskelfaserdurchmesser aufweisen als ad libitum gefütterte Tiere. Bei der Zunahme der Muskelfaserdicke in Abhängigkeit des Alters bleibt anzunehmen, dass es sich dabei um eine Hypertrophie der einzelnen Fasern handelt, da die Anzahl der Muskelfasern bereits in der Embryonalzeit angelegt wird und somit nicht mehr durch Haltungsbedingungen zu beeinflussen ist. Eine Hyperplasie der Muskelfasern war somit in dieser Studie nicht zu erwarten. In dieser Studie war festzustellen, dass der fütterungsbedingte Einfluss in ähnlichem Maße für die Knochenparameter als auch für die Muskelfaserdicke zutrifft. Ob allerdings das Knochenwachstum die Gewichtszunahme, bedingt durch eine Zunahme an Muskelfleisch in den ad libitum gefütterten Gruppen vollständig kompensieren kann, oder ob mit vermehrten Beinschäden und verminderter Beweglichkeit der Tiere zu rechnen ist kann nicht abschließend beurteilt werden. Es bleibt die Vermutung, dass zu schwere Tiere sich weniger

bewegen, was zu einer geringeren Anregung der Knochenbildung laut LEYENDECKER et al. (2002) führt.

Zwischen den Fütterungsgruppen der beiden Rassen und den beiden Geschlechtern waren sowohl für die Aufzuchtphase als auch für die Legeperiode signifikante Unterschiede hinsichtlich der **Mortalität** zwischen Fütterungsvarianten nachgewiesen worden mit Ausnahme der männlichen Tiere der Rasse Ross 308. Die restriktiv gefütterten Tiere hatten signifikant geringere Verluste als die beiden anderen Fütterungsmanagements, deren Abgangsursachen in Leberverfettung und Herz- und Kreislaufversagen zu finden waren. Erhöhte Verluste bedingt durch ad libitum Fütterung wurden auch schon in anderen Studien festgestellt, so verzeichneten zum Beispiel HOCKING et al. (2002) eine Steigerung der Mortalität von 4 % bei restriktiver Fütterungsweise auf 46 % bei ad libitum Fütterung in der 60. Lebenswoche.

Die Verlustraten bei den Hähnen lagen in den restriktiv gefütterten Gruppen bei 7,7 % (Ross 308) und 5,9 % (Cobb 500), in den verdünnt gefütterten Gruppen bei 25,9 % (Ross 308) und 30,3 % (Cobb 500) und in den ad libitum Gruppen bei 30,8 % (Ross 308) bzw. 48,5 % (Cobb 500). Die häufigsten Abgangsursachen waren in den restriktiven Fütterungsgruppen die prophylaktische Selektion zurückgebliebener Tiere und in den Gruppen mit ad libitum oder verdünnter Fütterung Beinschwäche, Kreislaufversagen und offensichtliche Verletzungen. Wegen Verdauungsstörungen, Kropflähme und Beinproblemen in den ad libitum gefütterten Gruppen wurden bei allen Tieren in der 13. Lebenswoche eine Colestinbehandlung durchgeführt, die Ca-Versorgung durch das zusätzliche Angebot von Austernschalen verbessert und die Konstitution durch eine Vit. A D₃ E Trinkwassergabe stabilisiert.

Die **Verlustrate** in der Legeperiode war sehr hoch und führte zum vorzeitigen Abbruch des Versuches. Es wurden zu Beginn der Legephase jeweils 80 Hennen und neun Hähne je Herkunft und Futtermvariante eingestallt, lediglich in den ad libitum Gruppen standen nur noch 58 Ross 308 bzw. 70 Cobb 500 Hennen zur Verfügung. Diese verminderte Anzahl an Hennen in den ad libitum gefütterten Gruppen war auf den Hitzestress während des Umstellens der Tiere zurückzuführen, es verendeten ungleich mehr ad libitum gefütterte Tiere als Tiere aus den anderen Fütterungsmanagements. Dass restriktiv gefütterte Tiere eine bessere Hitzeverträglichkeit aufweisen als ad libitum gefütterte Tiere, stellten auch schon ZULKIFLI et al. (2000) fest.

In den 26 Produktionswochen der Legephase verendeten in der restriktiv gefütterten Gruppe 3,6 % der Hennen, während die Abgangsrate in der ad libitum Gruppe bei 31,0 % und bei der verdünnten Fütterungsvariante bei 25,0 % der Rosshennen lag. Die Mortalität bei den Cobb

500 Mastelertierhennen betrug 2,5 % (restriktive Fütterung), 64,3 % (ad libitum Fütterung) und 38,6 % (verdünnte Fütterung). Von den neun Hähnen je Abteil überlebten in den restriktiven Fütterungsgruppen sieben (Ross 308) bzw. sechs (Cobb 500). Bei verdünnter Fütterung fielen bei beiden Rassen vier Hähne aus, während in den ad libitum gefütterten Gruppen sechs Hähne der Rasse Ross 308 und alle Hähne der Rasse Cobb 500 verendeten. Ähnlich hohe Verlusten sind auch von HOCKING et al. (2002) beschrieben, bei ihnen steigt die Mortalität von 12 % bei restriktiver Fütterung auf 50 % bei ad libitum Fütterung in der 50. Lebenswoche an.

Als Abgangsursachen wurden bei der pathologischen Untersuchung einer Stichprobe von zwölf Tieren Kreislaufversagen, Leberschwellung und Leberverfettung angegeben.

5.2 Physiologische Blutparameter

Für die Auswertung der Blutparameter wurde zwölf Mal von 120 markierten Tieren Blut genommen. Falls von diesen 120 markierten Tieren einzelne Individuen verstorben sind, wurden diese solange es möglich war durch zufällig ausgewählte andere Tiere der gleichen Rasse, des gleichen Geschlechts mit dem gleichen Fütterungsmanagement ersetzt. Nach Rasse, Fütterung und Geschlecht aufgeteilt ergaben sich so 13 weibliche und sieben männliche Individuen pro Rasse und Fütterung, deren Blut untersucht wurde. Statistisch ausgewertet wurden dabei die zeitlichen Verläufe innerhalb der einzelnen Gruppen sowie der Einfluss der Fütterung innerhalb der einzelnen Zeitpunkte. Für die zweite Probenentnahme in der zehnten Lebenswoche stehen keine Ergebnisse zur Verfügung, da die Blutproben eine zu starke Hämolyse aufwiesen.

Für den Fettstoffwechsel erwiesen sich die **Triglyceride** (TG) als aussagekräftige Parameter. Die zeitlichen Verläufe ergaben, dass für die weiblichen Tiere zu fast jedem Zeitpunkt signifikant höhere Triglyceridwerte im Blut auftraten als in der 6. Lebenswoche. Bei den männlichen Tieren traten nur in wenigen Ausnahmen signifikante Unterschiede von einem späteren Zeitpunkt im Vergleich zur 6. Lebenswoche auf. Wie auch bei PEEBLES et al. (1997) ergab sich so neben einer Geschlechtsabhängigkeit der Triglyceridwerte im Blut auch eine Altersabhängigkeit, wobei beides in Zusammenhang gesetzt werden musste, da der altersabhängige Anstieg durch den Einfluss der Östrogene bei den weiblichen Tieren noch deutlich erhöht wird. Bei den männlichen Tieren war der Anstieg alleine auf das Alter zurückzuführen, da Testosteron keinen Einfluss auf den TG-Gehalt im Blut hat und somit

auch deutlich geringer ausfällt (RATH, 1996). Unabhängig vom Alter traten zu fast allen Zeitpunkten für die weiblichen Tiere höhere Triglyceridwerte im Blut auf als für die männlichen Tiere, somit konnte der Geschlechtsdimorphismus, wie ihn auch LEENSTRA et al. (1991) feststellten, bestätigt werden. Die Messungen begannen in vorliegender Studie in der 6. Lebenswoche, so dass keine Aussage getroffen werden kann, ob zu einem früheren Zeitpunkt das Verhältnis der Triglyceridgehalte im Plasma der weiblichen Tiere zu dem der männliche Tiere umgekehrt war wie von LEENSTRA et al. (1991) beschrieben. Eine Aussage über den genetischen Einfluss auf den Triglyceridgehalt im Blut musste auf das Geschlecht beschränkt bleiben, da in der vorliegenden Studie zwei Broilerrassen mit sehr ähnlichen Zuchtzielen verwendet wurden und somit keine Unterschiede zu erkennen waren. Eine Fütterungsabhängigkeit des Triglyceridgehaltes im Plasma deckt sich mit den Erkenntnissen von HOCKING et al. (1992), eine restriktive Fütterung bedinge häufig eine niedrigere Triglyceridkonzentration im Blut als eine ad libitum Fütterung. Die Untersuchungen dieser Studie ergaben für die Tiere, die verdünnt gefüttert wurden, zu den meisten Zeitpunkten höhere Werte als für die Tiere, die restriktiv gefüttert wurden, jedoch niedrigere Werte als für die ad libitum gefüttert Tiere, die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen waren nur zu wenigen Zeitpunkten signifikant. Ab der 22. Lebenswoche war bei den weiblichen Tieren ein Anstieg der Triglyceridkonzentrationen bei allen Fütterungsarten und bei beiden Rassen zu verzeichnen, bei den männlichen Tieren eher ein Absinken. Beide Veränderungen können auf die beginnende Geschlechtsreife der Tiere zurückgeführt werden. Bei den weiblichen Tieren insofern, dass sie nun ein geringeres Größenwachstum aufweisen und die aufgenommenen Futtermengen für die Reproduktion zur Verfügung stehen, bei den männliche Tieren insofern, dass mit der Umstallung und der Geschlechtsreife eine physiologische Art von Stress auf sie einwirkt. Das Treten bedingt eine höhere Bewegungsintensität und einen erhöhten Nährstoffverbrauch. Gegen Ende des Beobachtungszeitraumes trat bei beiden Geschlechtern ein Absinken der Werte auf, was möglicherweise als Anzeichen für Stress der Tiere zu bewerten ist, der sich auch dadurch auszeichnete, dass der Versuch vorzeitig abgebrochen werden musste, da vor allem die männlichen Tiere eine sehr hohe Verlustrate aufwiesen.

Neben der Menge des zur Verfügung stehenden Futters ist auch der Fütterungszeitpunkt ausschlaggebend für den Triglyceridgehalt im Blut (MARCH, 1984; SCOPE, 1999; SANZ et al., 2000). So steigen die Triglyceridkonzentrationen postprandial deutlich an und sinken nach einer gewissen Nüchternungszeit wieder deutlich ab. In diesem Versuch ist eine Aussage dahingehend schwierig, da trotz eines relativ hohen personellen Aufwands die Blutentnahme

bei 120 Tieren mehrere Stunden in Anspruch genommen hat. Allerdings war in etwa der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraumes auffällig, dass häufig die restriktiv gefütterten Tiere die höchsten Triglyceridkonzentrationen im Blut aufwiesen. Diese Tiere wurden nur einmal am Tag vormittags gefüttert und in den meisten Fällen wurde die Blutentnahme im Anschluss vorgenommen. Bei den restriktiv gefütterten Tieren waren wahrscheinlich häufig die postprandial erhöhten Werte gemessen worden, wohingegen die verdünnt und ad libitum gefütterten Tiere den ganzen Tag Futter zur Verfügung hatten und somit nicht an festgesetzte Futteraufnahmezeiten gebunden waren.

Über den Einfluss des Körpergewichts, wie es GRIFFIN et al. (1982) untersuchten, ist nur schwer eine Aussage möglich, da ein dauerhaft hohes Futterangebot auch zu einem erhöhten Körpergewicht führt. Somit haben die ad libitum gefütterten Tiere auch höhere Körpergewichte vorzuweisen. Aufgrund des Verhaltens der Fettsäuren im Blut (LEHNINGER et al., 1994; SCHARRER und WOLFRAM, 2000), wie zum Beispiel der postprandiale Anstieg, die Korrelation zwischen Fettsäuregehalt in der Nahrung und im Blut, bleibt eher die Vermutung, dass die Triglyceridkonzentration mehr durch das Fütterungsmanagement und nur zweitrangig durch das Körpergewicht beeinflusst wird.

Durch weitere Diagnostik wäre sicher interessant abzuklären, inwieweit Lebererkrankungen den Triglyceridgehalt im Blut beeinflussen, wie von SCOPE (1999) beschrieben. So wäre eine bessere Aussage möglich, ob die in diesem Versuch gemessenen Triglyceridwerte in physiologischen Grenzen verliefen, oder ob einzelne Ergebnisse auf pathologische Vorgänge zurückzuführen sind.

Die Aussagekraft des **Cholesterins** für den Fettstoffwechsel ist weniger günstig zu beurteilen als die der Triglyceride, da Gesetzmäßigkeiten nicht immer auf den ersten Blick zu erkennen waren. Eine Altersabhängigkeit für den Cholesteringehalt im Blut, wie PEBBLES et al. (1997) untersuchten, ist nur schwer zu beurteilen, da auch die Futtermenge, die den Tieren zur Verfügung stand, ausschlaggebend ist. So bedingt eine restriktive Fütterung häufig eine Hypcholesterinämie (ZULKIFLI et al., 2000), die in vorliegender Studie bei den weiblichen Tieren ebenfalls aufgetreten war. Die ad libitum gefütterten Tiere wiesen häufig signifikant höhere Cholesterinwerte im Blut auf, als die restriktiv gefütterten Tiere. Die verdünnte Fütterung bedingte Werte, die zwischen den beiden anderen Fütterungsmanagements lag. Bei den männlichen Tieren war auffällig, dass häufig die restriktiv gefütterten Tiere signifikant höhere Cholesterinkonzentrationen im Blut aufwiesen. In diesem Fall bliebe zu klären, ob diese Auffälligkeit nicht in direkten Zusammenhang mit der Fütterungszeit und den Blutentnahmezeitpunkten zu sehen ist. Die restriktiv gefütterten Tiere wurden nur einmal am

Tag gefüttert. Wegen der zeitintensiven Blutentnahme ist nicht auszuschließen, dass durch die Ergebnisse häufig die lipämische postprandiale Phase der restriktiv gefütterten männlichen Mastelertiere widerspiegelt wurde, in anderen Fällen, in denen die Werte niedrig waren, aber wiederum nicht. Die beiden Hauptursachen für erhöhte Cholesterinwerte im Blut sind in der Lipämie und in der Adipositas zu suchen (CHRISTEN, 2004; SCOPE, 1999). Um die beiden Fälle gegeneinander abzugrenzen, besteht die Möglichkeit, den Fütterungszeitpunkt bei der Auswertung der Cholesteringehalte im Blut zu berücksichtigen. Auch die Gallensäurenkonzentrationen können zur Unterscheidung einer Lipämie zu anderen Ursachen einer Hypercholesterinämie dienen, da die Gallensäurekonzentrationen in gewissen Zeitintervallen nach einer fettreichen Nahrung ansteigen. Sind beide Werte (Cholesterin und Gallensäuren) hoch, muss an eine Lipämie gedacht werden und zur weiteren Diagnostik eventuell eine gewisse Nüchternungszeit eingehalten werden. Neben der Futtermenge sind auch die Inhaltsstoffe des Futters ausschlaggebend für eine Erhöhung des Cholesteringehaltes im Blut. ALETOR et al. (2003) und BUCKNER et al. (1986) berichteten über den Einfluss proteinarmer und proteinreicher Nahrung, und auch Untersuchungen auf die Auswirkungen unterschiedlichen Fettgehaltes im Futter zeigen Unterschiede im Cholesteringehalt des Blutes. Dies ist möglicherweise der Ansatzpunkt, der verdeutlicht, warum die verdünnt gefütterten Tiere Futter ad libitum erhalten hatten, aber in den meisten Fällen die Cholesteringehalte niedriger waren als in den ad libitum gefütterten Vergleichsgruppen ohne Nährstoffreduktion. Im Futter der Gruppen mit verdünnter Fütterung waren weniger Energie und Nährstoffe enthalten, die aufgenommene Menge an Cholesterin dürfte somit geringer gewesen sein als in den ad libitum gefütterten Vergleichsgruppen, dies spiegelte sich direkt in den Cholesterinkonzentrationen im Blut wider. Die Beurteilung eines nicht signifikanten Anstiegs der Cholesterinkonzentration bei den weiblichen Tieren ab der 22. Lebenswoche und ein Absinken der Cholesterinkonzentration der männlichen Tiere ab der 14. Lebenswoche war nur unter Berücksichtigung anderer Parameter sinnvoll. So sind die weiblichen Tiere in der 22. Lebenswoche zum Beispiel geschlechtsreif und die Östrogene bewirken einen Cholesterinanstieg, wie auch von RATH et al. (1996) beschrieben. Zudem nimmt das Größenwachstum weniger stark zu und die aufgenommenen Nährstoffe werden weniger für das Wachstum benötigt und stehen nun für Reproduktionszwecke zur Verfügung. Ein Absinken der Werte bei den männlichen Mastelertieren war auch auf den Hormoneinfluss zurückzuführen, und zwar auf den mangelnden Östrogeneinfluss; Testosteron hat keinen Einfluss auf die Cholesterinmenge im Blut (RATH et al., 1996). Mit zunehmendem Alter steigen die entsprechenden Hormonkonzentrationen im Körper, bei den weiblichen Tieren ist

ein Anstieg des Östrogens zu verzeichnen, bei den männlichen Tieren ein Anstieg des Testosteron. Das erklärt die wechselnden Verhältnisse des Cholesterins im Vogelblut: anfänglich hatten die männlichen Tiere mehr Cholesterin im Blut, dies deckt sich auch mit den Angaben von PEEBLES et al. (1997). Ab der 14. Lebenswoche zeigten fast immer die weiblichen Tiere höhere Konzentrationen. Rasseabhängige Unterschiede konnten durch diese Studie weder bestätigt noch dementiert werden, es wurden zwei Fleischrassen gewählt, die sehr ähnliche Zuchtziele verfolgten.

Zur Beurteilung des Leberstoffwechsels wurden neben den AST-Konzentrationen die **Gallensäurenkonzentrationen** im Blut bestimmt. Eine Altersabhängigkeit konnte bestätigt werden, vor allem wie sie von INERREA et al. (1988) beschrieben ist. Sie fanden nicht nur heraus, dass die Gallensäurekonzentration im Blut in der dritten Lebenswoche am größten ist, sie beschrieben auch, dass nach der 6. Lebenswoche ein starker Einbruch der Gallensäurewerte auftritt. GREEN und KELLOGG (1987) berichteten auch darüber, dass die Konzentrationen gerade in den ersten Lebensstadien sehr hoch sind. Über die Werte der Gallensäuren der ersten fünf Lebenswochen konnte mit Hilfe dieser Studie keine Aussage getroffen werden, da die erste Blutentnahme in der 6. Lebenswoche vorgenommen wurde. Der Abfall der Gallensäurenkonzentrationen nach der 6. Lebenswoche konnte aber bestätigt werden, mit einer Ausnahme: die Gruppe Ross 308, männlich, mit ad libitum Fütterung. Hier war ein einzelner Wert sehr hoch. Da er um annähernd eine Zehnerpotenz zu hoch war, bleibt die Vermutung, dass es sich trotz Wiederholung der Messungen dabei um einen Messfehler gehandelt hat, vor allem da in den nachfolgenden Auswertungen zu späteren Zeitpunkten dieser Wert nicht reproduzierbar war. Die Gallensäuren im Blut sind aber nur dann deutlich erhöht, wenn eine bleibende Leberzellschädigung vorliegt und in diesem Fall müsste der Wert in den folgenden Messungen ebenfalls deutlich erhöht sein. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie und den Ergebnissen von GREEN und KELLOGG (1987) beschrieben BROMIDGE et al. (1985) einen Anstieg der Gallensäurenkonzentration im Blut von der 6. zur 12. Lebenswoche. Neben dem Alter spielen auch noch andere Faktoren eine Rolle, die die Gallensäurekonzentrationen im Blut beeinflussen. Die Rasse oder auch die Fütterung können den entscheidenden Unterschied darstellen. In dieser Studie wurden die Rassen Ross 308 und Cobb 500 verwendet. Da sie sehr ähnliche Zuchtziele verfolgten, waren keine Unterschiede zu erkennen. Bei beiden Rassen und Tieren beiderlei Geschlechts zeigten häufig die Gruppen mit restriktivem Fütterungsmanagement die höchsten Gallensäurenkonzentrationen im Blut, teils waren die Unterschiede zu den beiden Fütterungsmanagements signifikant. Da von BROMIDGE et al. (1985) zwar der Einfluss der

Fütterung auf die Gallensäurenkonzentrationen untersucht wurde, aber die Futtermenge nicht das Hauptaugenmerk des Versuchs war, bleibt die Vermutung einer postprandialen Beeinflussung der gemessenen Werte wie auch schon bei den beiden anderen Blutparametern zuvor. Die Gallensäurenkonzentration ist zwei bis vier Stunden nach einer Mahlzeit erhöht. Die Fütterung wurde bei den restriktiven Fütterungsmanagements morgens vorgenommen und der Zeitraum der Blutprobenentnahmen deckt sich weitestgehend mit dem Zeitraum der postprandialen Gallensäureerhöhung. Die beiden anderen Fütterungsgruppen (ad libitum, verdünnt) hatten immer Futter ad libitum zur Verfügung, so dass sich das Fressverhalten insofern von der restriktiven Fütterungsgruppe unterschied, dass sie nicht innerhalb kürzester Zeit das vorhandene Futter aufgenommen hatten und im Kropf gespeichert hatten, sondern dass sie den ganzen Tag über gleichmäßig Futter zu sich genommen hatten und somit die postprandiale Phase nicht die gleiche Gallensäureerhöhung mit sich brachte wie bei den restriktiv gefütterten Tieren. Sie zeigten vermutlich eher konstante Gallensäurenkonzentrationen im Plasma über den ganzen Tag.

Abschließend bleibt festzustellen, dass die Gallensäurewerte aller Gruppen zu jedem Untersuchungszeitpunkt immer in den von GREEN und KELLOGG (1987) angegebenen Referenzbereichen lagen. Eine dauerhafte Leberschädigung in Abhängigkeit vom Fütterungsmanagement war somit eher unwahrscheinlich, da diese sich in Gallensäureerhöhungen zeigen würden.

Der zweite Parameter, der zur Beurteilung der Leberfunktion untersucht wurde, ist die **Aspartat-Amino-Transferase (AST)**. Da die AST sich nur eignet, um aktuelle Leberschädigungen aufzuweisen und auch nicht spezifisch für Leberzellen ist, eignet sie sich nur in Zusammenhang mit den Gallensäuren, um eine Beurteilung der Leberfunktion vorzunehmen. Ein Anstieg der AST bei beiden Rassen und beiden Geschlechtern ab der 22. Lebenswoche barg den Verdacht, dass eine gewisse Altersabhängigkeit dieses Enzyms, wie von MELUZZI et al. (1991) beschrieben, nicht ganz von der Hand zu weisen ist. Allerdings beschrieben sie, dass eine Veränderung des Enzyms in Abhängigkeit vom Alter nur in Korrelation zu Rasse und Jahreszeit zu setzen ist. Der genetische Einfluss, bedingt durch die Rasse, war mit Hilfe dieses Projektes nur unzureichend zu beurteilen, da zwei Rassen mit nahezu gleichen Zuchtzielen verwendet wurden. Ebenso der Einfluss der Jahreszeit konnte nur unzureichend beurteilt werden, da die Tiere in Ställen gehalten wurden und so die Temperaturunterschiede, die Lichteinwirkung und die Witterungseinflüsse minimiert wurden. Der Anstieg der AST-Konzentration ab der 22. Lebenswoche bis zur ca. 30. Lebenswoche, bei den männlichen Tieren der Rasse Ross 308 mit ad libitum Fütterung sogar bis zum Ende der

Beobachtungszeitraumes, bewegte sich in Bereichen, die etwa zwei bis vier Mal so hoch waren als die von LEWANDROWSKI et al. (1986) beschriebenen Referenzbereiche. Diese Erhöhung war als mäßig einzustufen und kommt unter anderem bei leichten Leberzellschädigungen vor. Eine deutliche Erhöhung war in der Gruppe der weiblichen Tiere der Rasse Ross 308 mit ad libitum Fütterung in der 22. Lebenswoche zu verzeichnen. Da bei den Gallensäuren ein ähnliches Verhalten der Werte nicht zu beobachten war, kann es sich auch nur um eine vorübergehende Schädigung gehandelt haben. Die Ursache der mäßig erhöhten Werte kann auch in anderen Bereichen liegen, so haben zum Beispiel HOCKING et al. (2001, 2002) erkannt, dass restriktive Fütterungsmanagements niedrigere AST-Konzentrationen im Blut bedingen als ad libitum Fütterungsmanagements. Ein Anstieg, teilweise signifikant, der AST-Werte bei den ad libitum gefütterten Tieren gegenüber den verdünnt und restriktiv gefütterten Gruppen konnte auch in dieser Studie festgestellt werden. Die verdünnt gefütterten Tiere zeigten dabei oft Werte der AST, die sich zwischen denen der restriktiv gefütterten Tieren und denen der ad libitum gefütterten Tiere bewegten. Die AST und die Gallensäuren ergeben zusammen eine relativ gute Möglichkeit, Leberfunktionsstörungen oder auch permanente Leberschädigungen zu diagnostizieren. Da die AST aber wenig spezifisch ist und auch nur kurzfristige Erhöhungen bei Leberzellschäden zeigt, ist nicht ausgeschlossen, dass bei einem Messintervall von vier Wochen leichte, nicht dauerhafte Schädigungen der Leber übersehen werden.

5.3 Beurteilung der Leistungsdaten

5.3.1 Aufzuchtphase

Die **Körpergewichte** der restriktiv gefütterten Hennen erreichten mit durchschnittlich 2.950 g (Ross 308) bzw. 2.750 g (Cobb 500) relativ genau die Zielvorgaben der Managementprogramme (Sollgewicht in der 24. Lebenswoche für die Hennen der Rasse Ross 308: 2.800 g; für die Hennen der Rasse Cobb 500: 2.930 g) (Tabelle zur Gewichtsentwicklung der Rasse Cobb 500 nach Managementvorgaben finden sich im Anhang in den Anlagen 1 und 2).

Bei der ad libitum Fütterung wurden Körpergewichte im Alter von 24 Wochen von 5.420 g (Ross 308) bzw. 5.600 g (Cobb 500) gemessen, d.h. die Sollgewichte wurden um 94 % bzw. um 91 % überschritten. Einen ähnlich großen Unterschied im Körpergewicht stellten KATANBAF et al. (1989) fest, bei ihnen erreichten Tiere mit restriktiver Fütterung eine

Gewicht von 2.100 g in der 23. Lebenswoche, Tiere die ad libitum gefüttert wurden dagegen ein Körpergewicht von 4.500 g (23. LW). Die Nährstoffverdünnung von 10 % sowie die zusätzliche Rationsverdünnung durch die Zumischung von 10 % gewaschenem Flusssand ab der 10. Lebenswoche bis einschließlich zur 22. LW in der Fütterungsvariante mit verdünnter Fütterung konnte die Körpergewichtsentwicklung bei den Ross 308 Hennen in dieser Studie um 8 % (410 g) signifikant senken. Bei den Cobb 500 Mastelertierhennen hatte sich die in den Nährstoffen reduzierte Fütterung kaum auf das Körpergewicht in der 24. Lebenswoche ausgewirkt. Die Differenz zur ad libitum Fütterung betrug lediglich 57g pro Tier, dies entspricht einer relativen Körpergewichtsminderung von 1 %.

Nachdem bei Hühnern der **Futterverzehr** bei ad libitum Fütterung über die Energieaufnahme reguliert wird, hatten die Mastelertiere versucht, die Nährstoffverdünnung der verdünnten Fütterungsvariante durch höheren Futterverzehr zu kompensieren. Nach der vollständigen Ausreifung der Verdauungsorgane konsumierten die Hennen mit verdünnter Fütterung ab der 14. Lebenswoche bis zum Ende der Aufzuchtperiode deutlich mehr Futter als Hennen mit ad libitum Fütterung. Während die **tägliche Futteraufnahme** der Mastelertierhennen der ad libitum gefütterten Gruppen bei 171 g (Ross 308) bzw. 170 g (Cobb 500) je Tier und Tag lag, verzehrten die Ross 308 und Cobb 500 Mastelertiere der verdünnt gefütterten Gruppen 178 g (Ross 308) bzw. 186 g (Cobb 500). Dies entsprach einem zusätzlichen Futterkonsum von 4 % (Ross 308) bzw. 10 % (Cobb 500). Appetit und Volumen des Verdauungstraktes schienen dabei bei den Ross 308 Mastelertieren an die physiologischen Grenzen zu stoßen, während die Cobb Mastelertiere die geringere Nährstoffdichte im Futter der verdünnten Fütterungsvariante durch Mehrkonsum fast vollständig ausgleichen konnten.

Eine deutliche Reduktion des Körpergewichts bei Mastelertieren wurde in anderen Studien erst durch extreme Verdünnung mit z.B. 40 % Haferschalenanteil in der Ration, bei gleichzeitigem Zusatz von chemischen Appetitzüglern wie Calcium-Propionat oder Phenylpropanolamine erreicht (MENCH, 2002; SANDILANS, 2004).

Das **Wasser-/ Futterverhältnis** ist beim Landgeflügel stark von der Umgebungstemperatur, dem Natriumgehalt und Proteinüberschuss im Futter abhängig. Im Bereich der Neutraltemperatur (15 - 22°C) liegt der Erwartungswert bei 1,8 - 2,0 Liter Wasseraufnahme je Kilogramm Trockenfutterverzehr (STAACK, 2004). Die Wasser-/ Futterrelation lag bei den Gruppen mit ad libitum Fütterung und verdünnter Fütterung zwischen 1,87 bis 1,91 l/kg für die weiblichen Tiere beider Rassen in einem engen normalen physiologischen Bereich. Beide Rassen zeigten in der Gruppe mit restriktiver Fütterung ein sehr weites Wasser-/ Futterverhältnis von 2,46 l/kg (Cobb 500 Hennen) bzw. 2,60 l/kg (Ross 308 Hennen). Nachdem die

Tiere im selben Stall wie die Gruppen mit verdünntem oder ad libitum Fütterungsmanagement aufgestellt waren und die ad libitum gefütterten Tiere das gleiche Futter wie die restriktiv gefütterten Tiere erhielten, allerdings zur freien Verfügung, könnte der relativ hohe Wasserkonsum der restriktiv gefütterten Tiere ein Indiz für Ersatzhandlung bei restriktiver Futtervorlage sein.

Die Aufzuchtergebnisse bei den Hybridhähnen waren, abgesehen vom Geschlechtsdimorphismus im Wachstum, nahezu deckungsgleich zu den Hennen. Die Zielgewichte nach den Management Manuals liegen für die Hähne im Alter von 24 Wochen bei 3.495 g (Cobb 500) bzw. 3.500 g (Ross 308). Die festgestellten **Körpergewichte** nach 24 Aufzuchtwochen betragen 3.140 g (Cobb 500) und 3.650 g (Ross 308). Damit bewegen sich die Ist-Werte im Körpergewicht 355 g unter (Cobb 500) bzw. 150 g über der Sollvorgaben (Ross 308).

Bei ad libitum Fütterung wogen die Hähne nach 24 Wochen Aufzucht 6.480 g (Ross 308) bzw. 6.500 g (Cobb 500) und damit 85 % (Ross 308) und 86 % (Cobb 500) mehr als die restriktiv gefütterten Tiere. Die Tiere waren bei ad libitum Fütterung bereits mit 20 Lebenswochen weitgehend ausgewachsen, wie das Plateau der Darstellungen der Körpergewichtsentwicklung für beide Hybridherkünfte anzeigt (siehe Abb. 51 und 52), und verfetteten anschließend. Durch die Nährstoffverdünnung konnte das Gewicht der Ross 308 Hähne um 10 % im Vergleich zur Gruppe mit ad libitum Fütterung gesenkt werden. Bei den Cobb 500 Hähnen zeigte die Nährstoffreduktion hinsichtlich der Zuwachsraten so gut wie keinen Effekt (-1 % des Körpergewicht der 24. Lebenswoche) und wurde durch eine höhere **Futteraufnahme** voll kompensiert. Die Unterschiede im **Wasser-/ Futterverhältnis** zwischen den Futtervarianten waren bei den Mastelterntierhähnen nicht so stark ausgeprägt wie bei den Mastelterntierhennen. Bei den Cobb 500 Hähnen wurde tendenziell eine höhere Wasseraufnahme je Kilogramm Trockenfutter festgestellt im Vergleich zu den männlichen Ross 308 Tieren. Die Differenz zwischen der restriktiven Gruppe und der ad libitum gefütterten Mastelterntierhähne betrug in der Wasser-/ Futterrelation + 150 ml/kg Futter bei Ross 308 bzw. + 320 ml/kg Futter bei den Cobb 500 MET Hähne.

5.3.2 Legephase

Die Umstallung der Junghennen in den Legestall erfolgte im Alter von 25 Wochen bei sehr hohen Außentemperaturen (ca. 35°C). Nachdem die Bodenhaltung über keine Klimatisierung verfügte, war die Umstellung mit erheblichen Verlusten, Stress und Eingewöhnungs-

problemen verbunden. Der vorliegende Versuch musste aus Tierschutzgründen (extrem hohe Verluste der ad libitum gefütterten Gruppen) nach 26 Wochen Legephase vorzeitig abgebrochen werden. Die beobachtete kumulierte **Eizahl je Durchschnittshenne** betrug für die restriktiv gefütterte Gruppe 67 Eier (Ross 308) bzw. 61 Eier (Cobb 500). Die Gruppen mit verdünntem Futter erzielten eine Legeleistung in 26 Wochen Legephase von 42 Eiern (Ross 308) bzw. 27 Eiern (Cobb 500). Bei ad libitum gefütterten Mastelertieren mit Legehennenalleinfutter wurden lediglich 21 Eier (Ross 308) bzw. 16 Eier (Cobb 500) je Mastelertierhenne gelegt.

Der Erwartungswert für adulte Ross 308 oder Cobb 500 MET werden in der kommerziellen Vermehrung mit circa 170 **brutfähigen Eiern** in 64 Wochen angegeben (AVIAGEN, 2005). HOCKING et al. (2002) erzielten bei restriktiver Fütterung eine Gesamteizahl von 157 Eiern in 60 Lebenswochen, davon sind 140 Eier brutfähig. Die ad libitum gefütterten Tiere der gleichen Studie erzielten in 60 Lebenswochen nur 44 Eier, wovon 35 Eier brutfähig waren. Bezogen auf den Versuchszeitraum der vorliegenden Studie (25. – 50. LW) errechnete sich ein Sollwert von 117 brutfähigen Eiern je Mastelertierhenne nach Managementvorgaben der Zuchtfirmen. Diese Zielvorgabe und auch die dokumentierte Legeleistung von HOCKING et al. (2002) wurde in allen Fütterungsgruppen, auch in den restriktiv gefütterten, weit verfehlt. Trotz Einbau von Aufstiegshilfen vom Einstreubereich auf die Kotgrube wurden sehr viele Eier am Boden verlegt (12,7 % - 30,5 %, siehe Anhang Anlagen 11 - 17). Die Nestakzeptanz war daher sehr schlecht und möglicherweise wurden mehr Eier gelegt, als aus den Familiennestern und am Boden abgesammelt werden konnten, die dann durch den perforierten Boden der Kotgrube fielen oder bei schlechter Schalenstabilität von den Tieren gefressen wurden.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass der **Futtermittelverbrauch** der ad libitum gefütterten Tiere mit 188 g (Cobb 500) und 198 g (Ross 308) je Tier und Tag in den ad libitum Gruppen und 200 g (Cobb 500) und 210 g (Ross 308) in der verdünnt gefütterten Gruppen auch in der Legeperiode ca. 50 g über der restriktiven Gruppe lag. Nachdem die Mastelertiere der ad libitum und verdünnt gefütterten Gruppen bereits nach der Aufzucht ausgewachsen waren, wurde nun die überschüssige Energie- und Nährstoffaufnahme in Form von Körperfett angesetzt.

Durch die extremen Körpergewichte der Tiere sank die sexuelle Aktivität der Hähne in den Versuchsgruppen. Die **Befruchtungsrate** betrug in den restriktiv gefütterten Gruppen 95,4 % (Ross 308) bzw. 94,5 % (Cobb 500), in den Gruppen mit ad libitum Fütterung waren nur 9,5 % (Ross 308) und 10,9 % (Cobb 500) der eingelegten Bruteier fertil. In den Varianten mit

Nährstoffverdünnung reagierten die zwei Rassen recht unterschiedlich. Während bei der Herkunft Ross 308 die verdünnt gefütterte Gruppe mit 36,2 % Befruchtung der ad libitum Fütterung (9,5 %) deutlich überlegen war, zeigte die Nährstoffverdünnung bei den Cobb 500 Mastelertieren keinen positiven Effekt in der sexuellen Aktivität der Hähne. Deutliche Unterschiede hinsichtlich der befruchteten Eier durch unterschiedliche Fütterung erzielten auch HOCKING et al. (2002), bei ihnen sank die Fertilität von 91 % bei restriktiv gefütterten Hähnen auf 22 % bei ad libitum gefütterten Hähnen ab. Da CEROLINI et al. (1995) herausfanden, dass nicht die Motilität der Spermien bei ad libitum Fütterung sinkt, bleibt der Verdacht, dass die Hähne ab einem bestimmten Körpergewicht nicht mehr so häufig Treten, das heißt, die Anzahl der Deckakte sinkt.

Der **Anteil geschlüpfter Küken zur Bruteinlage** beträgt nach Managementangaben der Zuchtfirmen Ross und Cobb ca. 85 %. In der vorliegenden Studie schlüpften in der Kontrollgruppe aus 540 (Ross 308) bzw. 453 eingelegten Bruteiern (Cobb 500) 442 (Ross 308) bzw. 378 (Cobb 500) Küken oder 81,9 % bzw. 83,4 %. Die Ergebnisse näherten sich somit den Managementvorgaben der beiden Zuchtfirmen an.

In den Gruppen mit ad libitum Fütterung betrug die Schlupfrate zur Bruteinlage lediglich 4,8 % (Ross 308) und 10,9 % (Cobb 500), in den Gruppen mit verdünnter Fütterung 24,6 % (Ross 308) und 2 % (Cobb 500). Damit ist die Kükenerzeugung bei ad libitum Fütterung mit und ohne Nährstoffverdünnung aus wirtschaftlicher Sicht nicht rentabel.

5.4. Schlussfolgerung

Die in dieser Studie untersuchte Fütterungsvariante mit Nährstoffreduktion und teils auch Sandbeimengung zum Futter von 10 % hat sich nicht als geeignetere Variante gegenüber der bisher praktizierten restriktiven Fütterung erwiesen. Sowohl bei den betrachteten Blutparametern (Leber- und Fettstoffwechsel) als auch bei den postmortalen Untersuchungen (Knochenbruchfestigkeit, Knochengrößen und Muskelfaserdicke) ergaben sich für die verdünnt gefütterten Tiere nur wenig bessere Werte als für die ad libitum gefütterten Tiere. Die Tiere der verdünnten und ad libitum gefütterten Gruppen zeigten zwar nur in Ausnahmefällen eindeutige Gesundheitsschädigungen, aber die Werte der Fettstoffwechsels und die Sektionsergebnisse ließen Rückschlüsse auf mögliche Erkrankungen wie Adipositas und Fettleber zu. Dass die Ausprägung dieser Veränderungen klinisch nicht immer zum Tragen kam, kann auch an der Selektion liegen, die während des Versuchs stattgefunden hat.

Es sind meist bessere Werte für die verdünnt gefütterten Tiere beider Rassen gegenüber den ad libitum gefütterten Tieren festzustellen gewesen, es konnten aber zu keinem Zeitpunkt die Werte der restriktiv gefütterten Tiere der Kontrollgruppen erreicht werden.

Bei zusätzlicher Betrachtung der Leistungsparameter, vor allem des Futtermittelsverbrauchs und der Legeleistung, ist festzustellen, dass von keiner Gruppe die von den Zuchtfirmen vorgegebenen Leistungen erreicht wurden. Bei den restriktiv gefütterten Gruppen konnte aber eine deutlich bessere Leistung gegenüber den anderen Gruppen dokumentiert werden. Nicht zuletzt wegen der hohen Mortalität bei den ad libitum und bei den verdünnt gefütterten Tieren erwiesen sich diese beiden Fütterungsvarianten aus tierschutzrechtlichen und wirtschaftlichen Gründen als nicht geeignet.

Um die vollen Auswirkungen der gesundheitlichen Schäden zu erkennen, sind noch weitere Studien nötig, bei denen zum Beispiel eine Rasse zum Vergleich eingesetzt wird, die ein langsames Wachstum aufweist und bei der die Sättigungsmechanismen nicht in dem Maße ausgeschaltet sind, wie es bei den derzeitigen Maststrassen der Fall ist. Bezogen auf die Tiergesundheit ist mit den derzeit verwendeten Fleischrassen nur eine restriktive Fütterung, vor allem auch aus tierschutzrelevanten Gründen, vertretbar. Verhaltensbedingte Parameter wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt (siehe Plechl, 2008 in Bearbeitung).

Zur Verbesserung der Mastelternierhaltung sind weit greifendere Ansätze als diese Art der Futtermitteldünnung nötig. Möglicherweise muss mit Appetitzüglern gearbeitet werden, oder es müssen andere, weniger schnell wachsende Rassen, oder auch Zwei-Nutzungsrasen zum Einsatz kommen. Eine Schärfung des Bewusstseins der Verbraucher in Hinblick auf die Problematik der Mastelternierhaltung ist in jedem Fall nötig, nur so kann eine Bereitschaft erzeugt werden, mehr für Geflügelfleischprodukte zu bezahlen und somit etwas an den Haltungsbedingungen und dem Wohlbefinden der Tiere zu verändern.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Vergleichende Studie zur Tiergesundheit und Leistung von sättigungsdeprivierten Mastelertieren unter dem Einfluss von drei Fütterungsvarianten

Diese Studie basiert auf dem Vergleich dreier verschiedener Fütterungsvarianten bei Mastelertieren zweier Fleischrassen (Ross 308 und Cobb 500). Je eine Gruppe (145 Hennen und 33 Hähne in der Aufzuchtphase; 80 Hennen und neun Hähne in der Legephase) der beiden Rassen bekamen restriktive Futtermengen, wie es von den Zuchtfirmen als Empfehlung ausgesprochen wird, je eine Gruppe beider Rassen erhielt das gleiche Futter in freien Mengen und je eine Gruppe beider Rassen erhielt Futter zur freien Verfügung, welches im Energie- und Nährstoffgehalt reduziert war. Im Laufe der Aufzuchtperiode (24 Wochen) und der Legeperiode (26 Wochen) wurden Parameter zur Knochenbruchfestigkeit, Knochengröße und der Muskelfaserdicke, sowie Parameter zum Fett- und Leberstoffwechsel und Leistungsparameter untersucht. Die Mastelertiere wurden in Bodenhaltung mit einer Besatzdichte von sieben erwachsenen Tieren pro Quadratmeter gehalten. Ziel dieser Studie war es, die drei verschiedenen Fütterungsmanagements hinsichtlich der Tiergesundheit und der Wirtschaftlichkeit zu beurteilen.

In Bezug auf die **Knochenbruchfestigkeit** wiesen die Tiere mit ad libitum Fütterung in den meisten Fällen die stabilsten Knochen auf (z.B. Rasse Ross 308, 50. LW, Hennen: 720,1 N), die verdünnt gefütterten Tiere hatten ähnlich hohe Werte (z.B. Rasse Ross 308, 50. LW, Hennen: 701,4 N), die in vielen Fällen knapp unter denen der ad libitum gefütterten Tiere lagen. Die Knochen mit der geringsten Bruchfestigkeit waren ausnahmslos in den Gruppen mit restriktiver Fütterung (z.B. Rasse Ross 308, 5. LW, Hennen: 482,6 N) zu finden.

Ebenso bei den **Knochengrößen** zeigten die **Länge**, die **Höhe** und die **Breite** für die verdünnt gefütterten Tiere ähnliche Werte wie für die ad libitum gefütterten Tiere. Meist waren die Knochen der ad libitum gefütterten Tiere etwas größer. Die kleinsten Knochen wiesen zu jedem Messzeitpunkt die restriktiv gefütterten Tiere auf.

In den ad libitum gefütterten Gruppen fanden sich die **Muskelfasern** mit dem größten Durchmesser (Hennen: 29,6 μm , Hähne: 39,9 μm), nur zu wenigen Zeitpunkten lagen die Querschnitte der Muskelfasern für die verdünnten Fütterungsgruppen über denen der ad libitum gefütterten Tiere. Auch für diesen Parameter zeigten die Tiere der restriktiven

Kontrollgruppe zu jedem Untersuchungszeitpunkt die niedrigsten Werte (Hennen: bis 17,6 μm , Hähne bis 24,0 μm).

Die geringsten **Mortalitätsraten** wurde bei den restriktiv gefütterten Tiere (bis 33,3 %) beider Geschlechter und beider Rassen festgestellt. Die Verluste der verdünnten Gruppen (bis 44,4 %) lagen darüber, wurden aber von den Verlusten der ad libitum gefütterten Gruppen übertroffen, die bis zu 100 % (Cobb 500, ad libitum, männlich) erreichten.

Die verdünnt gefütterten Tiere (Hennen: bis 1220 mg/dl, Hähne: bis 74 mg/dl) hatten meist etwas niedrigere **Triglyceridwerte (TG)** als die ad libitum gefütterten Mastelterniere (Hennen: bis 1600 mg/dl, Hähne: 114 mg/dl). In dieser Studie zeigten häufig die restriktiv gefütterten Tiere die höchsten TG - Gehalte im Plasma, wobei neben der Futtermenge auch der Fütterungszeitpunkt einen Einfluss auf den Anstieg der Werte hat.

Die **Cholesteringehalte** im Plasma überschritten in keiner Gruppe zu keinem Zeitpunkt 200 mg/dl und wiesen somit keine deutlichen Erhöhungen gegenüber den, in der Literatur beschriebenen, Referenzbereichen (115 – 150 mg/dl) auf. Die restriktive Fütterung bedingte meist etwas niedrigere Werte als die verdünnte Fütterung und diese wiederum geringere als die ad libitum Fütterung.

Es waren in keiner Gruppe Leberzellschädigungen über das Blut nachweisbar, da die **Gallensäuren** im Plasma immer in den von angegebenen Referenzbereichen (12 - 63 mmol/l) lagen. Die höchsten Werte wurden vor allem bei der Rasse Ross 308 in den Gruppen mit restriktiver Fütterung gemessen. Die nächst höheren Werte zeigten die verdünnt und ad libitum gefütterten Gruppen im Wechsel.

Ein Anstieg auf das Zwei- bis Vierfache (bis 650 U/L) **der AST (Aspartat-Amino-Transferase)** im Plasma zeugte von einer mäßigen Erhöhung, wie sie bei leichten Leberzellschädigungen vorkommt. Die höchsten Werte wurden zu den meisten Zeitpunkten bei den ad libitum gefütterten Tieren gemessen, gefolgt von den verdünnt gefütterten Tieren. Die restriktiven Fütterungsgruppen hatten die niedrigsten AST-Gehalte.

Leistungsdaten wie das **Körpergewicht** zeigten, dass die restriktiv gefütterten Tiere fast die Vorgaben erfüllten, die von den Zuchtfirmen (Ross 308 Hennen: 2950 g; Cobb 500 Hennen. 2750 g) als Richtlinie vorgegeben wurden. Die ad libitum gefütterten Tiere erreichten in der 24. Lebenswoche annähernd das Doppelte an Körpergewicht. Die Verdünnung des Futters führte für die weiblichen Tiere zu einer signifikanten Reduktion des Körpergewichts von 8 % gegenüber den ad libitum gefütterten Tieren der Rasse Ross 308. Bei der Rasse Cobb 500 war der Einfluss der Futtermenge nicht signifikant.

Die Tiere der verdünnten Fütterungsvarianten hatten einen Mehrkonsum (10 %) an Futter im Vergleich zu den ad libitum gefütterten Tieren. Vor allem bei der Rasse Cobb 500 war ab der 14. LW ein deutlich höherer **Futtermverzehr** zu verzeichnen.

Das für die Aufzuchtphase bestimmte **Wasser-/ Futtermverhältnis** bewegte sich für die ad libitum und verdünnt gefütterten Tiere in einem physiologischen Bereich von 1,8 – 2,0 Liter Wasser je Kilogramm Futter. Lediglich für die restriktiven Fütterungsgruppen war ein relativer Mehrkonsum an Wasser zu verzeichnen, das Wasser-/ Futtermverhältnis stieg auf 2,46 l/kg (Cobb 500 Hennen) bzw. 2,60 l/kg (Ross 308 Hennen) an.

Die **Gesamteizahl** über einen Zeitraum von 23,5 Wochen ergab für die restriktiven Gruppen 66,9 Eier (Ross 308) bzw. 60,7 Eier (Cobb 500). Sie zeigten somit bessere Ergebnisse als die verdünnten Fütterungsgruppen (Ross 308: 41,6 Eier, Cobb 500: 27,2 Eier), diese wiederum bessere als die ad libitum gefütterten Gruppen (Ross 308: 21,3 Eier, Cobb 500: 15,7 Eier).

In den restriktiven Gruppen lagen die **Befruchtungsraten** mit 94,5 % (Cobb 500) und 95,4 % (Ross 308) deutlich über denen der ad libitum gefütterten Gruppen (Cobb 500: 9,5 %, Ross 308: 10,9 %). Die verdünnt gefütterten Tiere reagierten sehr unterschiedlich, so hatte die Rasse Ross 308 eine Befruchtungsrate von 36,2 %, die Rasse Cobb 500 dagegen nur 2,5 %.

Mit 81,9 % (Ross 308) bzw. 83,4 % (Cobb 500) erreichten die restriktiv gefütterten Tiere einen **Anteil der geschlüpften Küken zur Bruteinlage**, der annähernd den Managementvorgaben der Zuchtfirmen (85 %) entsprach. Bei den ad libitum gefütterten Gruppen lagen die Ergebnisse deutlich darunter (4,8 % Ross 308; 10,9 % Cobb 500), ebenso bei den verdünnten Fütterungsvarianten (Ross 308: 24,6 %, Cobb 500: 2,0 %).

Mit den derzeitig verwendeten Fleischrassen ist diese Variante der Futtermverdünnung keine Alternative zur restriktiven Fütterung der Mastelertiere. Es treten tierschutzrelevante Probleme auf, die nur durch andere Ansätze vermieden werden können, wie zum Beispiel die Verwendung anderer, langsam wachsender oder Zweinutzungs-Rassen.

7 SUMMARY

Comparative study to animal health and performance of broiler breeders that are deprived of replition under the influence of three different feeding variants

This study is based on the comparison of three different feeding variants with broiler breeders of two meat races (Ross 308 and Cobb 500). Respectively a group of the two races (145 hens and 33 cocks in the raising period; 80 hens and nine cocks in the laying period) got restrictive food quantities, how it is expressed of the breed companies as recommendation, one group each of both races received the same food in free quantities and one group each of both races received food for the free order, which was reduced in the energy and nutrient content. Over the raising period (24 weeks) and the laying period (26 weeks) parameters to the bone breaking stength, bone size and the muscle fiber diameter, as well as parameters to the fat and liver metabolism and performance parameters were examined. The broiler breeders were housed in floor pens with a stocking rate of seven adult animals per square meter. The goal of this study was to judge the three different feeding managements regarding the animal health and economy.

Regarding the **bone breaking strength** the animals with ad libitum feeding in most cases pointed the strongest bones (e.g. race Ross 308, 50. LW, hens: 720.1 N), dilutes fed animals had similarly high values (e.g. race Ross 308, 50. LW, hens: 701.4 N), which are in many cases scarcely under those of the ad libitum fed animals. The bones with the least breaking strength were without exception in the groups with restrictive feeding (e.g. race Ross 308, 50. LW, hens: to find 482.6 N).

Likewise the **bone sizes** with the length, the height and the width showed for dilute fed animals similarly values as for the ad libitum fed animals. Usually the bones of the ad libitum fed animals were somewhat larger. The smallest bones exhibited the restrictively fed animals to each moment of measurement.

In ad libitum fed groups were the **muscle fibers** with the largest **diameter** (hens: 29,6 μm , cocks: 39,9 μm), only at few times lay the cross sections of the muscle fibers for the diluted groups of feeding over those of the ad libitum fed animals. Also for this parameter the animals of the restricted control group showed the lowest values to each investigation time (hens: to 17,6 μm , cocks to 24,0 μm).

The lowest **mortality** rates exhibit the restrictively fed animals (to 33.3 %) of both sexes and both races. The losses of the diluted groups (to 44.4 %) lie above it, however they were exceeded by the losses of the ad libitum fed groups, which reached up to 100 % (Cobb 500, ad libitum, male).

Dilute fed animals (hens: to 1220 mg/dl, cocks: to 74 mg/dl) had usually somewhat lower **triglyceride** (TG) contents than the ad libitum fed broiler breeders (hens: until 1600 mg/dl, cocks: 114 mg/dl). In this study the restrictively fed animals frequently showed the highest TG - concentrations in the plasma, whereby apart of the food quantity also the feeding time has an influence on the rise of the data.

The plasma **cholesterol** contents exceeded in no group at no point of time 200 mg/dl. They exhibited no clear increases in relation to the reference ranges (115 – 150 mg/dl) which are described in the literature. Restrictive feeding caused usually somewhat lower concentrations than diluted feeding and this again smaller contents than ad libitum feeding.

There were no liver cell damages detectable over the blood in no group. The **bile acids** in the plasma always layed in the reference ranges (12 – 63 mol/l). The highest values were measured particularly at the race Ross 308 in the groups with restrictive feeding. The next higher values showed diluted and the ad libitum fed groups in alteration.

A rise on double to quadruple (until 650 U/L) the **AST** (amino-aspartat-transferase) in the plasma testified from a moderate increase, as it occurs with lightly liver cell damages. The highest values at most times was measured in ad libitum fed animals, followed of dilutes fed animals. The restricted groups of feeding had the lowest AST contents.

Performance data like the **body weight** showed that the restrictively fed animals would fulfill nearly the guidelines of the breed companies (Ross 308 hens: 2950 g; Cobb 500 hens: 2750 g). Ad libitum fed animals reached in the 24th week of life approximately the double at body weight. The dilution of the food induced a significant reduction of 8 % of the body weight for the female animals in opposite of the ad libitum fed animals of the race Ross 308. At the race Cobb 500 was no significant influence of the food dilution.

The animals of the diluted feeding variant pointed a more-consumption (10 %) of food compared with the ad libitum fed animals. Particularly at the race Cobb 500 there was register a clearly higher **food consumption** from the 14th week of life.

The **water/ food** relationship intended for the raising phase moved for ad libitum and dilutes fed animals within a physiological range from 1.8 - 2.0 litres water per kilogram food. Only for the restrictively fed groups a relative more-consumption of water was to be registered, the

water/ food relationship rose to 2.46 l/kg (Cobb 500 hens) and accordingly 2.60 l/kg (Ross 308 hens) on.

The **total egg number** during a period of 23.5 weeks resulted in 66.9 eggs (Ross 308) and accordingly 60.7 eggs (Cobb 500) for the restricted groups. They showed thus better results as the diluted groups of feeding (Ross 308: 41.6 eggs, Cobb 500: 27.2 eggs), this again better than the ad libitum fed groups (Ross 308: 21.3 eggs, Cobb 500: 15.7 eggs).

In the restricted groups the **fertilization rates** with 94.5 % (Cobb 500) and 95.4 % (Ross 308) layed clearly over those of the ad libitum fed groups (Cobb 500: 9,5 %, Ross 308: 10,9 %). Dilute fed animals reacted very differently, the race Ross 308 had a fertilization rate of 36.2 %, the race Cobb 500 only 2.5 %.

With 81.9 % (Ross 308) and accordingly 83.4 % (Cobb 500) the restrictively fed animals reached approximately a **fraction of the slipped chicks in comparison to the hatching insert** which corresponded to the management defaults of the breeding companies (85 %). At the ad libitum fed groups the results are clearly under it (4.8 % Ross 308; 10.9 % Cobb 500), likewise results of the diluted feeding variants (Ross 308: 24.6 %, Cobb 500: 2,0 %).

With the presently used meat races this variant of the food dilution is not an alternative to restrictive feeding of the broiler breeders. Animal protection relevant problems arise, which can be avoided only by other beginnings, as for example the use of other, slowly increasing or two-utilisation races.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ABERLE, E.D., P.B. ADDIS and R.N. SHOFFNER (1979):

Fiber types in skeletal muscles of broiler- and layer-type chickens.

Poult. Sci., 58, 1210-1212

ALETOR, V.A. (1990):

Dietary fishmeal versus soyabean meal: an assessment of serum and liver enzyme response in the chicken.

Res. Vet. Sci., 48, 267-270

ALETOR, V.A., K. EDER, K. BECKER, B.R. PAILICKS, F.X. ROTH and D.A. ROTH-MAIER (2003):

The effects of conjugated linoleic acids or an alpha-glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a lw-protein diet.

Poult. Sci., 82 (5), 796-804

ANONYMUS (2006):

Geflügel beflügelt Fleischkonsum.

http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/grafik_2006_09.asp (Datum des Zugriffs: 20.02.2007)

ANONYMUS (1993):

Review of the Tasmanian Animal Welfare Act (1993).

http://www.aact.org.au/Tas_Act_review.pdf (Datum des Zugriffs: 20.02.2007)

APPLEGATE, T.J. und M.S. LILBURN (2002):

Groth of the femur and tibia of commercial broiler line.

Poult. Sci., 81 (9), 1289-1294

AVIAGEN United Kongdom (2005):

<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=2617&con=2619&siteId=2> (Datum des Zugriffs: 05.06.2005)

BAKALLI, R.I., G.M. Pesti, W.L. RAGLAND and V. KONJUFCA (1995):

Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens.

Poult. Sci., 74 (2), 360-365

BAUMGART, B., (2005):

Tiergesundheit, Verhalten und Leistung unter besonderer Berücksichtigung der Besatzdichte bei Legehennen in Volierenhaltung.

Diss. med. vet., LMU München

BAZER, D., (2005):

Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung.

Diss. med. vet., LMU München

BESSEI, W. (1999):

Bäuerliche Hühnerhaltung- Junghennen, Legehennen, Mast.

Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart (Hohenheim). ISBN 3-8001-4537-5

BOND, P.L., T.W. SULLIVAN, J.H. DOUGLAS and L.G. ROBESON (1991):

Influence of age, sex and method of rearing on tibia length and mineral deposition in broilers.

Poult. Sci., 70, 1936-1942

BROMIDGE, E.S., J.W. WELLS and P.A.L. WIGHT (1985):

Elevated bile acids in the plasma of laying hens fed rapeseed meal.

Res. Vet. Sci., 39, 378-382

BRUNO, L.D.G., R.L. FURLAN, E.B. MALHEIROS and M.MACARI, (2000):

Influence of early quantitative food restriction on long bone growth at different environmental temperatures in broiler chickens.

Br. Poult. Sci., 41, 389-394

BUCKNER, R.E., J.A. RENDEN and T.F. SAVAGE (1986):

The effect of feeding programs on reproductive traits and selected blood chemistries of caged broiler breeder males.

Poult. Sci., 65 (1), 85-91

BURKE, W.H. and M.H. HENRY (1997):

Characteristics of the pectoralis superficialis and semimembranosus of broiler strain chicken, bantam chickens, and the reciprocal crosses.

Poult. Sci. 76, 767-773

CEROLINI, S., C. MANTOVANI, F. BELLAGAMBA, M.G. MANGIAGALLI, L.G. CAVALCHINI and R. RENIERO (1995):

Effect of restricted and ad libitum feeding on semen production and fertility in broiler reeder males.

Br. Poult. Sci. 36, 677-682

CHRISTEN, C. (2004):

Blutchemische Parameter. In: PEES, M. (Hrsg.). Leitsymptome bei Papageien und Sittichen. Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, ISBN 3-8304-1023-9

Cobb Germany AVIMEX GmbH (Brütereie Wiesenena, Brösenweg 80 in 04509 Wiedemar):

Cobb 500 FF Breeder Management Supplement 2005.

erhalten per Email, am 09.01.2007

COUNCIL OF EUROPE (1995):

Recommendation concerning domestic fowl (Gallus gallus).

http://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety_use_of_animals/farming/Rec%20fowl%20E.asp#TopOfPage

(Datum des Zugriffs: 25.08.2006)

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

Geflügelhaltung, Legehennen, Puten- und Masthähnchenhaltung.

Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN 3-8001-3929-4

DEERBERG, F. (1999):

Grundsätze.

In: D.W. FÖLSCH, R. HOFFMANN (Hrsg.).

Artgemäße Hühnerhaltung, 4. Auflage.

Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, 36-50. ISBN 3-926104-79-1

DENBOW, D.M. (1989):

Peripheral and central control of food intake.

Poult. Sci., 68, 938-947

ESTERMANN, M.-T. (1997):

Hühner, Gänse, Enten.

Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN 3-8001-6858-8, 3-8001-6883-9

FATTORI, T.R., H.R. WILSON, R.H. HARMS and R.D. MILES (1991):

Responses of broiler breeder females to feed restriction below recommended Levels.

1. Growth and reproductive performance.

Poult. Sci., 70, 26-36

GOERZEN, P.R., W.L. JULSRUD and F.E. ROBINSON (1996):

Duration of fertility in ad libitum and feed-restricted caged broiler breeders.

Poult. Sci., 75, 962-965

GREEN, J., T.F. KELLOGG (1987):

Bile acid concentration in serum, bile, jejunal contents, and excreta of male broiler chicks during the first six weeks posthatch.

Poult. Sci., 66, 535-540

GRIFFIN, H.D., C.C. WHITEHEAD and L.A. BROADBENT (1982):

The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers – a basis for selection?

Br. Poult. Sci., 23 (1), 15-23

HALEVY O., A.GEYRA, M. BARAK, Z. UNI and D. SKLAN (2000):

Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks.

J. Nutr., 130, 858-864

HALEVY, O., Y. NADEL, M. BARAK, I. ROZENBOIM and D. SKLAN (2003):

Early posthatch feeding stimulates satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in turkey poults.

J. Nutr., 133, 1376-1382

HEMME, A. (2004):

Untersuchung an Broilern zum Einfluss verschiedener anorganischer P-Quellen im Futter auf Leistung, p-Retention, P-Gehalt im Blut sowie die Zusammensetzung und Bruchfestigkeit von Knochen.

Diss. med. vet., TiHo Hannover

HILLER, P. (2004):

Mastelternierhaltung – Herausforderung in Sachen Management, Hygiene und Wirtschaftlichkeit.

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Deutschland, 2000.

<http://www.lwk-we.de/index.cfm/portal/tiernav/229/article/6013.html> (Datum des Zugriffs: 11.01.2006)

HOCKING, P.M., R. BERNARD and G.W. ROBERTSON (2002 a):

Effects of low dietary protein and different allocations of food during rearing and restricted feeding after peak rate of lay on egg production, fertility and hatchability in female broiler breeders.

Br. Poult. Sci., 43, 94-103

HOCKING, P.M., M.H. MAXWELL, G.W. ROBERTSON and M.A. MITCHELL (2001):

Welfare assessment of modified rearing programmes for broiler breeders.

Bri. Poult. Sci., 42, 424-432

HOCKING, P.M., M.H. MAXWELL, G.W. ROBERTSON and M.A. MITCHELL (2002 b):
Welfare assessment of broiler breeders that are food restricted after peak rate of lay.
Bri. Poult. Sci., 43, 5-15

HOCKING, P.M., H. McCORMACK and C.C. WHITEHEAD (1992):
Plasma oestrogen and triglyceride concentrations and reproductive characteristics of broiler chickens after ten generations of selection at seven weeks of age for high or low plasma very low density lipoprotein concentration.
Br. Poult. Sci., 33, 1043-1055

HOLLENSTEIN, P. (2004):
Das globale Huhn.
Stiftung Tiere in Not - Animal Help, NZZ am Sonntag, Schweiz,
<http://www.stunah.ch.aktHuhnCOBB500.html> (Datum des Zugriffs: 05.06.2005)

IBRAHIM, I., D.J. HUMPHREYS, J.B.J. STODULSKI and R. HILL (1980):
Plasma enzyme activities of liver cell damage in laying fowl given a diet containing 20 per cent of rapeseed meal.
Res. Vet. Sci., 28, 330-335

INARREA, P., M. SIMON, M. MANZANO and J. PALACIOS (1988):
Changes in the concentration and composition of biliary and serum bile acids in the young domestic fowl.
Br. Poult. Sci., 30, 353-359

JONG, I.C. DE, A. SANDER VAN VOORST and H.J. BLOKHUIS (2003):
Parameters for quantification in broiler breeders.
Physiol Behav., 78 (4-5), 773-783

JULIAN, R.J. (1998):
Rapid growth problems: ascites and skeletal deformities in broilers.
Poult. Sci., 77, 1773-1780

KATANBAF, M.N., E.A. DUNNINGTON and P.B. SIEGEL (1989):

Restrictid feeding in early and late-feathering chickens. 1. Growth and Physiological responses.

Poult. Sci., 68, 344-351

KIESSLING, K.H. (1977):

Muscle structure and function in the goose, quail, pheasant, guinea hen, and chicken.

Comp. Biochem. Physiol. B., 57 (4), 287-292

KOLB, E., (1979):

Der Kalziumstoffwechsel bei Legehennen und seine Beziehung zur Eischalenqualität.

Mh. Vet.-Med., 34, 305-310

KRAFELD, A., (2004)

Verfahrenstechnik in der Broilermast– Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.

<http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/gefluegelhaltung/management/broilermast.htm> (Datum des Zugriffs: 14.08.2006)

KRAFT, W., U.M. DÜRR (1999):

Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.

Schattauer Verlag, Stuttgart, New York . ISBN 3-7945-1942-6

KREUTZIG, T. (2000):

Kurzlehrbuch Biochemie.

Urban & Fischer Verlag, München, Jena. ISBN 3-437-417950-9

KROLICZEWSKA, B., W. ZAWADZKI, Z. DOBRZANSKI and A. KACZMAREK-OLIWA (2004):

Changes in selected serum parameters of broiler chicken fed supplemental chromium.

J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 88, 393-400

KUBÍKOVÁ, L., P. VÝBOH and L. KOSTÁL (2001):

Behavioural, endocrine and metabolic effects of food restriction in broiler breeder hens.

Acta. Vet. BRNO, 70, 247-257

LACY, M.P., H.P. VAN KREY, P.A. SKEWES and D.M. DENBOW (1985):

Effect of intrahepatic glucose infusion on feeding in heavy and light breed chicks.

Poult. Sci., 64, 751-756

LEENSTRA, F.R., E. DECUYPERE, G. BEUVING, J. BUYSE, L. BERGHMAN and M. HERREMANS (1991):

Concentrations of hormones, glucose, triglycerides and free fatty acids in the plasma of broiler chickens selected for weight gain or food conversion.

Br. Poult. Sci., 32 (3), 619-623

LEHNINGER, A.L., D.L. NELSON and M.M. COX (1994):

Lipide. In: TSCHESCHE, H. (Hrsg.) Prinzipien der Biochemie.

Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, Oxford. ISBN 3-86025-106-6

LETTERIER, C., N. ROSE, P. CONSTANTIN and Y. NYS (1998):

Reducing growth rate of broiler chicken with a low energy diet does not improve cortical bone quality.

Br. Poult. Sci., 39, 24-30

LEWANDROWSKI, A.H., T.W. CAMPBELL and G.J. HARRISON (1986):

Clinical chemistry.

In G.J. HARRISON and L.R. HARRISON (Hrsg.).

Clinical avian medicine and surgery.

W.B. Saunders Company, Canada, 192-200. ISBN 0-7216-1241-5

LEYENDECKER, M., H. HAMANN, J. HARTUNG, G. GLÜNDER, N. NOGOSSEK, U. NEUMANN, C. SÜRIE, J. KAMPHUES und O. DISTL (2002)

Untersuchungen an Schalenfestigkeit und Knochenstabilität von Legehennen in drei verschiedenen Haltungssystemen.

Züchtungskunde, 74 (2), 144-155

LIBERA, L. DALLA, R. TENNARO, M. SANDRI, G.B. AMBROSIO and G. VESCOVO (1999):

Apoptosis and atrophy in rat slow skeletal in chronic heart failure.

Am. J. Physiol. Cell. Physiol., 277, C982-C986

MARKS, H.L. (1980):

Early feed intake and conversion of selected and nonselected broilers.

Poult. Sci., 59, 1167-1171

MEHNER, A. and W. HARTFIEL (1983):

Handbuch der Geflügelphysiologie.

Karger Verlag, Basel. ISBN 3-8055-3738-7

MELUZZI, A., G. ORIMICERI, R. GIORDANI, and G. FABRIS (1991):

Determinations of blood constituents reference values in broilers.

Poult. Sci., 71, 337-345

MENCH, J.A. (2002):

Broiler breeder: feed restriction and welfare.

Worlds` s Poult. Sci., 58, 23-29

MODZIAK, P.E., E. SCHULTZ and R.G. CASSENS (1997):

Myonuclear accretion is a major determinant of avian skeletal muscle growth.

Am. Physiol. Soc. C565-C571

PATTISON, M. (1993):

The Health of Poultry.

Longman Veterinary Health Series, UK. ISBN 0-582-06579-8

PEEBLES E.D., J.D. CHEANEY, J.D. BRAKE, C.R. BOYLE, M.A. LATOUR and S.D. McDANIEL (1997):

Effects of added lard fed to broiler chickens during the starter phase. 2. Serum lipids.

Poult. Sci., 76 (12), 1648-1654

PSCHYREMBEL (1998):

Klinisches Wörterbuch.

Walter de Gruyter, Berlin, New York 1998. ISBN 3-11-014824-2

RATH, N.C., J.M. BALOG, W.E. HUFF, G.R. HUFF, G.B. KULKARNI, and J.F. TIERCE (1999):

Comparitiv differences in the composition and biomechanical properties of tibia of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chicken.

Poult. Sci., 78, 1232-1239

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

Factors regulating bone maturity and strength in poultry.

Poult. Sci., 79, 1024-1032

RATH, N.C., W.E. HUFF, J.M. BALOG and G.R. BAYYARI (1996):

Effects of gonadal steroids on bone and other physiological parameters of male broiler chickens.

Poult. Sci., 75 (4), 556-562

REITER, K. und W. BESSEI (1998 a):

Möglichkeiten zur Verringerung von Beinschäden bei Broilern und Puten. (Übersicht)

Arch. Geflügelk., 62 (4), 145-149

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

Einfluss der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Beinschäden bei Broilern.

Arch. Geflügelk., 62 (6), 247-253

ROTTER, B., W. GUENTER and B.R. BOYCOTT (1985):

Sudden death syndrome in broilers: dietary fat supplementation and ist effect on tissue composition.

Poult., Sci., 64 (6), 1128-1136

SALLMANN, H.-P. und H. FUHRMANN, (2000):

Physiologische Aspekte der Leberfunktion.

In: W.v. ENGELHARDT, G. BREVES (Hrsg.):

Physiologie der Haustiere.

Enke im Hippokrates Verlag GmbH. Stuttgart. 422-434. ISBN 3-7773-1429-3

SALOMON, F.-V., et al. (1993):

Lehrbuch der Geflügelanatomie.

Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart. ISBN 3-334-60403-9

SANDILANS, V., B.J. TOLKAMP, C.J. SAVORY and I. KYRIAZAKS (2004):

Broiler breeders: potential alternatives to restricted feeding.

Br. Poult. Sci. 45 (1), 33-34

SANZ, M., C. J. LOPEZ-BOTE, D. MENOYO and J. M., BAUTISTA (2000):

Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and beta-oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat.

J. Nutr., 130, 3034-3037

SCHARRER, E. and S. WOLFFRAM (2000):

Funktionen des Dünndarmes und seiner Anhangsdrüsen.

In: W.v. ENGELHARDT, G. BREVES (Hrsg.).

Physiologie der Haustiere.

Enke im Hippokrates Verlag GmbH. Stuttgart. 369-394. ISBN 3-7773-1429-3

SCHEUERMANN, G.N., S.F. BILGILI, S. TUZUN and D.R. MULVANEY (2004):

Comparison of chicken genotypes: myofiber number in pectoralis muscle and myostatin ontogeny.

Poult. Sci., 83, 1404-1412

SCHOLTY SSEK, S. (1987):

Geflügel.

Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN 3-8001-4521-9

SCHOLTYSSSEK, S. and P. DOLL (1987):

Nutz- und Ziergeflügel.

Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 252-258. ISBN 3-8001-4331-3

SCOPE, A. (1999):

Untersuchung des Blutes.

In: E.F. KALETA, M.-E. KRAUTWALD-JUNGHANS (Hrsg.)

Kompendium der Ziervogelkrankheiten – Papageien – Tauben – Sperlingsvögel.

Schlütersche Verlag, 88-95. ISBN 3-87706-535-X

SMITH, D.P. and D.L. FLETCHER (1988):

Chicken breast muscle fiber type and diameter as influenced by age and intramuscular location.

Poult. Sci., 67, 908-913

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

Pekin duckling and broiler chicken pectoralis muscle structure and composition.

Poult. Sci., 72, 202-208

STAACK, M. (2004):

Nahrungsaufnahmeverhalten, Energie- und Nährstoffversorgung.

In: DEERBERG, JOOST-MEYER zu BAKUM, STAACK (Hrsg.).

Artgerechte Geflügelerzeugung. 1. Auflage.

Verlag Die Werkstatt, Göttingen, 8-16. ISBN 3-934239-16-1

TILLMANN, C. (2004):

Untersuchungen zur Konzentration der Gallensäuren im Blutplasma bei Haustauben (*C. livia* dom.), Haushühnern (*G. gallus* dom.), Blaustirnamazonen (*A. aestiva*), Doppelgelbkopfamazone (*A. ochrocephala oratrix*), Gelbbrustara (*A. ararauna*), Kongo-Graupapagei (*P. erithacus erithacus*) und Goffinkakadu (*C. goffini*).

Diss. med. vet., TiHo Hannover

VARADARAJULU,P. und F.E. CUNNINGHAM (1971):

A histological study of turkey meat as related to sensory characteristics.

Poult. Sci., 50, 1144-1149

WATTANACHANT, S., S. BENJAKUL and D. A. LEDWARD (2005):

Microstructure and thermal characteristics of thai indigenous and broiler chicken muscles.

Poult. Sci., 84, 328-336

WILLIAMS, B., S. SOLOMON, D. WADDINGTON, B. THORP and C. FARQUHARSON
(2000):

Skeletal development in the meat-type chicken.

Br. Poult. Sci., 41, 141-149

WILSON, H.R., D.R. INGRAM, F.B. MATHER and R.H. HARMS (1989):

Effect of daily restriction and age at initiation of a skip-a-day program for young broiler breeders.

Poult. Sci., 68, 1442-1446

YALCIN, S., E. OZKAN, E. COSKUNER, G. BILGEN, Y. DELEN, Y. KURTULMUS and
T. TANYLCIN (2001):

Effects of strain, maternal age and sex on morphological characteristics and composition of tibial bone in broilers.

Br. Poult. Sci., 42, 184-190

YALCIN, S., P. SETTAR and O.DICLE (1998):

Influence of dietary protein and sex on walking ability and bone parameters of broilers.

Bri. Poult. Sci., 39, 251-256

YU, J., L.D. CAMPBELL and R.R. MARQUARDT (1976):

Immunological and compositional patterns of Lipoproteins in chicken (*Gallus domesticus*) plasma.

Poult. Sci., 55, 1626-1631

YU, M.W., F.E. ROBINSON, R.G. CHARLES and R. WEINGARDT (1992):

Effect of feed allowance during rearing and breeding on female broiler breeders. 2. Ovarian morphology and production.

Poult. Sci., 71, 1750-1761

ZULKIFLI, I., M.T. CHE NORMA, D.A. ISRAF and A.R. OMAR (2000):

The effect of early age feed restriction on subsequent response to high environmental temperatures in female broiler chickens.

Poult. Sci., 79, 1401-1407

Richtlinien/ Gesetze:

Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1207).

Berichtigt: 7. Juni 2006 (BGBl. I S 1313)

Geändert durch: Artikel 4 des Gesetzes vom 21. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3294)

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – TierSchNutzTV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22.08.06 (BGBl I 06,2043).

Geändert durch Art.1 iVm Art.3 der Dritten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 30.11.06 (BGBl I 06,2759)

9 ANHANG

Anlage 1: Körpergewicht nach Managementvorgaben der Firma Cobb für die Rasse Cobb 500 für die weiblichen und die männlichen Mastelterniere bei restriktiver Fütterung in den ersten 30 Lebenswochen.

Lebenswoche	Körpergewicht Hennen in g	Körpergewicht Hähne in g
1		
2	159	150
3	295	350
4	431	500
5	544	640
6	658	800
7	748	960
8	839	1115
9	953	1270
10	1043	1420
11	1157	1550
12	1225	1660
13	1315	1770
14	1383	1880
15	1474	1990
16	1565	2100
17	1769	2210
18	1905	2330
19	2064	2470
20	2268	2620
21	2517	2800
22	2676	3060
23	2835	3210
24	3039	3360
25	3198	3495
26	3311	3630
27	3402	3790
28	3470	3880
29	3515	3950
30	3570	3995

Anlage 2: Körpergewicht nach Managementvorgaben der Firma Cobb für die Rasse Cobb 500 für die weiblichen und die männlichen Mastelterniere bei restriktiver Fütterung in der 31. bis zur 60. Lebenswochen.

Lebenswoche	Körpergewicht Hennen in g	Körpergewicht Hähne in g
31	3595	4066
32	3615	4092
33	3635	4118
34	3655	4144
35	3675	4169
36	3695	4195
37	3715	4221
38	3735	4247
39	3755	4273
40	3770	4298
41	3785	4324
42	3800	4350
43	3815	4376
44	3830	4401
45	3845	4427
46	3860	4453
47	3875	4479
48	3890	4504
49	3905	4530
50	3915	4556
51	3925	4582
52	3935	4607
53	3945	4633
54	3955	4659
55	3965	4685
56	3975	4711
57	3985	4736
58	3995	4762
59	4005	4788
60	4015	4814

Anlage 3: Inhaltsstoffe und Energiegehalt des STARTER-Kükenalleinmehls (die Tabellen für die Inhaltsstoffe und Energiegehalte wurden alle in Kitzingen - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierhaltung und Tierschutz -ausgearbeitet.

		STARTER - Kükenalleinmehl	
		"normale" Rezeptur	Nährstoffverdünnung (-10%)
Inhaltsstoffe			
MJ	ME	11,70	Es wurde <i>kein</i>
Rohprotein	%	20,20	verdünntes
Methionin	%	0,46	STARTER -
Rohfett	%	3,70	Kükenalleinmehl
Rohfaser	%	3,30	verfüttert
Rohasche	%	6,00	
Calcium	%	1,00	
Phosphor	%	0,75	
Natrium	%	0,15	
Zusatzstoffe			
Vit. A	IE	12.000	
Vit. D3	IE	3.000	
Vit. E	mg	40	
Selen	mg	0,35	
Kupfer	mg	7,0	
Zusammensetzung			
Mais	%	x36,2	
Weizen	%	x 29,4	
Sojaextr.schrot dampferhitzt	%	26,2	
Weizenkleie	%	--	
Malzkeime	%	--	
Sonnenblumenextr.schrot teilentsch.	%	--	
Rapsextr.schrot	%	2,8	
Luzerngrünmehl	%	--	
Maiskleberfutter	%	--	
Mono-Di-Calcium-Phosphat	%	1,8	
Calciumcarbonat	%	1,3	
Sojaöl	%	1,1	
Natriumchlorid	%	0,21	
		Aminosäuren	
Einsatzdauer		1.Tag - 4. Lebenswoche	

Anlage 4: Inhaltsstoffe und Energiegehalt des Junghennenalleinmehls.

		Junghennenalleinmehl		
		"normale" Rezeptur	Nährstoffverdünnung (- ca. 10%)	Nährstoffverdünnung mit 10 % Sand
Inhaltsstoffe				
MJ	ME	11,00	10,00	9,00
Rohprotein	%	15,20	13,80	12,42
Methionin	%	0,30	0,27	0,24
Rohfett	%	3,20	2,70	2,43
Rohfaser	%	4,20	6,80	6,12
Rohasche	%	6,50	6,90	6,21
Calcium	%	1,20	1,10	0,99
Phosphor	%	0,70	0,70	0,63
Natrium	%	0,17	0,16	0,14
Zusatzstoffe				
Vit. A	IE	12.000	10.800	9.720
Vit. D3	IE	3.000	2.700	2.430
Vit. E	mg	40	36	32
Selen	mg	0,30	0,30	0,27
Kupfer	mg	6,0	5,0	4,5
Zusammensetzung				
Mais	%	30,5	25,1	22,6
Weizen	%	30,0	25,2	22,7
Sojaextr.schrot dampferhitzt	%	10,5	1,0	0,9
Maiskleberfutter	%	7,5	11,0	9,9
Triticale	%	6,0	8,0	7,2
Weizenkleie	%	5,0	8,0	7,2
Sonnenblumenextr.schrot teilentsch.	%	4,0	6,5	5,9
Rapsextr.schrot	%	--	1,9	1,7
Rübenmelasse	%	1,0	2,0	1,8
Luzernegrünmehl	%	0,8	7,5	6,8
Calciumcarbonat	%	2,1	1,6	1,4
Mono-Di-Calcium-Phosphat	%	1,5	1,2	1,1
Sojaöl	%	0,5	--	--
Natriumcarbonat	%	0,16	0,20	0,18
Natriumchlorid	%	0,18	0,08	0,07
		Aminosäuren	Aminosäuren	Aminosäuren
Einsatzdauer		5. - 18. Lebenswoche	5. - 10. Lebenswoche	11. - 18. Lebenswoche

Anlage 5: Inhaltsstoffe und Energiegehalt des Pre-Lay-Alleinfutters.

Inhaltsstoffe		Pre-Lay-Alleinfutter		
		"normale" Rezeptur	Nährstoffverdünnung (- ca. 10%)	Nährstoffverdünnung mit 10 % Sand
MJ	ME	11,50	11,35	10,22
Rohprotein	%	15,90	14,30	12,87
Methionin	%	0,30	0,27	0,24
Rohfett	%	3,40	3,20	2,88
Rohfaser	%	2,90	6,80	6,12
Rohasche	%	7,00	7,60	6,84
Calcium	%	1,50	1,35	1,22
Phosphor	%	0,64	0,58	0,52
Natrium	%	0,15	0,14	0,13
Zusatzstoffe				
Vit. A	IE	10.000	9.000	8.100
Vit. D3	IE	2.500	2.250	2.025
Vit. E	mg	40	36	32
Selen	mg	0,28	0,25	0,23
Kupfer	mg	6,0	5,0	4,5
Zusammensetzung				
Mais	%	31,4	28,6	25,7
Weizen	%	33,5	24,3	21,9
Sojaextr.schrot dampferhitzt	%	17,1	10,9	9,8
Triticale	%	7	9,0	8,1
Sojabohnenschalen	%	--	8,0	7,2
Weizenkleie	%	3,2	3,0	2,7
Calciumcarbonat	%	3,0	2,5	2,3
Maiskleberfutter	%	2,0	2,1	1,9
Sonnenblumenextr.schrot teilentsch.	%	--	4,0	3,6
Luzernegrünmehl	%	--	3,0	2,7
Rübenmelasse	%	--	1,3	1,2
Mono-Di-Calcium-Phosphat	%	1,4	1,1	1,0
Sojaöl	%	0,8	0,6	0,5
Natriumcarbonat	%	0,15	0,18	0,16
Natriumchlorid	%	0,18	0,09	0,08
		Aminosäuren	Aminosäuren	Aminosäuren
Einsatzdauer		19. - 24. Lebenswoche	wurde nicht eingesetzt	19. - 24. Lebenswoche

Anlage 6: Inhaltsstoffe und Energiegehalt des Alleinmehls für Legehennen.

		Alleinmehl für Legehennen	
		"normale" Rezeptur	Nährstoffverdünnung (- ca. 10%)
Inhaltsstoffe			
MJ	ME	11,40	10,26
Rohprotein	%	18,00	16,20
Methionin	%	0,28	0,27
Gesamtsäure	%	0,12	0,09
Monomeres. C. Meth.HA	%	0,09	0,07
Rohfett	%	5,80	5,30
Rohfaser	%	2,80	5,00
Rohasche	%	13,00	13,70
Calcium	%	3,80	3,42
Phosphor	%	0,70	0,63
Natrium	%	0,15	0,13
Zusatzstoffe			
Vit. A	IE	13.000	11.700
Vit. D3	IE	3.000	2.700
Vit. E	mg	50	45
Vit. C	mg	100	90
Biotin	mcg	150	140
Selen	mg	0,49	0,44
Kupfer	mg	18,0	16,0
Zusammensetzung			
Mais	%	49,4	44,9
Weizen	%	8,4	3,4
Sojaextr.schrot dampferhitzt	%	25,8	17,3
Maiskleberfutter	%	2,3	8,1
Calciumcarbonat	%	8,4	7,7
Weizenkleie	%	--	3,7
Sonnenblumenextr.schrot teilentsch.	%	--	6,0
Luzerngrünmehl	%	--	3,0
Mono-Di-Calcium-Phosphat	%	1,8	1,1
Sojaöl	%	3,0	2,3
Natriumbicarbonat	%	--	0,29
Natriumcarbonat	%	0,16	--
Natriumchlorid	%	0,17	0,11
		Aminosäuren	Aminosäuren
Einsatzdauer		ab 25. Lebenswoche	ab 25. Lebenswoche

Anlage 7: Auswertungen der Leistungsdaten für die Hennen der Rassen Ross 308 und Cobb 500 während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit von Herkunft und Fütterung (einschließlich 24. Lebenswoche) (a, b, c, d, e: unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede von $P < 0,05$ zwischen den Fütterungsgruppen).

Aufzucht Hennen		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung		SE
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB	
Futtermittelverbrauch								
gesamt	kg / Tier	11,40 ^d	10,84 ^d	28,74 ^c	28,49 ^c	29,94 ^b	31,17 ^a	1,454
Tagesfuttermittelverbrauch	g / Tier	67,86	64,53	171,06	169,58	178,21	185,52	1,454
Futtermittelverwertung								
	kg Futter / kg Zuwachs	3,91 ^e	4,02 ^e	5,34 ^c	5,13 ^d	6,02 ^a	5,67 ^b	0,48
Wasserverbrauch								
gesamt	l / Tier	29,60 ^e	26,63 ^e	54,77 ^c	54,45 ^d	56,12 ^b	59,09 ^a	0,000
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	176,21 ^e	158,54 ^e	326,04 ^c	324,13 ^d	334,04 ^b	351,71 ^a	0,000
Wasser-/Futtermittelverhältnis								
	l Wasser / kg Futter	2,60 ^a	2,46 ^b	1,91 ^c	1,91 ^c	1,87 ^c	1,90 ^c	0,016
Zunahmen								
gesamt	kg / Tier	2,91 ^e	2,70 ^f	5,38 ^b	5,55 ^a	4,97 ^d	5,50 ^c	0,000
Tageszunahmen	g / Tier	17,33 ^d	16,06 ^e	32,04 ^c	33,06 ^a	29,59 ^a	32,72 ^b	0,000
Körpergewicht								
24. Woche	kg / Tier	2,95 ^e	2,75 ^f	5,42 ^c	5,60 ^a	5,01 ^d	5,55 ^b	0,000
Verluste								
	%	7,43 ^{ab}	0,68 ^b	25,00 ^a	11,81 ^{ab}	8,73 ^{ab}	6,25 ^{ab}	6,01

Anlage 8: Auswertungen der Leistungsdaten für die Hähne der Rassen Ross 308 und Cobb 500 während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit von Herkunft und Fütterung (einschließlich 24. Lebenswoche).

Aufzucht Hähne		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Futtermittelverbrauch							
gesamt	kg / Tier	13,22	12,76	32,50	34,01	35,41	36,80
Tagesfuttermittelverbrauch	g / Tier	78,71	75,95	193,46	202,44	210,78	219,02
Futtermittelverwertung	kg Futtermittel / kg Zuwachs	3,67	4,11	5,05	5,22	6,06	5,72
Wasserverbrauch							
gesamt	l / Tier	27,64	30,15	63,06	69,27	61,14	76,24
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	164,54	179,46	375,38	412,33	363,92	453,83
Wasser-/Futtermittelverhältnis	l Wasser / kg Futtermittel	2,09	2,36	1,94	2,04	1,73	2,07
Zunahmen							
gesamt	kg / Tier	3,61	3,10	6,44	6,51	5,85	6,43
Tageszunahmen	g / Tier	21,47	18,47	38,32	38,78	34,80	38,28
Körpergewicht							
24. Woche	kg / Tier	3,65	3,14	6,48	6,55	5,89	6,47
Verluste	%	42,31	32,35	61,54	72,73	59,26	57,58

Anlage 9: Gewichtsdaten der Hennen der Rassen Ross 308 und Cobb 500 während der Aufzuchtphase
(Lebenswoche 1-24) in Gramm.

Lebenswoche	Ross 308 weiblich restriktiv in g	Ross 308 weiblich ad libitum in g	Ross 308 weiblich verdünnt in g	Cobb weiblich restriktiv in g	Cobb weiblich ad libitum in g	Cobb weiblich verdünnt in g
1	147	152	151	130	128	128
2	350	348	352	313	318	327
3	509	626	604	475	609	612
4	602	1029	930	612	987	933
5	688	1365	1223	687	1349	1311
6	776	1726	1536	796	1749	1708
7	859	2057	1754	902	2115	2086
8	947	2357	2122	932	2569	2391
9	1040	2648	2334	1049	2910	2678
10	1139	3255	2797	1138	3343	3201
11	1214	3258	2902	1268	3534	3373
12	1268	3561	3194	1350	3870	3648
13	1365	3884	3370	1357	4127	3761
14	1517	4193	3660	1518	4374	4012
15	1570	4370	3743	1790	4535	4265
16	1628	4488	4043	1770	4633	4188
17	1790	4710	4158	1695	4850	4443
18	1775	4753	4178	1880	4868	4535
19	1928	4974	4349	1965	5092	4624
20	2263	5193	4480	2195	5183	4918
21	2388	5313	4708	2508	5325	5020
22	2670	5627	4913	2675	5753	5495
23	2833	5618	5068	2753	5838	5515
24	2950	5420	5010	2746	5602	5545

Anlage 10: Gewichtsdaten der Hähne der Rassen Ross 308 und Cobb 500 während der Aufzuchtphase
(Lebenswoche 1-24) in Gramm.

Lebenswoche	Ross 308 männlich restriktiv in g	Ross 308 männlich ad libitum in g	Ross 308 männlich verdünnt in g	Cobb männlich restriktiv in g	Cobb 500 männlich ad libitum in g	Cobb 500 männlich verdünnt in g
1	170	162	170	110	102	110
2	281	291	285	401	380	393
3	759	699	727	547	576	567
4	809	1192	1056	754	1029	860
5	1073	1568	1337	929	1408	1181
6	1221	1811	1716	1059	1776	1616
7	1353	2221	2149	1212	2160	1855
8	1400	2594	2428	1228	2487	2187
9	1556	2926	2602	1445	2828	2495
10	1655	3497	3017	1604	3376	2955
11	1740	3592	3487	1733	3903	3427
12	1808	4087	4003	1796	4468	3768
13	1953	4616	4135	1887	4896	4127
14	2031	4879	4707	2012	5507	4707
15	2213	5400	5300	2187	5840	5120
16	2273	5793	5100	2407	6140	5353
17	2500	5987	5473	2520	6400	5787
18	2513	5940	5660	2420	6427	5940
19	2684	6140	5931	2415	6721	5980
20	2933	6607	5760	2853	6967	5967
21	3127	6657	6093	3120	6733	6447
22	3373	6664	6040	3187	6871	6333
23	3527	6473	6058	3447	6618	6353
24	3650	6480	5889	3142	6554	6470

Anlage II: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Periode I.

Periode 1		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Legeleistung (ab 8. August = 24 Tage)							
Eizahl je Durchschnittshenne	Stck.	7,4	5,3	3,1	2,9	4,0	4,7
Eizahl je Anfangshenne	%	30,8	22,1	12,7	12,1	16,7	19,5
Eizahl je Durchschnittshenne	%	30,8	22,1	13,3	14,4	17,1	20,9
Eier verlegt	%	16,9	20,0	41,2	21,2	19,3	12,6
mögliche Hennentage Hennen	d	1920	1920	1392	1680	1920	1920
mögliche Hennentage Hähne	d	216	216	216	216	216	216
Verlusttage Hennen	d	0	0	61	266	46	128
Verlusttage Hähne	d	0	0	18	32	26	26
Futter (ab 5. August = 27 Tage)							
Futterverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	147	147	164	172	160	172
Futterverbrauch gesamt je Tier	kg / Tier (Hennen + Hähne)	3,96	3,96	4,43	4,65	4,33	4,64
Wasserverbrauch (ab 5. August = 27 Tage)							
gesamt	l / Tier	7,79	7,02	9,52	10,64	9,33	11,76
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	288	260	353	394	345	435
Wasser-/Futterverhältnis	l Wasser / kg Futter	1,96	1,77	2,15	2,29	2,16	2,53

Anlage 12: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Periode 2.

Periode 2		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Legeleistung							
Eizahl je Durchschnittshenne	Stck.	14,3	12,4	3,9	5,1	7,7	7,6
Eizahl je Anfangshenne	%	51,1	44,4	14,1	18,3	27,5	27,2
Eizahl je Durchschnittshenne	%	51,1	44,4	15,9	20,0	28,2	27,5
Eier verlegt	%	16,3	27,9	32,4	29,5	20,5	13,5
mögliche Hennentage Hennen	d	2240	2240	1512	1540	1932	1904
mögliche Hennentage Hähne	d	252	252	196	168	168	196
Verlusttage Hennen	d	0	0	173	135	46	27
Verlusttage Hähne	d	0	0	54	83	0	0
Futter							
Futterverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	138	138	184	191	199	204
Futterverbrauch gesamt je Tier	kg / Tier (Hennen + Hähne)	3,86	3,86	5,14	5,34	5,56	5,71
Wasserverbrauch							
gesamt	l / Tier	10,26	10,29	11,84	13,65	o.A.	o.A.
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	366	368	423	487	o.A.	o.A.
Wasser-/Futterverhältnis	l Wasser / kg Futter	2,66	2,67	2,30	2,45	o.A.	o.A.

Anlage 13: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Periode 3.

Periode 3		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Legeleistung							
Eizahl je Durchschnittshenne	Stck.	15,7	13,9	4,9	5,2	8,4	7,4
Eizahl je Anfangshenne	%	56,0	49,6	17,5	18,5	30,2	26,6
Eizahl je Durchschnittshenne	%	56,0	49,6	17,5	19,5	30,6	26,6
Eier verlegt	%	15,3	35,1	14,2	24,1	13,6	14,2
mögliche Hennentage Hennen	d	2212	2240	1288	1344	1876	1876
mögliche Hennentage Hähne	d	252	252	168	56	196	196
Verlusttage Hennen	d	0	0	0	68	27	0
Verlusttage Hähne	d	0	0	27	1	0	0
Futter							
Futterverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	152	150	188	182	215	200
Futterverbrauch gesamt je Tier	kg / Tier (Hennen + Hähne)	4,25	4,20	5,27	5,09	6,02	5,60
Wasserverbrauch							
gesamt	l / Tier	8,81	8,71	8,62	13,74	11,31	9,09
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	315	311	308	491	404	325
Wasser-/Futterverhältnis	l Wasser / kg Futter	2,07	2,07	1,64	2,70	1,88	1,62

Anlage 14: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Periode 4.

Periode 4		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Legeleistung							
Eizahl je Durchschnittshenne	Stck.	13,7	13,0	4,8	3,9	10,8	5,9
Eizahl je Anfangshenne	%	49,0	46,5	17,3	13,8	38,7	21,2
Eizahl je Durchschnittshenne	%	49,0	46,5	17,8	14,0	39,3	21,8
Eier verlegt	%	15,2	36,0	17,9	22,9	18,4	14,3
mögliche Hennentage Hennen	d	2212	2240	1288	1204	1848	1876
mögliche Hennentage Hähne	d	252	252	140	28	196	196
Verlusttage Hennen	d	0	0	36	20	27	50
Verlusttage Hähne	d	27	1	0	0	31	10
Futter							
Futterverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	153	150	217	209	240	215
Futterverbrauch gesamt je Tier	kg / Tier (Hennen + Hähne)	4,29	4,20	6,08	5,85	6,71	6,01
Wasserverbrauch							
gesamt	l / Tier	8,35	8,19	10,44	15,78	12,22	7,42
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	298	293	373	564	437	265
Wasser-/Futterverhältnis	l Wasser / kg Futter	1,94	1,95	1,72	2,70	1,82	1,23

Anlage 15: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Periode 5.

Periode 5		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Legeleistung							
Eizahl je Durchschnittshenne	Stck.	10,6	9,4	4,7	3,2	10,1	4,4
Eizahl je Anfangshenne	%	37,9	33,4	16,9	11,6	36,1	15,6
Eizahl je Durchschnittshenne	%	37,9	33,5	17,1	12,6	36,6	16,1
Eier verlegt	%	2,9	26,7	10,6	27,1	17,0	19,0
mögliche Hennentage Hennen	d	2212	2240	1232	1148	1764	1792
mögliche Hennentage Hähne	d	224	224	140	28	140	168
Verlusttage Hennen	d	0	8	17	89	24	54
Verlusttage Hähne	d	0	21	26	0	0	0
Futter							
Futterverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	153	154	221	181	242	213
Futterverbrauch gesamt je Tier	kg / Tier (Hennen + Hähne)	4,30	4,30	6,18	5,07	6,77	5,97
Wasserverbrauch							
gesamt	l / Tier	7,36	7,85	8,28	13,47	12,21	4,03
Tageswasserverbrauch	ml / Tier	263	280	296	481	436	144
Wasser-/Futterverhältnis	l Wasser / kg Futter	1,71	1,83	1,34	2,66	1,80	0,67

Anlage 16: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Periode 6.

Periode 6		restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		ROSS	COBB	ROSS	COBB	ROSS	COBB
Legeleistung							
Eizahl je Durchschnittshenne	Stck.	5,8	6,8	4,4	1,9	8,3	2,2
Eizahl je Anfangshenne	%	20,6	24,2	15,9	6,8	29,7	7,9
Eizahl je Durchschnittshenne	%	20,6	24,4	16,1	7,4	29,8	8,5
Eier verlegt	%	3,7	28,2	12,6	37,3	20,0	21,5
mögliche Hennentage Hennen	d	2212	2212	1204	980	1736	1708
mögliche Hennentage Hähne	d	224	196	112	28	140	168
Verlusttage Hennen	d	1	18	18	69	6	114
Verlusttage Hähne	d	0	16	0	9	0	6
Futter							
Futterverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	154	152	218	204	206	198
Futterverbrauch gesamt je Tier	kg / Tier (Hennen + Hähne)	4,30	4,26	6,11	5,70	5,76	5,56

Anlage 17: Leistung während der Legephase der Rassen Ross 308 und Cobb 500 in 6 Perioden eingeteilt à 28 Tagen, Zusammenfassung der Periode 1 – 6.

Durchschnitt bzw. Summe	Periode 1-6	restriktive Fütterung		ad libitum Fütterung		nährstoffreduzierte Fütterung	
		Ross	Cobb	Ross	Cobb	Ross	Cobb
Legeleistung							
Eizahl je Durchschnittshenne (164 Tage)	Stck.	66,9	60,7	21,3	15,7	41,6	27,2
Eizahl je Anfangshenne	%	41,1	37,1	15,6	13,9	29,7	19,9
Eizahl je Anfangshenne	%	41,1	37,2	16,3	15,2	30,1	20,6
Eier verlegt	%	12,7	30,5	21,0	25,9	18,0	14,9
Verluste Hennen	abs. / %	2 / 2,5	2 / 2,5	17 / 29,3	41 / 58,6	19 / 23,8	29 / 36,3
Verluste Hähne	abs. / %	1 / 11,1	3 / 33,3	5 / 55,6	9 / 100	4 / 44,4	4 / 44,4
Futter							
Futtermittelverbrauch je Tag u. Tier	g / Tier (Hennen+Hähne)	149	148	198	188	210	200
Futtermittelverbrauch gesamt je Tier (167 Tage)	kg / Tier (Hennen + Hähne)	25,0	24,8	33,0	31,5	35,0	33,5

Anlage 18: Brutergebnisse der Mastleierhühner der Rassen Ross 308 und Cobb 500 (30 LW).

Herkunft	eingelegte Eier Stück	befruchtet		abgestorben		Küken geschlüpft		Kükengewicht g	Eigewichte g
		Stück	% der Einlage	Stück	% der Einlage	Stück	% der Einlage		
ROSS 308									
restriktiv	297,00	282,00	94,95	27,00	9,09	230,00	77,44	38,67	56,88
ad libitum	28,00	5,00	17,86	3,00	10,71	2,00	7,14	38,00	52,84
nährstoffreduziert	138,00	37,00	26,81	12,00	8,70	21,00	15,22	40,95	58,55
COBB 500									
restriktiv	265,00	250,00	94,34	17,00	6,42	219,00	82,64	38,86	57,46
ad libitum	57,00	2,00	3,51	0,00	0,00	2,00	3,51	39,00	56,15
nährstoffreduziert	156,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	58,99

Anlage 19: Brutergebnisse der Mastleierhühner der Rassen Ross 308 und Cobb 500 (34. LW).

Herkunft	eingelegte Eier Stück	befruchtet		abgestorben		Küken geschlüpft		Kükengewicht g	Eigewichte g
		Stück	% der Einlage	Stück	% der Einlage	Stück	% der Einlage		
ROSS 308									
restriktiv	243,00	233,00	95,88	9,00	3,70	212,00	87,24	43,21	62,76
ad libitum	35,00	1,00	2,86	0,00	0,00	1,00	2,86	46,00	61,30
nährstoffreduziert	86,00	44,00	51,16	3,00	3,49	34,00	39,53	47,06	62,06
COBB 500									
restriktiv	188,00	178,00	94,68	11,00	5,85	159,00	84,57	43,27	63,07
ad libitum	35,00	8,00	22,86	0,00	0,00	8,00	22,86	43,75	64,81
nährstoffreduziert	89,00	6,00	6,74	0,00	0,00	5,00	5,62	50,00	65,47

Anlage 20: Zusammenfassung der Brutergebnisse aus beiden Einlagen der Rassen Ross 308 und Cobb 500.

Herkunft	eingelegte Eier Stück	befruchtet		abgestorben		Küken geschlüpft		Kükengewicht g	Eigewichte g
		Stück	% der Einlage	Stück	% der Einlage	Stück	% der Einlage		
ROSS 308									
restriktiv	540,00	515,00	95,37	36,00	6,67	442,00	81,85	40,94	59,82
ad libitum	63,00	6,00	9,52	3,00	4,76	3,00	4,76	42,00	57,07
nährstoffreduziert	224,00	81,00	36,16	15,00	6,70	55,00	24,55	44,01	60,31
COBB 500									
restriktiv	453,00	428,00	94,48	28,00	6,18	378,00	83,44	41,06	60,26
ad libitum	92,00	10,00	10,87	0,00	0,00	10,00	10,87	41,38	60,48
nährstoffreduziert	245,00	6,00	2,45	0,00	0,00	5,00	2,04	50,00	62,23

11 LEBENS LAUF

Zur Person

Name	Marion Staudt
Anschrift	Südhangstrasse 34 74906 Bad Rappenau Tel: +49 170 1178622 marion_staudt@web.de
Geburtstag	02.02.1980
Geburtsort	Heilbronn
Eltern	Wolfgang Staudt Sonja Staudt
Geschwister	Alexander Staudt
Familienstand	ledig
Staatsangehörigkeit	deutsch

Ausbildung

seit 06/05	Tätigkeit als Tierärztin (Assistentztierärztin in der Kleintierklinik Dr. Scholl in Heilbronn)
seit 01/05	Promotion (Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Ludwig Maximilian Universität München)
17/02/05	Approbation als Tierärztin
11/99 – 01/05	Studium der Veterinärmedizin (Ludwig Maximilian Universität München)
29/06/99	Allgemeine Hochschulreife
08/90 - 06/99	Hohenstaufen-Gymnasium Bad Wimpfen
08/86 - 07/90	Grund- und Hauptschule Bad Rappenau

11 DANKSAGUNG

Ganz besonders Herrn Prof. Dr. M. Erhard gilt mein Dank für die Überlassung des interessanten Themas und die mir stets gewährte, freundliche Unterstützung und Beratung bei der Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich mich bei meiner Betreuerin Dr. Elke Heyn bedanken, die mir mit ihrem ganzen Wissen bei der Planung, Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit zur Seite stand.

Herrn Dr. Damme und seinen Mitarbeitern der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Arbeitsbereich Geflügel- und Kleintierhaltung Kitzingen möchte ich danken, da sie es erst ermöglichten, dass der Versuch in dieser Weise durchgeführt werden konnte.

Ich danke dem Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, welches mir im Rahmen des Versuchsprojektes „Verhalten und Tiergesundheit bei sättigungsdeprivierten Mastelertieren“ die Durchführung dieser Studie ermöglichte.

Dank gilt auch allen Mitarbeitern und Praktikanten des Instituts für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München, ganz besonders Frau K. Schuster, Frau N. Zobel und Herrn H. Kuchel, die mir im Labor stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Unterstützung bei den statistischen Auswertungen danke ich dem STABLAB Institut unter Leitung von Prof. Dr. Küchenhoff, besonders aber Frau A. Ossig, die mein Projekt betreut hat.

Prof. Amselgruber und seinen Mitarbeitern des Instituts für Umwelt und Tierhygiene mit Tierklinik der Universität Hohenheim danke ich herzlichst für die Anfertigung der histologischen Präparate.

Mein Dank geht auch an die Mitarbeiter des Bayerische Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit – Dienststelle Oberschleißheim –für die Durchführung der abschließenden Sektionen.

Ich hatte das Glück, das Projekt mit zwei weiteren Doktoranden durchführen zu können. Ohne Christina Sacher und Monika Pledl wäre die Arbeit nie so spannend und unterhaltsam geworden. Zu dritt hatten wir sehr viel Spaß und gegenseitig immer ein offenes Ohr.

Danke an alle Freunde, die mich nicht nur in schwierigen Zeiten unterstützt haben, sondern vor allem auch erfolgreiche und schöne Momente mit mir geteilt haben. In diesem Zusammenhang möchte ich besonders M. Bolch danken, die in jeder Lebenslage für mich da ist.

Meinem Freund A. Herdecker danke ich von ganzem Herzen für seine schier grenzenlose Geduld und für die mir bedingungslos entgegengebrachte Liebe. Es gibt einige wenige Menschen im Leben, die hundertprozentig hinter einem stehen.

Mein herzlichster und aufrichtiger Dank geht an meine Familie, die mir das Studium und auch die Promotion erst ermöglicht haben und immer an mich geglaubt haben. Danke für die großartige Unterstützung und die unzähligen aufmunternden und inspirierenden Gespräche. Ohne Euch wäre diese Arbeit nur schwerlich zustande gekommen.