



lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Kalbinextensiv

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100369

Kalbinnemast im Grünland: Einfluss von Kurzrasenweide mit Stallendmast auf Merkmale der Mastleistung, der Schlachtleistung und der Fleischqualität

Heifer fattening in grassland regions: Impact of continuous grazing
with indoor finishing period on fattening performance, carcass and
meat quality

Projektleitung:

Dr. Margit Velik, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Abteilung Alternative Rinderhaltung und Produktqualität

Berichtlegung:

Eva Maria Friedrich, BOKU-Diplomandin
Dr. Margit Velik

Projektmitarbeiter:

Johann Häusler
Roland Kitzer
Josef Kaufmann
Andrea Adelwöhrer
Andreas Steinwider

Projektpartner:

Österreichische Rinderbörse, Arge Rind (Ing. Rainer Wöllinger)
Bäuerliche Vermarktungsgemeinschaft Kärntner Fleisch



Lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Der vorliegende Abschlussbericht entspricht der **Diplomarbeit von Eva Maria Friedrich**, Diplomandin der Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Fragestellung	Seite	1
2 Literaturübersicht	Seite	3
2.1 Rindfleischproduktion und -verzehr in Österreich	Seite	3
2.2 Mast- und Schlachtleistung von Rindern	Seite	4
2.2.1 Mastleistung	Seite	4
2.2.2 Schlachtleistung	Seite	4
2.3 Einflüsse auf die Mast- und Schlachtleistung	Seite	5
2.3.1 Einflüsse tierspezifischer Faktoren	Seite	5
2.3.1.1 Genetische Ausstattung: Rasse und Kreuzung	Seite	5
2.3.1.2 Geschlecht	Seite	6
2.3.2 Einflüsse produktionsbedingter Faktoren	Seite	7
2.3.2.1 Mastintensität	Seite	7
2.3.2.2 Schlachalter und Mastendmasse	Seite	8
2.3.3 Fazit	Seite	9
2.4 Fleischqualität bei Rindfleisch	Seite	11
2.4.1 Reifung von Fleisch	Seite	11
2.4.2 Wasserbindungsvermögen von Rindfleisch	Seite	11
2.4.3 Fleischfarbe	Seite	12
2.4.4 Zartheit von Rindfleisch	Seite	13
2.4.5 Nährstoffgehalt von Rindfleisch	Seite	13
2.4.6 Fettgehalt, -säuremuster und -farbe	Seite	14
2.5 Einflüsse auf die Fleischqualität	Seite	16
2.5.1 Einflüsse tierspezifischer Faktoren	Seite	16
2.5.1.1 Genetische Ausstattung: Rasse und Kreuzung	Seite	16
2.5.1.2 Geschlecht	Seite	17
2.5.2 Einflüsse produktionsbedingter Faktoren	Seite	18
2.5.2.1 Produktionsverfahren bzw. Fütterungsregime	Seite	18
2.5.2.2 Schlachalter und Mastendmasse	Seite	19
2.5.3 Fazit	Seite	20
3 Tiere, Material und Methoden	Seite	21
3.1 Versuchsplan	Seite	21
3.2 Datenerhebung	Seite	22
3.2.1 Mastleistung	Seite	22
3.2.2 Schlachtleistung	Seite	22
3.2.3 Fleischqualität	Seite	22

3.3	Statistische Versuchsauswertung	Seite	25
3.3.1	Mastleistung	Seite	25
3.3.2	Schlachtleistung	Seite	26
3.3.3	Fleischqualität	Seite	26
4	Ergebnisse und Diskussion	Seite	28
4.1	Mastleistung	Seite	28
4.1.1	Allgemeine Mastleistungsdaten	Seite	29
4.1.2	Futtermittel	Seite	32
4.1.2.1	Inhaltsstoffe der Futtermittel der Stallfütterung	Seite	32
4.1.2.2	Kurzrasenweide	Seite	32
4.1.3	Futter- und Nährstoffaufnahme	Seite	34
4.1.4	Verwertungseffizienz	Seite	37
4.2	Schlachtleistung	Seite	39
4.2.1	Allgemeine Schlachtleistungsmerkmale	Seite	39
4.2.2	Schlachtkörperteilstücke	Seite	40
4.2.3	pH-Wert-Absenkung	Seite	41
4.2.4	Organe, Nierenfett und Haut	Seite	41
4.3	Fleischqualität	Seite	43
4.3.1	Wasserbindungsvermögen des Fleisches	Seite	43
4.3.2	Fleischfarbe	Seite	44
4.3.3	Zartheit des Fleisches	Seite	46
4.3.4	Nährstoffgehalt des Fleisches	Seite	47
4.3.5	Fett	Seite	48
4.3.5.1	Fettsäuren	Seite	48
4.3.5.2	Fettfarbe	Seite	50
5	Zusammenfassung	Seite	52
6	Schlussfolgerung und Empfehlungen für die Praxis	Seite	55
7	Literaturverzeichnis	Seite	57

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

<i>Tabelle 2.1:</i>	Fett- und Proteingehalt in der Körpersubstanz verschiedener Tierkategorien (Fleckvieh, 500 kg LM) (nach <i>KIRCHGEBNER</i> 2004)
<i>Tabelle 3.1:</i>	Versuchsplan
<i>Tabelle 4.1:</i>	Gewichtsverteilung der Kalbinnen beider Gruppen zu Beginn der Stallperiode (31. Oktober 2008, 27. Versuchswoche)
<i>Tabelle 4.2:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die Mastleistung von Kalbinnen
<i>Tabelle 4.3:</i>	Inhaltsstoffe der Futtermittel (wenn nicht anders angegeben g/kg TM) ¹⁾ , ermittelt durch chemische Analyse
<i>Tabelle 4.4:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die Futteraufnahme von Kalbinnen in der Stallperiode (Oktober bis April, ab 27. Versuchswoche)
<i>Tabelle 4.5:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die tägliche Nährstoffaufnahme der Kalbinnen aus dem Gesamtfutter in der Stallperiode (Oktober bis April, ab 27. Versuchswoche)
<i>Tabelle 4.6:</i>	Futteraufnahme der Kalbinnen der Stallgruppe in der Weideperiode (Mai bis Oktober, Versuchswoche 1-26)
<i>Tabelle 4.7:</i>	Verwertungseffizienz der Kalbinnen aus der Stallgruppe in der Weideperiode und der Kalbinnen beider Gruppen in der Stallperiode
<i>Tabelle 4.8:</i>	Schlachtleistung von Kalbinnen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren
<i>Tabelle 4.9:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf das Gewicht der Schlachtkörperteilstücke von Kalbinnen
<i>Tabelle 4.10:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die pH-Absenkung im Muskelfleisch von Kalbinnen nach der Schlachtung
<i>Tabelle 4.11:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf das Gewicht der Organe und der Haut von Kalbinnen
<i>Tabelle 4.12:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf das Wasserbindungsvermögen (Tropfsaft-, Kochsaftverlust in %) von Kalbinnenfleisch
<i>Tabelle 4.13:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf den Grillsaftverlust des warmen und kalten Fleisches von Kalbinnen (Angaben in %)
<i>Tabelle 4.14:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf die Fleischfarbe von Kalbinnenfleisch am frischen Anschnitt und nach 60-minütiger Oxidation
<i>Tabelle 4.15:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf die Zartheit (Scherkraft) des rohen und gegrillten Fleisches von Kalbinnen
<i>Tabelle 4.16:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf den Nährstoffgehalt im <i>M. longissimus dorsi</i> von Kalbinnen
<i>Tabelle 4.17:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens auf den Gehalt an Fettsäuren im Fleisch von Kalbinnen
<i>Tabelle 4.18:</i>	Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf die Fettfarbe am frischen Anschnitt von Kalbinnenfleisch

<i>Abbildung 4.1:</i>	Wachstumsverlauf der Kalbinnen beider Gruppen mit steigender Lebendmasse
<i>Abbildung 4.2:</i>	Genutzte Weidefläche, punktuell an bestimmten Tagen erhoben
<i>Abbildung 4.3:</i>	Aufwuchshöhe der Kurzrasenweide über die gesamte Weideperiode
<i>Abbildung 4.4:</i>	Tägliche Energie- sowie Nährstoffaufnahmen aus dem Gesamtfutter durch Kalbinnen der Stallgruppe in den verschiedenen Gewichtsbereichen

1 Einleitung und Fragestellung

In Österreich beläuft sich der durchschnittliche jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Fleisch auf 98 kg, wovon Schweinefleisch mit rund 56 kg mehr als die Hälfte ausmacht. Der Konsum von Geflügelfleisch stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an und beträgt derzeit 19 kg pro Kopf und Jahr (AMA 2009c). Gründe dafür sind einerseits die einfache und schnelle Zubereitung von Geflügelfleisch und die Annahme der Konsumenten, dass weißes Fleisch gesünder sei als rotes. Der Rindfleischverbrauch ist in Österreich mit durchschnittlich 18,4 kg dem von Geflügelfleisch ähnlich.

Trotz der in Österreich vorherrschenden Stiermast, etwa die Hälfte der Rinderschlachtkörper kommt von Stieren, werden jährlich rund 91.000 Kalbinnen und 26.000 Ochsen geschlachtet (AMA 2009b). Obwohl Stiere bei intensiver Mast in der Mast- und Schlachtleistung Ochsen und Kalbinnen überlegen sind, gibt es dennoch Gründe diese beiden Tierkategorien zu mästen: (1) Ochsen und Kalbinnen sind für extensive Mastsysteme und vor allem auch für die Weidemast im Gegensatz zu Stieren gut geeignet (STEINWIDDER 2008), (2) extensive Mastsysteme bedeuten einen geringeren Arbeitsaufwand (kürzere tägliche Stallarbeiten wie Fütterung und Reinigung), was insbesondere für Nebenerwerbsbetriebe mit begrenzten zeitlichen Ressourcen interessant ist, (3) Weidemast ist eine artgerechte Form der Tierhaltung und kann für den hohen Anteil an österreichischen Bio-Betrieben mit ihren Auflagen in der Nutztierhaltung eine Alternative sein, (4) Futtrationen aus Weidefutter mit geringem Kraftfutteranteil sind kostengünstiger als mittelintensive/intensive Silagefütterung im Stall, (5) Weidehaltung trägt zum Erhalt der Kulturlandschaft in österreichischen Grünlandgebieten bei, woraus ein touristischer Nutzen gezogen wird. Das Bio-Institut des LFZ Raumberg-Gumpenstein unter der Leitung von Dr. Steinwider legt seit mehreren Jahren einen Forschungsschwerpunkt auf Weidemanagement und Weidehaltung von Rindern.

Es wurde in zahlreichen Studien belegt, dass ein enger Zusammenhang zwischen der Fütterung und der Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität von Rindern besteht. Um in der Praxis ein optimales Produkt (Rindfleisch) erzeugen zu können, müssen die vielfachen Wechselwirkungen zwischen der genetischen Ausstattung der Tiere, Geschlecht, Alter, Mastendmasse, Haltungssystem u.a. beachtet werden. Ochsen und Kalbinnen eignen sich grundsätzlich sehr gut zur Erzeugung von Qualitäts-Rindfleisch. Allerdings müssen bei diesen beiden Tierkategorien vor allem Rasse und Produktionssystem sowie Fütterungsintensität und Mastendmasse gut aufeinander abgestimmt sein. Bei einer intensiven Mast von Ochsen und Kalbinnen muss darauf geachtet werden, dass die Tageszunahmen nicht zu hoch ausfallen, da es sonst zu einer zu schnellen Verfettung des Schlachtkörpers kommt. Eine zu extensive Mast, zB Weidemast ohne Stallendmast, kann zu sehr niedrigen intramuskulären Fettgehalten führen und somit die Fleischqualität negativ beeinflussen. Allerdings wird gerade Produkten (Fleisch und Milch) von geweideten Rindern ein ernährungsphysiologisch günstigeres, weil engeres, Verhältnis der Ω -6- zu den Ω -3-Fettsäuren nachgesagt. Auch die peri- und postmortale Behandlung des Tieres bzw. Schlachtkörpers bzw. der einzelnen Teilstücke bedarf einer bestimmten Sorgfalt, um das qualitativ hochwertige Endprodukt Rindfleisch herzustellen. Dies liegt allerdings außerhalb des Einflussbereiches des Landwirtes.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob es bei der Mast von Kalbinnen Unterschiede zwischen Weidemast und Stallmast in Merkmalen der Mastleistung (Gewichtszuwachs, Futtermittelverwertung) und Schlachtleistung (Ausschlachtung, Schlachtkörperzusammensetzung, Fleischanteil, etc.) gibt. Ein weiterer zentraler Aspekt der vorliegenden Arbeit ist die Fleischqualität (Fleischzartheit, Wasserbindungsvermögen, Fettsäuremuster, etc.). Die Fleischqualität ist ein wertneutraler, allgemeiner Begriff und umfasst objektiv erfassbare Merkmale. Durch die Ausprägung dieser Merkmale kann man die Fleischqualität quantifizieren. Im Gegensatz dazu ist Qualitätsfleisch ein wertbezogener Begriff, dem bestimmte Bedürfnisse und Wertvorstellungen zu Grunde liegen (TEMISAN und AUGUSTINI 1989a).

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Erzeugung von Qualitäts-Rindfleisch ist die Reifung. Sie ist ein muskelspezifischer Prozess, der abhängig von Tierart, Temperatur, Bindegewebeanteil und pH-Wert unterschiedlich schnell abläuft. Gerade bei Rindfleisch ist eine ausreichende Reifung unabdingbar, da Rindfleisch im Vergleich zu Fleisch von anderen Nutztieren, bedingt durch stärkere Muskelfasern und hitzestabiles Kollagen, eine festere Konsistenz besitzt. Die vorliegende Arbeit soll auch klären, ob es betreffend Fleischqualität Unterschiede zwischen Stall- und Weidemast gibt und ob der Reifungsprozess von Fleisch aus unterschiedlichen Mastsystemen ähnlich verläuft.

2 Literaturübersicht

Dieses Kapitel soll einen Einstieg in die Thematik der Rindfleischproduktion in Österreich geben und im Speziellen die Kalbinnenmast mit ihren Vor- und Nachteilen gegenüber der üblichen Stiermast darstellen. Weiters werden die verschiedenen tierspezifischen und produktionsbedingten Einflüsse auf Mast- und Schlachtleistung thematisiert. Ein weiteres Kapitel ist der Fleischqualität und den Einflussgrößen auf diese gewidmet. Die hier angeführten Aspekte sollen zum Verständnis der darauffolgend präsentierten Ergebnisse und der Diskussion der Ergebnisse dienen.

2.1 Rindfleischproduktion und –verzehr in Österreich (AMA 2009 a, b, c, BMLFUW 2009)

Für die Rindfleischproduktion in Österreich ist die Mast von Stieren auf relativ hohe Mastendmassen üblich. So kam 2008 rund die Hälfte der Rinderschlachtkörper in Österreich von Stieren (insgesamt 610.304 Stück, Stiere 302.384 Stück). Weit weniger Fleisch wird durch Ochsen und Kalbinnen erzeugt. Während die Zahl der gemästeten Stiere seit 1999 weitestgehend konstant blieb (Veränderung + 1,9 %), stieg die Stückzahl an gemästeten Kalbinnen und Ochsen kontinuierlich an. Wurden 1999 noch 15.987 Stück Ochsen und 81.785 Stück Kalbinnen geschlachtet, so waren es 2008 bereits 26.555 Ochsen und 91.751 Kalbinnen, was einem Anstieg innerhalb einer Dekade bei den Ochsen von 66 % und bei den Kalbinnen von 12 % entspricht.

Die Gründe für die steigende Zahl an Ochsen und Kalbinnen sind vielschichtig. 40,1 % der landwirtschaftlichen Betriebe in Österreich werden im Haupterwerb geführt und bereits 59,9 % im Nebenerwerb. Obwohl die Gesamtzahl der landwirtschaftlichen Betriebe in Österreich rückläufig ist (Vergleich 2005 zu 2008 -5,9 %), kommt es doch zu einer Verschiebung hin zu einer höheren Zahl an Nebenerwerbsbetrieben auf Kosten der Haupterwerbsbetriebe, was zu einer Extensivierung der Produktion führt. Die extensive Rindermast, einschließlich Weidehaltung ist mit Stieren nicht machbar. Weiters werden bedingt durch die fallenden Milchpreise und das bevorstehende Auslaufen der Milchquote immer mehr Milch erzeugende Betriebe auf Mast umgestellt. Zu guter letzt nehmen die Biobetriebe in Österreich kontinuierlich zu. Der Anteil der Biobetriebe an allen im INVEKOS teilnehmenden Betrieben beträgt bereits 14,7 %. Biobetriebe sind an spezielle Richtlinien betreffend Fütterung, vor allem Futtermittel, und Haltung gebunden und können so nur schwer die übliche Stiermast mit Haltung auf Vollspaltenboden und Sojafütterung durchführen. Alle genannten Punkte führen zu einer Verschiebung der Produktion hin zu extensiverer Haltung von Tieren mit geringeren Ansprüchen betreffend Fütterung und Haltung und heimischer, kostengünstiger Futtermittel.

Der Rest der Rinderschlachtungen entfällt auf Kühe und Kälber. Einen beträchtlichen Teil machten hier anfallende Altkühe (189.614 Stück 2008) aus der Milchproduktion und der Mutterkuhhaltung aus. Aus diesen beiden Produktionszweigen fielen 2008 noch zusätzlich 80.670 Stück Kälber beiden Geschlechts an. Diese beiden Kategorien sind allerdings nicht mit der Stier-, Ochsen- und Kalbinnenmast zu vergleichen, da es sich hier um eine ganz andere Fleischbeschaffenheit und einen anderen Verwendungszweck handelt.

2008 wurden in Österreich in Summe 896.852 t Fleisch erzeugt, davon entfiel rund ein Viertel (222.946 t) auf Rind- und Kalbfleisch. Der Pro-Kopf-Verbrauch bei Rind- und Kalbfleisch beläuft sich auf 18,4 kg, was einem Pro-Kopf-Verzehr von 12,3 kg gleichzusetzen ist. Der Pro-Kopf-Verzehr berechnet sich aus dem Verbrauch abzüglich ursprünglich genusstauglichen Fleisches, das aus verschiedensten Gründen, zB Verderb im Kaufhausregal oder Abschnitte beim Zutputz zu Hause, nicht verzehrt wurde.

2.2 Mast- und Schlachtleistung von Rindern

2.2.1 Mastleistung

Als Mastleistung versteht man den Zuwachs an Körpergewebe innerhalb einer definierten Zeitspanne, der Mastdauer. Üblicherweise beginnt die Mast beim Rind nach der vollständigen Gewöhnung der Tiere an das Raufutter und Entwöhnung von der Milch bzw. vom Milchaustauscher und endet mit der Schlachtung. Zur Erzeugung von Kalbfleisch gibt es eine eigens definierte Kälbermast.

Die wichtigsten Merkmale zur Messung der Mastleistung sind die täglichen Zunahmen und die Futtermittelverwertung. Die täglichen Zunahmen werden durch Wiegenungen ermittelt. In der Praxis werden auf vielen Betrieben die Mastrinder nicht oder nur sehr selten (teilweise nur vor der Schlachtung) gewogen. Die Futtermittelverwertung definiert sich als Futteraufwand pro Kilogramm Gewichtszunahme.

Die Ausprägung beider Merkmale ist verschiedensten Einflüssen unterworfen, die in Kapitel 2.3 genauer erläutert werden.

2.2.2 Schlachtleistung

Der Wert eines Schlachtrindes wird im Wesentlichen von der Zusammensetzung des Schlachtkörpers, der Ausbildung der Muskulatur und der Beschaffenheit von Fleisch- und Fettgewebe bestimmt (ENDER und AUGUSTINI 2007). Wichtige Merkmale sind hier die Nettotageszunahmen, die Ausschachtung, der Anteil wertvoller Teilstücke und die Fleischigkeitsklasse sowie die Fettgewebeklasse.

Die Nettotageszunahmen (in g) errechnen sich aus dem Quotient des Schlachtkörpergewichts (in g) und der Lebensdauer in Tagen. Die Ausschachtung ist definiert durch den Quotienten aus Schlachtkörpergewicht und Lebendmasse. Man bezeichnet die Ausschachtung auch als Schlachtausbeute. Sie wird in Prozent angegeben. Bei Wiederkäuern und im Speziellen bei großen Wiederkäuern wie dem Rind ist die Ausschachtung durch Größe und Gewicht des Pansen-Vormagen-Systems immer geringer als bei Monogastern.

Der Anteil wertvoller Teilstücke umfasst den Quotient aus dem Gewicht der wertvollen Teilstücke, auch Pistole genannt, und dem Schlachtkörpergewicht. Er wird in Prozent angegeben. Zu den wertvollen Teilstücken gehören beim Rind die Keule und der Englische. Die Keule umfasst bekannte Teile wie den Tafelspitz oder die Nuss und der Englische setzt sich aus Lungenbraten (Filet), Beiried und Rostbraten zusammen. Details betreffend Teilstücke sind auf der Seite der AMA (www.ama.at) unter Teilstückkunde abrufbar.

Vermarktbarkeit und Wert des Schlachtkörpers richten sich vor allem nach dem Muskel-Fettgewebe-Verhältnis, wobei ein hoher Muskelanteil und ein festgelegter mittlerer Fettanteil am Schlachtkörper gewünscht werden. Bestimmt wird dies durch die Fleischigkeits- und Fettgewebeklassen. Die Fleischigkeitsklassen werden nach dem EUROP-System (Qualifizierung zwischen vorzügliche (E) und geringe (P) Bemuskelung) benotet. Beurteilt werden die Körperprofile von Keule, Rücken und Schulter sowie die Muskelfülle. Die Fettgewebeklassen werden mit „sehr gering“ (Ziffer 1) bis „sehr stark“ (Ziffer 5) beurteilt. Dieser Beurteilung liegen die Fettabdeckung des Schlachtkörpers an der Außenseite und der Fettansatz in der Körperhöhle zu Grunde (BRANSCHIED *et al.* 2007).

2.3 Einflüsse auf die Mast- und Schlachtleistung

Es gibt verschiedenste Faktoren, die die Mastleistung und in Folge auch die Schlachtleistung der Tiere beeinflussen. AUGUSTINI (1985) unterscheidet grob zwischen tierspezifischen und produktionsbedingten Einflussfaktoren. Zu den tierspezifischen sind Rasse, Kreuzung und Geschlecht zu zählen und zu den produktionsbedingten vor allem die Fütterungsintensität und weiters die Festlegung des Schlachalters bzw. der Mastendmasse. Ein dritter Einflussfaktor ist die Behandlung vor der Schlachtung. Diese hat allerdings eher Einfluss auf die Fleischqualität und wird daher auch in Kapitel 2.4 Fleischqualität beim Rind etwas näher behandelt.

2.3.1 Einflüsse tierspezifischer Faktoren

2.3.1.1 Genetische Ausstattung: Rasse und Kreuzung

Grundsätzlich unterscheidet man in der Rinderzucht zwischen Einnutzungs- und Zweinutzungsrasen. Die Einnutzungsrasen werden in ihrer Körperbauart in Umsatz- bzw. Milchtyp, sogenannte Milchrasen, und Ansatz- bzw. Masttyp, sogenannte Fleischrasen, unterteilt. Die Zweinutzungsrasen sind Mischtypen zwischen Ansatz- und Umsatztypen und werden mit den Attributen „fleischbetont“ bzw. „milchbetont“ bezeichnet. Der Unterschied zwischen den Typen liegt vor allem im Eiweiß- und Fettansatz. So haben milchbetonte Rassen eine ungünstigere Zusammensetzung des Schlachtkörpers als fleischbetonte Rassen, wohingegen fleischbetonte Rassen nicht das Milchleistungsniveau von milchbetonten Rassen erreichen. Innerhalb der Kategorie der Fleischrasen unterscheidet man weiters zwischen klein-, mittel- und großrahmig, die sich vor allem in der Geschlechtsreife und im Wachstum unterscheiden. Prinzipiell sind kleinrahmige Rinder frühreifer und verfetten bei intensiver Fütterung sehr schnell, großrahmige Rinder sind spätreifer und erreichen die optimale Schlachtkörperzusammensetzung später. Eine zusätzliche Gruppe stellen die Extensivrasen (kleinrahmig und spätreif) dar, die sich vor allem durch ihre Anspruchslosigkeit gegenüber Fütterung, Klima und in Folge Haltung auszeichnen (AUGUSTINI 1987, WILLAM 2005). Je nach ausgewählter Rasse haben die Tiere eine festgelegte genetische Ausgangsbasis, durch die die Wachstumskapazität

und –intensität bestimmt wird. Durch gezielte Anpaarungen – Kreuzungen – kann diese Ausgangsbasis entsprechend den Zielen variiert werden. Innerhalb dieser Grenzen kann der Tierhalter durch entsprechende Fütterungsverfahren verschiedene Ausmastgrade und –geschwindigkeiten erreichen.

In Österreich fallen bedingt durch die Milchwirtschaft viele reinrassige Masttiere der milchbetonten Zweinutzungsrasse Fleckvieh an. Um die Nachteile dieser Masttiere auszugleichen, werden immer häufiger Gebrauchskreuzungen auf den Betrieben durchgeführt. Hier werden Milchkühe, wenn keine Eigenremontierung notwendig ist, mit Fleischrassen belegt und diese Tiere dann entweder selbst gemästet oder als Kälber bzw. Einsteller an Mäster abgegeben. *TEMISAN und AUGUSTINI (1989b)* empfehlen solche Gebrauchskreuzungen für die Mast, da die Anpaarung von Kühen aus milchbetonten Zweinutzungsrasen mit Stieren aus mittel- und großrahmigen Fleischrassen zu einer Verbesserung der Mast- und Schlachtleistung im Gegensatz zu reinen Milchrassen führt. Weiters haben Gebrauchskreuzungen auf Grund eines höheren intramuskulären Fettgehaltes eine verbesserte Essqualität. Großrahmige Fleischrassen weisen laut *TEMISAN und AUGUSTINI (1989b)* eine sehr gute Schlachtkörperqualität auf und haben einen höheren Muskelfleischanteil als kleinrahmige. Hingegen weisen kleinrahmige Fleischrassen eine bessere und feinere Marmorierung des Fleisches und somit eine bessere Essqualität auf. Bei einem Vergleich der milchbetonten Rasse Fleckvieh mit Gebrauchskreuzungen dieser Rasse mit zwei Fleischrassen kamen *VELIK et al. (2008)* zu dem Schluss, dass es im Gegensatz zum Fettansatz bei der Ausprägung der Fleischigkeit sehr wohl Unterschiede zwischen den reinrassigen milchbetonten Fleckvieh-Tieren und den Gebrauchskreuzungen zu Gunsten der Gebrauchskreuzungen gab. *AUGUSTINI (1987)* führt an, dass vor allem in den Merkmalen tägliche Zunahmen und Wachstumskapazität, Schlachtausbeute, Muskelfülle und Fleischanteil durch richtig gewählte Gebrauchskreuzungen Verbesserungen erzielt werden können. *SCHWARZ et al. (1998)* wiederum fanden in ihrem Versuch heraus, dass das Fütterungssystem (Stallmast, Weide, Weide mit Stallendmast) die Merkmale der Schlachtleistung insgesamt deutlicher beeinflusste als der Genotyp (Fleckvieh, Fleckvieh x Angus).

2.3.1.2 Geschlecht

Der Wachstumsrhythmus, sprich die Reihenfolge, in der die verschiedenen Gewebe gebildet werden, ist vorgegeben. *KIRCHGEßNER (2004)* beschreibt, dass sich die Zusammensetzung der Körpersubstanz im Laufe des Wachstums stark ändert. Nach dem gebildeten Nerven- und Knochengewebe wird vor allem in der ersten Zeit der Mast verstärkt Muskelgewebe gebildet, sprich Protein. Im Laufe der Mast und vor allem gegen Ende dieser wird vermehrt Fett eingelagert. Fett hat eine höhere Energiedichte und einen höheren Trockenmassegehalt als Protein. Um dieselben Tageszunahmen zu erreichen, sind höhere Futteraufnahmen bzw. energetisch konzentriertere Futtermittel nötig. Hier stößt man an die Grenzen der Rentabilität. Zusätzlich ist fettreiches Fleisch bei den Konsumenten nicht erwünscht.

Die oben beschriebene Veränderung im Wachstumsrhythmus hängt sehr stark vom Geschlecht ab. In Tabelle 2.1 sind die Fett- und Proteingehalte in der Körpersubstanz von Stieren, Kalbinnen und Ochsen bei Fleckvieh mit einer Lebendmasse von 500 kg bei unterschiedlicher Energiezufuhr angegeben (*KIRCHGEßNER 2004*).

Tabelle 2.1: Fett- und Proteingehalt in der Körpersubstanz verschiedener Tierkategorien (Fleckvieh, 500 kg LM)

(nach *KIRCHGEßNER 2004*)

Gehalte	hohe Energiezufuhr			niedrige Energiezufuhr		
	Stier	Ochse	Kalbin	Stier	Ochse	Kalbin
Fett %	14	20	23	10	19	21
Protein %	19	18	17	21	19	19

Es ist hier klar erkennbar, dass bei Ochsen und Kalbinnen gegenüber Stieren ein großer Unterschied in der grobgeweblichen Zusammensetzung des Tierkörpers und in Folge des Schlachtkörpers besteht. Der Fettgehalt in der Körpersubstanz ist bei den langsamer wachsenden Kategorien Ochse und Kalbin höher, wohingegen der Proteingehalt niedriger ist. Grund dafür ist, dass weibliche Tiere und Kastraten endokrin bedingt eine höhere Neigung zur Einlagerung von Fettgewebe haben (*BRANSCHIED et al. 2007*). Bei niedriger Energiezufuhr weisen Kalbinnen einen nahezu doppelt so hohen Fettgehalt auf als

Stiere. Der Proteingehalt des Ochsen- und Kalbinnenkörpers liegt durchschnittlich um zwei Prozentpunkte unter dem der Stiere. Dies wirkt sich natürlich auch auf den Schlachtertrag der unterschiedlichen Kategorien aus. Stiere haben eine wesentlich umfangreichere Muskelfülle als Kalbinnen und Ochsen, wohingegen diese beiden Kategorien stärker verfettet sind. Dies führt zu einer besseren Bewertung der Fleischigkeit des Stierschlachtkörpers nach dem EUROP-System. Während Stiere hier zum Großteil in der obersten Klasse zu finden sind, erreichen Kalbinnen und Ochsen diese Klasse kaum bis nie. Im Gegensatz dazu werden diese oft in höhere Fettgewebeklassen eingestuft als Stiere. Durch die höhere Muskelfülle der Stiere und ihren geschlechtsbedingt größeren Körperbau ergeben sich natürlich auch Unterschiede in der Schlachtausbeute und im Anteil wertvoller Teilstücke. So betrug die Ausschachtung bei Stieren 2008 56 %, gefolgt von Ochsen mit 55 %, Kalbinnen mit 53 % und Kühen mit nur 49 % (AMA 2009a). Dieser Effekt des geschlechtsbedingt höheren Fettgehaltes und der niedrigeren Muskelfülle im Schlachtkörper von Ochsen und Kalbinnen wurde bereits in zahlreichen Studien belegt (FRICKH *et al.* 2002a, b, FRICKH *et al.* 2003, KÖGEL *et al.* 2000, VELIK 2008, VELIK *et al.* 2008).

Die täglichen Zunahmen unterscheiden sich zwischen den Kategorien stark. So haben Ochsen im Vergleich zu Stieren niedrigere Zuwachsraten. SCHWARZ und KIRCHGEßNER (1990) stellten bei Stieren gegenüber Ochsen ein bis zu 16 % höheres Zunahmenniveau fest, wobei der relative Unterschied im unteren Gewichtsbereich (etwa bis 500 kg Lebendmasse) nur bei 11 % lag und damit deutlich geringer ausfiel als im Endmastbereich mit nahezu 25 %. Folglich haben Stiere auch höhere Nettotageszunahmen als Ochsen und Kalbinnen (FRICKH *et al.* 2002b). Kalbinnen haben gegenüber Ochsen und damit gegenüber Stieren ein noch stärker erniedrigtes Zunahmenniveau. Im Versuch von SCHWARZ und KIRCHGEßNER (1990) lagen die täglichen Zunahmen der Kalbinnen um bis zu 24 % unter jenen der Stiere im Gewichtsbereich bis 500 kg Lebendmasse. Allerdings ist hier anzumerken, dass der Vergleich des Wachstums unterschiedlicher Tierkategorien nur bei Tieren identischer Herkunft und Rasse sowie bei identischer Fütterung möglich ist. Weiters ist eine hohe Energiezufuhr notwendig, um die geschlechtsspezifischen Unterschiede klar zu erkennen (SCHWARZ *et al.* 1992). So werden Ochsen und vor allem Kalbinnen nicht mit den für Stiere üblichen intensiven Rationen gefüttert, da diese durch den oben bereits angeführten Wachstumsrhythmus sehr früh und stark verfetten würden. Unter praxisüblichen Bedingungen werden Ochsen und Kalbinnen folglich in eher extensiveren Mastsystemen verwendet, in denen bedingt durch die Fütterung und die zur Verfügung stehenden Futtermittel keine extrem hohen täglichen Zunahmen zu erreichen sind. Die Wachstumsdifferenz zu Mastbeginn und im mittleren Mastbereich fällt gegenüber der zu Mastende immer ein wenig geringer aus (SCHWARZ *et al.* 1992). Daraus lässt sich folgern, dass sich die Wachstumskurven von Rindern unterschiedlicher Kategorien mit zunehmender Lebendmasse immer deutlicher voneinander unterscheiden. Auch betreffend Wachstumsverlauf unterscheiden sich die einzelnen Tierkategorien. Bei Kalbinnen liegen die höchsten Tageszunahmen im Bereich um 300 kg Lebendmasse (STEINWIDDER *et al.* 2002 und 2007, SCHWARZ und KIRCHGEßNER 1990) und fallen im weiteren Mastverlauf bei steigender Lebendmasse kontinuierlich ab. Bei den Stieren beginnen die Tageszunahmen erst bei höherer Lebendmasse zu sinken und fallen dann mit steigender Lebendmasse nicht so stark ab wie bei den Kalbinnen (STEINWIDDER *et al.* 2007). Eine weitere Einflussgröße für den Wachstumsverlauf ist die Mastintensität, die im folgenden Kapitel (2.3.2.1 Mastintensität) näher beschrieben wird.

2.3.2 Einflüsse produktionsbedingter Faktoren

2.3.2.1 Mastintensität

Durch die Mastintensität werden die Wachstumsintensität und der Wachstumsverlauf bestimmt. Die Mastintensität ist bestimmt durch die Fütterungsstrategie und diese durch die Energiedichte des Futters. Die Energiedichte des Futters wiederum ist in erster Linie durch Art und Qualität des am Betrieb erzeugten Grundfutters bestimmt. Da der Zukauf von Futtermitteln auf Grund der Kosten so gering wie möglich gehalten wird, beschränkt er sich bei den meisten Betrieben auf das Kraftfutter. Es macht also einen Unterschied in welcher Region ein Betrieb mästet. Befindet er sich in einer Ackerbauregion, so kann beispielsweise Maissilage mit hoher Energiedichte erzeugt werden. In reinen Grünlandgebieten wird mit Grünfütter und Grassilagen gearbeitet. Diese weisen allerdings nicht dieselbe hohe Energiedichte wie Maissilage auf. Um bei der Stiermast entsprechend hohe Zunahmen in der Anfangsmast zu erreichen, ist bei Grünland betontem Grundfutter ein hoher Kraftfutteranteil in der Ration notwendig oder eine entsprechend längere Mastdauer, da das Zunahmemaximum in einen

höheren Gewichtsbereich fällt. Beide Strategien verteuern die Produktion entsprechend. Als Alternative bietet sich hier die Mast von Ochsen oder Kalbinnen an.

Die Gewebeveränderung bei fortschreitender Mast hängt nicht alleine vom Geschlecht der Rinder ab. Einen wesentlichen Beitrag zur Veränderung der Gewebeverteilung trägt die Höhe der Energiezufuhr. Der Muskelfleischanteil nimmt bei Ochsen und etwas ausgeprägter bei Kalbinnen bei höherer Energiezufuhr deutlicher ab als bei niedrigerer Energiezufuhr. Grund dafür ist der bei hoher Energiezufuhr stark steigende Anteil an Fettgewebe. Der Gehalt an Fettgewebe unterscheidet sich zwischen den Teilstücken erheblich und wird von der Fütterungsintensität stark beeinflusst (*AUGUSTINI et al.* 1993a, *SCHWARZ* 1997). Auf den Anteil wertvoller Teilstücke hat die Fütterungsintensität allerdings keinen Einfluss (*FRICKH et al.* 2002b). Eine Begrenzung der Fütterung führt generell zu einer Erhöhung des Muskelfleischanteils bei Kalbinnen, der allerdings nur bei niedrigeren Schlachtgewichten (bei knapp unter 500 kg Lebendmasse) signifikant wird (*AUGUSTINI et al.* 1993a). Energierestriktionen wirken sich bei allen Kategorien anfänglich immer als Minderung des Fettgewebegehaltes zu Gunsten des Muskelgewebeanteils im Zusammenhang mit der Nutzung des kompensatorischen Wachstums aus. Allerdings ist diese Änderung abhängig von Zeitpunkt, Dauer und Schwere der Restriktion und der anschließenden erhöhten Energiezufuhr. Zusätzlich kommt es bei den kompensierenden Rindern wieder zu einem vermehrten Fettansatz (*SCHWARZ* 1997). Bei Stieren verringert sich der Muskelfleischanteil bei hoher Energiezufuhr nur geringfügig bzw. erhöht sich bei restriktiver Fütterung kontinuierlich (*SCHWARZ* 1997). Somit ist der Zuwachs bei niedriger Energiezufuhr grundsätzlich durch höhere Protein- und niedrigere Fettgehalte im Schlachtkörper gekennzeichnet.

Rücksicht genommen werden muss bei der Mastintensität natürlich auf die Haltungsform. So kann sich bei starker Bewegungsintensität, wie sie zum Beispiel bei Weidehaltung oder bei Alpung vorliegt, der Erhaltungsbedarf um bis zu 15 % erhöhen (*ARC* 1980).

2.3.2.2 Schlachtalter und Mastendmasse

Man unterscheide prinzipiell das chronologische und das physiologische Alter. Während das chronologische Alter dem tatsächlichen Alter des Tieres in Tagen entspricht, ist das physiologische Alter eines Tieres ein Punkt, an dem ein Tier ein bestimmtes Entwicklungsstadium der chemischen und morphologischen Zusammensetzung des Schlachtkörpers erreicht hat. Der Zeitpunkt zu dem das Tier die Schlachtreife erreicht hat, ist das für die Schlachtung optimale physiologische Alter und dieses ist von verschiedenen Faktoren abhängig (Rasse, Geschlecht, Produktionsverfahren). Daraus wird ersichtlich, warum das chronologische nicht mit dem physiologischen Alter übereinstimmt und somit auch nicht als Parameter herangezogen werden kann. Die optimale Mastendmasse wiederum ist stark beeinflusst vom chronologischen Alter und der Mastintensität (*AUGUSTINI* 1987). Somit bedingen sich Gewicht und Alter von Schlachtrindern gegenseitig und es ist nicht möglich sie getrennt voneinander zu betrachten.

Rinder werden generell am Ende ihres Wachstums geschlachtet. Das ist der Zeitpunkt, zu dem das Tier beginnt, vermehrt Fett anzusetzen. Ab hier steht der Futteraufwand für einen Kilo Zuwachs, Fett hat eine höhere Energiedichte und einen höheren Trockenmassegehalt als Protein, nicht mehr in Relation zu den Erlösen aus dem Schlachtkörper. Bei der Rasse Fleckvieh liegt der Abschluss des Wachstums bei Kalbinnen bei rund 500 kg Lebendmasse (*AUGUSTINI et al.* 1993a), bei Ochsen bei rund 550 kg Lebendmasse (*AUGUSTINI et al.* 1993b) und bei Stieren bei ca. 650 kg Lebendmasse (*AUGUSTINI et al.* 1992), wobei bei dieser Kategorie auch in dieser hohen Lebendmasse noch immer sehr wenig Fett angesetzt wird. Natürlich ist die Dauer bis zum Erreichen des Wachstumsabschlusses wiederum stark von der Mastintensität abhängig.

Ein späterer Schlachttermin führt zu höheren Schlachtmassen. Die höheren Schlachtmassen führen zu einer stärkeren Ausprägung der Körperform und in Folge zu einer tendenziell höheren Einstufung in der Fleischigkeit (*BRANSCHIED et al.* 2007). Auch die Ausschachtung steigt mit steigender Mastendmasse an, vor allem in Wechselwirkung mit einem hohen Fütterungsniveau. In einem niedrigen Fütterungsniveau verhält sich die Ausschachtung tendenziell umgekehrt (*FRICKH et al.* 2002b). Vor allem bei Ochsen und Kalbinnen kommt es bei steigender Schlachtmasse zu einem erhöhten Anstieg an Körperfett. Dieser Anstieg ist bei diesen Kategorien physiologisch bedingt stärker ausgeprägt und setzt viel früher bzw. bei geringeren Lebendmassen ein als bei Stieren (*FRICKH et al.* 2002b, *STEEN and KILPATRICK* 1995). Folglich ist die Mastendmasse von Ochsen und Kalbinnen viel

sensibler auf die Gewebeveränderung abzustimmen als bei Stieren, vor allem bei hoher Energiezufuhr (SCHWARZ 1997). Zusätzlich nimmt mit zunehmender Mastendmasse der Anteil wertvoller Teilstücke zu Lasten der weniger wertvollen Teilstücke ab bzw. erhöht sich der Anteil des Vorderviertels zu Lasten des Hinterviertels (SCHWARZ 1997); natürlich wieder in Wechselwirkung mit tierspezifischen Faktoren.

2.3.3 Fazit

Stiere zeigen im Gegensatz zu Ochsen und Färsen ein ausgeprägtes Muskelbildungsvermögen und gegenläufig dazu eine geringe Verfettungsneigung. Sie haben höhere tägliche Zunahmen und eine kürzere Mastdauer. Trotzdem stellen Ochsen und Kalbinnen durchaus eine geeignete Alternative zur Erzeugung von Qualitäts-Rindfleisch dar. Vor allem Betriebe, die extensiv oder auf der Weide mästen möchten, greifen auf diese beiden Tierkategorien zurück. Die Haltung von Stieren auf der Weide ist auf Grund ihres intakten Geschlechtstriebes kaum möglich. Zusätzlich benötigen sie Grundfutter mit sehr hoher Energiedichte oder entsprechend viel Kraftfutter, um die hohen Zunahmen zu erreichen. Ochsen und Kalbinnen sind einfacher zu halten, mitunter auch eine ganze Weideperiode nur auf der Weide. Mit diesen beiden Kategorien kann aufgrund der frühzeitigen und stärkeren Fetteinlagerung in das Muskelgewebe eine gute Fleischqualität auch bei extensiver Fütterung erzeugt werden (FRICKH *et al.* 2003). Bei guter Grundfutterqualität und/oder dem Einsatz moderater Maissilagemengen ist bei Kalbinnen und Ochsen häufig ein Kraftfuttereinsatz nur in der ein- bis zweimonatigen Endmast erforderlich. Schlussfolgernd kann gesagt werden, je extensiver die Fütterungsbedingungen sind, desto wichtiger werden frühreife, kleinrahmige Mastrassen als Kreuzungspartner oder Mastrasse und desto besser eignen sich Ochsen und vor allem Kalbinnen; Stiere sind dafür grundsätzlich weniger geeignet (STEINWIDDER 2008).

Tierspezifische und produktionsbedingte Faktoren sind schwer getrennt zu betrachten, da natürlich Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Faktoren bestehen bzw. sie sich gegenseitig bedingen. So müssen zum Beispiel Mastintensität und Mastendmasse abgestimmt sein. Bei durchgehend intensiver Fütterung wird die Mastendmasse früher erreicht und eine Verlängerung der Mast führt zu einer übermäßigen Verfettung, einer schlechteren Futtermittelverwertung und in Folge zu steigenden Futterkosten (KIRCHGEßNER 2004). Hierbei muss vor allem beachtet werden, dass mit zunehmender Lebendmasse das Geschlecht einen höheren Einfluss auf die Gewebeszusammensetzung des Rinderkörpers hat als die Energiezufuhr (SCHWARZ 1997) und somit die Mastendmasse vor allem bei Ochsen und Kalbinnen sensibler mit der Mastintensität abgestimmt werden muss.

2.4 Fleischqualität bei Rindfleisch

Fleischqualität ist ein wertneutraler, allgemeiner Begriff, der objektiv erfassbare Merkmale umfasst. Durch die Ausprägung dieser Merkmale wird die Fleischqualität quantifizierbar. Im Gegensatz dazu ist Qualitätsfleisch ein wertbezogener Begriff, dem bestimmte Bedürfnisse und Wertvorstellungen zu Grunde liegen (TEMISAN und AUGUSTINI 1989a). Diese beiden Begriffe sind somit streng zu trennen. In der vorliegenden Arbeit wird nur auf die quantifizierbaren Merkmale der Fleischqualität eingegangen, da im vorliegenden Versuch keine subjektiv erfassbaren Merkmale geprüft wurden.

2.4.1 Reifung von Fleisch

Die Reifung von Fleisch, landläufig auch als „Abhängen“ bezeichnet, ist ein Vorgang, bei dem aus Muskulatur Fleisch wird. Es handelt sich um einen muskelzellinternen Prozess, der bereits direkt nach dem Schlachten einsetzt. Nach SCHWÄGELE (1998) unterscheidet man zwei Phasen. In der ersten Phase kommt es durch Unterbrechung der Blutversorgung auf Grund der Schlachtung zur postmortalen anaeroben Glykolyse durch die Laktat entsteht. Dieses kann auf Grund des unterbrochenen Blutkreislaufs nicht mehr abtransportiert werden. Somit fällt der pH im Muskel auf einen Endwert von etwa 5,5 ab. Weiters kommt es zum Abbau aller Energiereserven und dadurch zu einer Quervernetzung zwischen den Filamenten. Der Muskel verkürzt sich. Es folgt die Totenstarre und die Muskulatur erreicht ihr Maximum an Zähigkeit. Bei Rindfleisch dauert dieser Zustand in etwa 36 bis 40 Stunden an (HECHT 1986). Die zweite Phase setzt nach der Totenstarre ein und stellt die eigentliche Reifung dar. Es kommt zur Denaturierung der Proteine durch fleischeigene Enzyme, wodurch das Fleisch mit fortschreitender Reifung zarter wird. Wie bei allen enzymatischen Vorgängen haben auch bei der Fleischreifung pH-Wert, Temperatur und Zeitdauer einen wesentlichen Einfluss auf ihren Ablauf (AUGUSTINI und FISCHER 1998). So beginnen bestimmte Enzyme nur bei bestimmten pH-Werten zu arbeiten. Temperatur und Zeitdauer bedingen sich gegenseitig. Bei höheren

Temperaturen erfolgt die Reifung schneller, allerdings sind der Erhöhung der Temperatur aus fleischhygienischer Sicht Grenzen gesetzt. Somit erfolgt die Reifung auf Grund der Fleischkühlung bei niedrigen Temperaturen, wodurch sich die Dauer entsprechend erhöht. Allerdings sollte Fleisch vor der Totenstarre (*rigor mortis*) nicht zu rasch oder zu langsam gekühlt werden, da es sonst zu einer verfrühten Verkürzung des Muskels kommt. Setzt die Totenstarre bei einem verkürzten Muskel ein, erhöht sich die Festigkeit. Eine zu schnelle Kühlung führt zur sogenannten Kälteverkürzung (Temperatur des Muskels unter 15 °C vor der Totenstarre), eine zu langsame zur sogenannten Rigorverkürzung (Temperatur des Muskels über 20 °C vor der Totenstarre) (HECHT 1986). Der optimale Temperaturbereich für die Kühlung von Fleisch und Fleischerzeugnissen nach der Totenstarre liegt nach KRÖCKEL und HECHTMANN (1998) zwischen -1 °C bis + 2 °C.

Reifung ist somit ein muskelspezifischer Prozess, der abhängig von Tierart, Temperatur, Bindegewebeanteil und pH-Wert unterschiedlich schnell abläuft. Gerade bei Rindfleisch ist eine ausreichende Reifung unabdingbar, da Rindfleisch im Vergleich zu anderen Nutztieren bedingt durch stärkere Muskelfasern und hitzestabiles Kollagen eine festere Konsistenz besitzt. Auch stärker beanspruchte Muskelpartien benötigen eine längere Reifung, unabhängig von der Tierart, da die Muskelfasern stärker vernetzt sind, um Stabilität zu gewährleisten.

2.4.2 Wasserbindungsvermögen von Rindfleisch

Das Wasserbindungsvermögen von Fleisch ist ein wichtiges Kriterium zur Bestimmung der Fleischqualität. Es beschreibt die Fähigkeit von Fleisch sein eigenes oder ihm zB in der Verarbeitung zugesetztes Wasser ganz oder teilweise zu halten (HONIKEL 1986a). Gemessen wird das Wasserbindungsvermögen durch die Bestimmung des Tropf-, Koch- und Grillsaftverlustes. Für den Konsumenten von Interesse sind Koch- und Grillsaftverlust, da diese Verluste direkt beim Konsumenten sichtbar werden. Der Tropfsaftverlust ist ein wichtiges Kriterium für die Fleischverarbeitung und Fleischvermarktung, da Fleisch mit niedrigem Wasserbindungsvermögen in der Erzeugung von Brät für Wurstwaren Probleme erzeugt und Fleisch, das viel Wasser verliert, im Supermarktregal eher unappetitlich aussieht. Weiters gehen mit dem Tropfsaft die in ihm gelösten Mineralstoffe und Vitamine verloren.

Bekannte Fleischfehler das Wasserbindungsvermögen betreffend sind das DFD- und das PSE-Fleisch. Das PSE- (pale soft exudativ – bleich weich wässrig) Fleisch kommt zum Großteil bei Schweinefleisch vor und ist gekennzeichnet durch Fleischstücke, die beim Zubereiten sehr viel Wasser verlieren und in der Pfanne schrumpfen. Grund dafür ist die Durchlässigkeit der Zellmembranen in den Muskelzellen durch die zu rasche pH-Absenkung nach der Schlachtung (HONIKEL 1986a) aufgrund von Stress vor der Schlachtung. Bei Rindfleisch kommt das DFD- (dark firm dry – dunkel fest trocken) Fleisch vor, auch bekannt als Dark-cutting beef (DCB). Dieses Fleisch verändert seine Farbe in Richtung purpurrot, hat auf Grund des höheren pH-Wertes eine kürzere Haltbarkeit, sowie Abweichungen im Geschmack und eine feste Konsistenz. Einflussfaktoren, die diesen Fleischfehler begünstigen, sind lange Transporte und lange Nüchternungen vor der Schlachtung, durch die es bereits vor der Schlachtung zur Erschöpfung des für die Reifung wichtigen Glykogenvorrates im Muskel kommt.

2.4.3 Fleischfarbe

Die Farbe von Rindfleisch ist der erste Sinneseindruck, den der Konsument wahrnimmt. Mit ihr werden andere sensorische Kategorien wie Zartheit und Frische assoziiert. Folglich werden bei Frischfleisch helle, kräftige Rottöne erwartet. Der Verbraucher ist sehr wohl in der Lage Farbabweichungen in der Fleischfarbe zu erkennen und bereits geringe Unterschiede zu bewerten (TEMISAN und AUGUSTINI 1989a).

Verantwortlich für die Fleischfarbe sind die Chromoproteine. Sie machen 96 % der Proteine im Muskel aus. Ausschlaggebend ist hier das Myoglobin, das für die Sauerstoffspeicherung und auch den Sauerstofftransport zuständig ist. Das Myoglobin kann, je nach Bindungspartner, verschiedene Farbvarianten annehmen. Ohne Bindung (reduziertes Myoglobin) ist das Fleisch purpurrot, wird indes Sauerstoff (Oxymyoglobin) gebunden, erscheint die Farbe intensiver hellrot bzw. kirschrot. Durch fortschreitende Oxidation geht das Oxymyoglobin in Metmyoglobin über und die Fleischfarbe erscheint graubraun. Mit sinkendem pH-Wert nimmt die Bildung von Metmyoglobin zu, was sich ungünstig auf die Farbe des Fleisches und die Farbstabilität auswirkt. Einfluss auf die Fleischfarbe haben neben der Myoglobinkonzentration im Gewebe, die vor allem beim Rind stark altersabhängig

ist, auch die physiologische Beanspruchung des Muskels, die Rasse bzw. das Geschlecht und unter Umständen eine spezifische Fütterung der Tiere (*SCHNÄCKEL et al.* 2006a).

Daher wird ein breites Spektrum an Merkmalen gemessen. Die wichtigsten Merkmale sind die Helligkeit (L^* - schwarz bis weiß), der Rotton (a^* - rötlich bis grünlich) und der Gelbton (b^* - gelblich bis bläulich) des Fleisches. Die Rot- und Gelbtöne entsprechen der Sättigung der Farbe.

2.4.4 Zartheit von Rindfleisch

Für die Festigkeit und Zähigkeit des Fleisches sind zwei Proteinfractionen verantwortlich: das Bindegewebe und die Struktur der Myofibrillen. Bei jungen Tieren ist die Festigkeit hauptsächlich durch die Myofibrillenstruktur bedingt. Bei älteren Tieren nimmt der Bindegewebeanteil stetig zu. Während das Bindegewebe erst durch längeres Erhitzen etwa beim Kochvorgang in Lösung geht, wird die geordnete Struktur der Myofibrillen bereits durch die Proteolyse während der Reifung aufgebrochen (*HONIKEL* 1986b). Mit der Dauer der Reifung verringert sich die Variabilität der Zartheit der verschiedenen Rindfleischtypen (*FRICKH et al.* 2004). *SCHÖNE et al.* (2006) stellten bei einer Untersuchung mit Jungstierfleisch fest, dass eine Verlängerung der Reifung über 14 Tage hinaus keine signifikante Verbesserung der Zartheit mehr mit sich bringt, die Reifungsverluste hingegen weiter zunehmen.

Es gibt zwei Arten zur Messung der Fleischzartheit. Einerseits die physikalische Bewertung der Zartheit mittels Scherkraftmessung und andererseits die subjektive sensorische Bewertung mittels Testperson und Punkteschema. Wie weiter unten erläutert wird, besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Gehalt an intramuskulärem Fett und der sensorischen Bewertung der Zartheit des Fleisches. So kann es sein, dass trotz höherer Scherkraftwerte ein Fleischstück subjektiv als zart bewertet wird, weil es durch einen höheren intramuskulären Fettgehalt von einer Testperson als zart wahrgenommen wird.

Die Messung der Zartheit von Rindfleisch mittels Scherkraft stellt ein geeignetes objektives Maß für die Ermittlung der Zartheit da (*TEMISAN und AUGUSTINI* 1989a, b). Das Fleisch wird entlang des Muskelfaserverlaufes geschnitten und quer dazu gequetscht. Dies soll den Kauvorgang im Mund simulieren. Je höher die aufgewendete Kraft ist, desto geringer ist die erwartete Zartheit. Die Scherkraftwerte weisen eine hohe negative Korrelation zur subjektiv beurteilten Zartheit ($r = -0,86$), Saftigkeit ($r = -0,78$) und Aroma/Geschmack ($r = 0,71$) auf (*MARSHALL* 1999). Das bedeutet, dass sich mit steigenden Scherkraftwerten die genannten Merkmale verschlechtern und umgekehrt.

Um die Zartheit von Rindfleisch schneller herbeizuführen bzw. die Reifedauer zu verkürzen, gibt es mehrere spezifische post-mortem-Behandlungsverfahren. Die Elektrostimulierung führt eine raschere Absenkung des pH-Wertes herbei, wodurch die Totenstarre früher einsetzt und eine höhere Kühlgeschwindigkeit ohne Kälteverkürzung möglich ist (*BINKE* 2003). Weiters ist der Einsatz von so genannten Zartmachern möglich. Das sind Stoffe, die die Reifung beschleunigen, zB pflanzliche Proteasen, oder auch Geräte, die das Binde- und Muskelgewebe mechanisch zerreißen (*HONIKEL* 2003).

2.4.5 Nährstoffgehalt von Rindfleisch

Fleisch ist generell ein Lebensmittel, das eine ernährungsphysiologisch wichtige Qualität aufweist. Speziell das Fleischprotein hat eine hohe biologische Wertigkeit. Es enthält die für den menschlichen Körper wichtigen Aminosäuren in günstiger Relation und Menge (*ARNETH* 2003). Der Gehalt an Fett und die Fettsäurezusammensetzung werden in Kapitel 2.4.6 näher erläutert.

Auch liefert Fleisch einen hohen Beitrag zu den essentiellen Spurenelementen Eisen, Selen und Zink. So bildet Fleisch mit einem Drittel die bedeutendste Eisenquelle unserer Nahrung. Weiters kommen die Vitamine der B-Gruppe im Fleisch in beträchtlicher Menge vor. Vitamin B₁ stammt etwa zur Hälfte und Vitamin B₂ etwa zu einem Drittel aus tierischen Lebensmitteln (*ARNETH* 2003).

2.4.6 Fettgehalt, -säurenmuster und -farbe

Unterteilt wird das Fett im Schlachtkörper in subkutanes Fett, das ist das sichtbare Auflagfett, in intermuskuläres Fett, das zwischen den Muskeln und Muskelgruppen eingelagert ist und in intramuskuläres Fett (IMF), das im Muskelfleisch als kleine Fettinseln, die sogenannte Marmorierung, sichtbar ist. Die Reihenfolge in der Entwicklung der verschiedenen Fettgewebe hat zur Konsequenz, dass ein ausreichender IMF bzw. eine ausreichende Marmorierung nur zu erreichen ist, wenn man

einen entsprechenden Gehalt an subkutanem und intermuskulärem Fett in Kauf nimmt. Daraus folgt, dass für eine gute Fleischqualität betreffend Marmorierung ein gewisser Verlust durch höhere Fettabschnitte zwingend ist (*TEMISAN* und *AUGUSTINI* 1989a). Der Gehalt an IMF wird chemisch bestimmt, die Verteilung des IMF wird anhand einer subjektiven Einschätzung der Marmorierung vorgenommen. Der Gehalt an IMF steht in engem Zusammenhang mit Geschmack (Fett als Aromaträger), Bratfähigkeit und Zartheit des Rindfleisches (*ENDER* und *AUGUSTINI* 2007). Die Beziehungen zwischen IMF und sensorischer Bewertung der Essqualität sind deutlich positiv (*TEMISAN* und *AUGUSTINI* 1987). So sind sowohl der Gehalt an IMF als auch die Marmorierung relativ hoch positiv korreliert mit Zartheit, Saftigkeit und Geschmack/Aroma (jeweils im Bereich von $r = 0,30 - 0,40$), was darauf schließen lässt, dass sich mit steigenden Gehalten von IMF und Marmorierung auch die genannten Merkmale verbessern (*MARSHALL* 1999). Der intramuskuläre Fettgehalt von Rindfleisch sollte nicht unter 2,5 % und nicht über 4,5 % liegen (Referenzwert nach *FRICKH et al.* (2001)).

Trotz seines negativen Rufes ist Fett ein wichtiger Bestandteil unserer Ernährung. Es sollte allerdings auf die aufgenommene Menge geachtet werden. Bei Jugendlichen und Erwachsenen sollte Fett nicht mehr als 30 % der aufgenommenen Nahrungsenergie ausmachen (*DGE et al.* 2008). Neben der Menge ist auch die Qualität des Fettes von Bedeutung. Unter Qualität versteht man in diesem Zusammenhang die Zusammensetzung des Nahrungsfettes, sprich den Anteil an gesättigten (SFA), einfach ungesättigten (MUFA) und mehrfach ungesättigten (PUFA) Fettsäuren. Von den maximal 30 % Fett in der Nahrungsenergie soll höchstens jeweils ein Drittel aus SFAs (< 10 % der Gesamtnahrungsenergie) und PUFAs (7 – 10 % der Gesamtnahrungsenergie) stammen und mindestens ein Drittel aus MUFAs (> 10 % der Gesamtnahrungsenergie) (*DGE et al.* 2008).

Von zentraler Bedeutung für die menschliche Ernährung sind die Ω -3-Fettsäuren und das Verhältnis der Ω -6- zu den Ω -3-Fettsäuren sowie die konjugierten Linolsäuren (CLAs). Sie zählen zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren und müssen über die Nahrung aufgenommen werden, da sie vom menschlichen Organismus nicht selbst synthetisiert werden können. Die mengenmäßig wichtigste Ω -3-Fettsäure ist die α -Linolensäure (ALA). Weitere Ω -3-Fettsäuren sind die Eicosapentaensäure (EPA) und die Docosahexaensäure (DHA). Die wichtigsten Ω -6-Fettsäuren sind die Linolsäure und die Arachidonsäure. Ω -3-Fettsäuren haben eine positive bzw. präventive Wirkung auf die Gesundheit des Menschen. Sie verbessern den Sauerstofftransport in den Geweben, verringern das Risiko für Thrombosen und koronare Herzkrankheiten sowie Kreislauferkrankungen u.v.m. (*SIMOPOULOS* 1999). Den Ω -6-Fettsäuren wird eine gegenteilige Wirkung nachgesagt. Somit ist nicht nur der Anteil der Ω -3- und Ω -6-Fettsäuren von Bedeutung, sondern vor allem deren Verhältnis zueinander. Ω -3-Fettsäuren sollen 0,5 % und Ω -6-Fettsäuren 2,5 % der Gesamtnahrungsenergie ausmachen. Deren Verhältnis zueinander (Ω -6: Ω -3) soll bei maximal 5:1 liegen (*DGE et al.* 2008). Die CLAs sind eine Gruppe von Fettsäuren mit konjugierten Doppelbindungen. Ihnen werden u.a. antikanzerogene, immunmodulierende und antiatherogene Eigenschaften zugeschrieben (*DGE et al.* 2008). Ω -3-Fettsäuren stammen neben Fischfett und pflanzlichen Ölen auch aus Fleisch und Milch. CLAs kommen vor allem in Produkten von Wiederkäuern vor. Für Menschen, die nicht regelmäßig Zugang zu frischem Seefisch haben, stellen Produkte von Wiederkäuern aus Weidehaltung und/oder grasbetonter Fütterung eine wichtige Quelle für Ω -3-Fettsäuren dar.

Ein weiteres, für den Konsumenten wichtiges, sensorisches Kriterium ist die Fettfarbe. Ein gelbliches Fett wird vom Konsument nicht gewünscht, da damit zähes Fleisch von alten Kühen assoziiert wird (*KREUZER* 2007). Aber genau dieser „Mangel“ wird dem Fett von Rindern aus Weidehaltung zugeschrieben. Eine etwa dreimonatige Endmast mit karotinoidarmen Futtermittel sollte einer Gelbfärbung wieder entgegenwirken (*KÖGEL et al.* 1991). *SCHWARZ et al.* (1998) konnten diesen Effekt allerdings nur tendenziell bestätigen.

2.5 Einflüsse auf die Fleischqualität

Auch bei den Einflüssen auf die Fleischqualität wird die grobe Unterteilung von *AUGUSTINI* (1987) in tierspezifische und produktionsbedingte Einflussfaktoren beibehalten. Für die Fleischqualität wichtig sind auch die peri- und die postmortale Behandlung des Tieres bzw. des Schlachtkörpers und der einzelnen Teilstücke. Diesem Teil ist kein eigenes Kapitel gewidmet. Es wird jedoch bei einzelnen Punkten angesprochen.

2.5.1 Einflüsse tierspezifischer Faktoren

2.5.1.1 Genetische Ausstattung: Rasse und Kreuzung

Die genetische Ausstattung hat auf fast alle Merkmale die Fleischqualität betreffend einen Einfluss (*TEMISAN* und *AUGUSTINI* 1989b). Nach *ENDER* und *AUGUSTINI* (2007) sind typische Rassenunterschiede betreffend Fleischqualität vor allem bei der Zartheit und dem intramuskulären Fettgehalt anzutreffen. Während das Fleisch von Milchrindern eiweißärmer und fettreicher ist, ist das Fleisch von definierten Fleischrindern eiweißreicher und fettärmer. Robustrassen hingegen zeichnen sich durch die hohe Marmorierung des Fleisches und eine damit einhergehende ausgezeichnete Steakfähigkeit aus. Grund dafür ist ihre Anpassung an ein knappes Futterangebot und die daraus resultierende vermehrte Fetteinlagerung. *CHAMBAZ et al.* (2003) verglichen die Fleischqualität von Ochsen der folgenden Rassen: Angus, Fleckvieh, Charolais und Limousin. Alle Rassen wurden im gleichen Fütterungsregime gemästet und bei einem gleichen intramuskulären Fettgehalt von 3,5 % geschlachtet. Es stellte sich heraus, dass es in allen getesteten Merkmalen der Fleischqualität Unterschiede zwischen den Rassen gab. Allerdings muss hier beachtet werden, dass diese Tiere auf Grund ihrer unterschiedlichen genetischen Herkunft zum Schlachtzeitpunkt unterschiedlich alt und schwer waren. Zu beachten ist, dass die genetische Ausstattung und das Produktionssystem eng miteinander verknüpft sind. Als Beispiel sei hier eine Untersuchung von *SCHWARZ et al.* (1998) genannt, in der Kalbinnen einer Zweinutzungsrasse den gewünschten intramuskulären Fettgehalt unter Weidebedingungen nicht erreichten, während eine Kreuzung mit einer frühreifen Fleischrasse unter selbigen Bedingungen einen deutlich höheren intramuskulären Fettgehalt erreichte. Schlussfolgernd sollten für extensivere Mastsysteme frühreife Rassen verwendet werden, da diese die physiologische Schlachtreife deutlich früher erreichen und mit geringerem Alter und geringerer Mastendmasse geschlachtet werden können (*VELIK* 2008). Frühreife klein- und mittelrahmige Rassen erreichen eine stärkere und feinere Marmorierung und damit eine bessere Essqualität und haben auch eine feinere Muskelfaserstruktur. Auf der anderen Seite haben sie zum Teil eine zu starke intermuskuläre und subkutane Fettschicht, was zu erhöhten Fettabschnitten bei der Schlachtkörperzubereitung führt (*TEMISAN* und *AUGUSTINI* 1989b).

Ausgewiesene Fleischrassen haben sowohl bei rohem als auch bei gegrilltem Fleisch niedrigere Scherwerte bei einer Reifedauer unter einer Woche als Zweinutzungsrasse oder Milchrassen, was erwarten lässt, dass deren Fleisch nach kürzerer Reifedauer zart genug ist (*MONSÓN et al.* 2004). Um aber die Differenzen in der Zartheit zwischen den Rassen und zwischen den Individuen innerhalb der Rassen weitestgehend zu eliminieren, um so dem Konsumenten ein homogenes Produkt gewährleisten zu können, ist trotzdem eine ausreichende Fleischreifung notwendig (*MONSÓN et al.* 2004).

SCHÖNE et al. (2006) stellten bei einem Versuch mit Jungstieren fest, dass die Verzehrs relevante Fleischqualität im Großen und Ganzen weniger von der Rasse bestimmt wird, als durch das gewählte Teilstück und vor allem durch die Dauer der Reifung. Auch *STOLOWSKI et al.* (2006) kamen beim Vergleich von Rindern verschiedener Kreuzungen zu einem ähnlichen Ergebnis. Die Unterschiede der verschiedenen Muskeln innerhalb derselben Rasse waren größer als die Unterschiede, die am gleichen Muskel zwischen den verschiedenen Rassen gemessen wurden.

2.5.1.2 Geschlecht

Das Geschlecht hat den größten Einfluss auf den Fettgehalt (intramuskulärer Fettgehalt (IMF), Marmorierung) im Fleisch (*VELIK et al.* 2008, *SCHNÄCKEL et al.* 2006b, *FRICKH et al.* 2003, *AUGUSTINI et al.* 1992). Stiere, Ochsen und Kalbinnen unterscheiden sich hier gravierend. Wie bereits im Kapitel Mast- und Schlachtleistung erläutert, haben Stiere im Gegensatz zu Ochsen und Kalbinnen eine geringere Verfettungsneigung. Die Höhe des Unterschiedes zwischen den Tierkategorien ist wiederum abhängig vom Haltings- und Fütterungssystem. Durch die geringere Verfettungsneigung der Stiere kommt es in Folge auch zu einer geringeren Einlagerung von intramuskulärem Fett gerade auch in den Edelteilstücken, was zu möglichen Problemen im Genusswert des Endproduktes führen kann (*AUGUSTINI et al.* 1992, *FRICKH et al.* 2003). Die unterste Grenze für den IMF liegt bei 2,5 % (*TEMISAN* und *AUGUSTINI* 1989a, *FRICKH et al.* 2001) und die obere bei 4,5 % (*FRICKH et al.* 2001). Nach *ENDER* und *AUGUSTINI* (2007) gibt es einen positiven Zusammenhang von Fettgehalt am Schlachtkörper, IMF und sensorischen Eigenschaften des Fleisches. Enthält der Muskel zu wenig IMF ist die Schmackhaftigkeit stark beeinträchtigt. Liegt der IMF-Gehalt über der angegebenen 4,5%-Grenze, ist davon auszugehen, dass der Schlachtkörper zu stark verfettet war. Dies führt zu höheren

Bewertungen in den Fettgewebeklassen und in Folge zu schlechteren Bewertungen betreffend Bemuskelung bzw. Fleischigkeitsklassen, was finanziell negative Folgen für den Landwirt hat. Die untere Grenze von 2,5 % ist in der Jungstiermast schwerer zu erreichen als bei der Mast von Ochsen und Kalbinnen.

Das zweite Qualitätsmerkmal betreffend Fett nach dem IMF ist die Marmorierung des Fleisches. Unter der Marmorierung versteht man die Verteilung des IMF. Auch hier werden die Unterschiede zwischen den Tierkategorien schlagend. Die beste Qualität betreffend Marmorierung ist von Ochsen und Kalbinnen zu erwarten, während Jungbullen eine geringere Marmorierung aufweisen (ENDER und AUGUSTINI 2007, SCHNÄCKEL *et al.* 2006a, FRICKH *et al.* 2002b).

Betreffend Fleischfarbe gibt es keine so eindeutigen Einflüsse der Tierkategorie wie beim Fettgehalt. Das Fleisch von Ochsen und Färsen unterscheidet sich nicht in der Farbe (SCHNÄCKEL *et al.* 2006a, FRICKH *et al.* 2002a). Unterschiede gibt es aber beim Vergleich von Ochsen und Kalbinnen mit Stieren. Ochsen und Kalbinnen wird ein helleres Fleisch als Stieren attestiert (FRICKH *et al.* 2002a, GERRARD *et al.* 1987). Das Fleisch von Kalbinnen ist im Gegensatz zu Stierfleisch heller und weniger intensiv rot gefärbt (FRICKH *et al.* 2004). Im Gegensatz dazu fanden SCHNÄCKEL *et al.* (2006a) bei Fleisch von Färsen und Ochsen aus extensiver Weidehaltung eine dunklere Farbe mit höherer Intensität und reinerem Rotton als bei Fleisch von Stieren aus intensiver Stallmast. Ausschlaggebend für die dunklere Farbe im Versuch von SCHNÄCKEL *et al.* (2006a) war offenbar die Weidehaltung der Tiere. Die Auswirkungen des Produktionssystems auf die Fleischfarbe werden weiter unten ausführlich erörtert. Im Großen und Ganzen liegen die Werte der Fleischfarbe aber innerhalb der von FRICKH *et al.* (2001) angegebenen Referenzwerte für außergewöhnlich gute Fleischqualität und bewegen sich in einem Bereich, in dem der Konsument keinen sichtbaren Unterschied bemerkt.

Die Fettfarbe wird nicht durch das Geschlecht beeinflusst. Hier hat das Fütterungsregime bestimmende Auswirkungen (FRICKH *et al.* 2002a).

Auf die Zartheit von Fleisch, gemessen durch Scherkraft, hat das Geschlecht wieder einen Einfluss. Allerdings gibt es hier eine starke Wechselwirkung mit dem Gehalt an intramuskulärem Fett. Die Literatur ist hier widersprüchlich. So gibt es Arbeiten, die Kalbinnenfleisch eine festere Textur als Ochsen- und Stierfleisch bescheinigen (SCHNÄCKEL *et al.* 2006a), aber auch Arbeiten, die keinen Unterschied in den Scherkraftwerten zwischen den drei Kategorien finden (FRICKH *et al.* 2003). Grund dafür dürfte die vermehrte Einlagerung von intramuskulärem Fett bei Ochsen und Kalbinnen sein, die, wie oben bereits ausführlich diskutiert, zu subjektiv wahrgenommenem zarterem Fleisch führt. Ein Hinweis für den höheren Fettgehalt ist die Aussage von ENDER und AUGUSTINI (2007), dass dieses Fleisch ein besseres Aroma aufweist, da Fett ein Aromaträger ist. Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass das Fleisch von Ochsen und Kalbinnen zarter und saftiger ist und ein besseres Aroma aufweist (ENDER und AUGUSTINI 2007).

2.5.2 Einflüsse produktionsbedingter Faktoren

2.5.2.1 Produktionsverfahren bzw. Fütterungsregime

Das Produktionsverfahren hat vor allem einen Einfluss auf den Gehalt an Ω -3- und Ω -6-Fettsäuren und deren Verhältnis zueinander. Da diese Fettsäuren auch für das Rind essentiell sind, kann deren Gehalt im Tier durch die Fütterung beeinflusst werden. Je mehr dieser Fettsäuren im Futter vorhanden sind, desto mehr kann das Rind absorbieren und desto höher ist deren Gehalt auch in den Produkten. So wurde in Untersuchungen bereits vielfach bestätigt, dass Rindfleisch von Tieren aus Weidehaltung bzw. bei Gras und Grassilage betonter Fütterung höhere CLA- und Ω -3-Fettsäuren-Gehalte aufweist als Rindfleisch von Tieren aus Mast mit Maissilage und Kraftfutter und dass dadurch das Verhältnis von Ω -6- zu Ω -3-Fettsäuren enger wird (DANNENBERGER *et al.* 2006, RAZMINOWICZ *et al.* 2006, SCHNÄCKEL *et al.* 2006b, NÜRNBERG *et al.* 2005, SCHEEDER *et al.* 2003). Die Qualität der Weide hat keinen bedeutenden Einfluss auf das Fettsäurenmuster (SCHNÄCKEL *et al.* 2006b). HAUSWIRTH *et al.* (2004) sprechen in diesem Zusammenhang von einem „Alpinen Paradoxon“. Sie belegten in einer Studie, dass Käse, hergestellt aus Milch von gealpten Kühen, sehr hohe Gehalte an Ω -3-Fettsäuren aufweist. Sie argumentieren, dass dies der Grund für die niedrige Rate an Herzerkrankungen im Alpenraum sein könnte. Gründe dafür könnten im Vorkommen spezifischer Pflanzen bzw. erhöhten ALA-Gehalten in den Pflanzen, verändertem Sauerstoffgehalt der Luft, Körperfettmobilisation der Tiere oder in einem Energiedefizit der Tiere in Verbindung mit einem niedrigen Futterniveau liegen (EHRlich 2007).

Über das Mastverfahren kann natürlich Einfluss auf den Fettgehalt genommen werden. So können die sensorischen Eigenschaften des Stierfleisches erhöht werden, indem Stiere intensiver gemästet werden, was durch die sehr hohe Versorgung mit Energie zu einer vermehrten Fetteinlagerung führen kann. Andererseits kann durch extensive Haltung ohne Nachmast von Ochsen und Kalbinnen, deren Schlachtkörper relativ mager gehalten werden (*ENDER* und *AUGUSTINI* 2007). *MATTHES* und *PASTUSHENKO* (1999) beobachteten mit steigendem Gehalt an Gesamtfett im Rinderkörper eine Abnahme der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und eine Zunahme der gesättigten Fettsäuren (SFA). Auch *FRICKH et al.* (2001) stellten sowohl bei Pinzgauern als auch bei Fleckvieh diesen Effekt fest. Die Tiere, die in Anbindehaltung gehalten wurden, hatten höhere Gesamtfettgehalte als die Tiere aus der Koppelhaltung und auch höhere Gehalte an SFAs sowie niedrigere Gehalte an PUFAs.

Einen signifikanten Einfluss hat die Fütterung auf die Fettfarbe. Bei Gras und Grassilage betonten Futtermitteln bzw. Weidemast im Gegensatz zu Maissilage und Kraftfutter betonten Rationen weist das Fett höhere Werte betreffend Gelbton und Buntheit auf – und zwar unabhängig von der Tierkategorie – was auf eine kräftigere Farbe des Fettes schließen lässt (*FRICKH et al.* 2003, *FRICKH et al.* 2002a, *SCHWARZ et al.* 1998). Ein Grund dafür könnte in der höheren Einlagerung von Karotinoiden im Fett von Weidmasttieren bzw. bei Gras und Grassilage betonter Fütterung liegen (*KREUZER* 2004, *SCHWARZ et al.* 1998).

In verschiedenen Arbeiten wurde eine dunklere Fleischfarbe bei Weidmasttieren festgestellt (*DANNENBERGER et al.* 2006, *NÜRNBERG et al.* 2005, *SCHWARZ* 2003, *SCHWARZ et al.* 1998). Die Begründungen sind verschieden. Es könnte an der längeren Mastdauer und das dadurch höhere Alter der Weidetiere im Gegensatz zu im Stall gemästeten Tieren liegen (*SCHWARZ* 2003, *SCHWARZ et al.* 1998) oder aber auch an der höheren Bewegungsaktivität der Weidetiere und der dadurch verursachten höheren Myoglobineinlagerung im Muskel (*NÜRNBERG et al.* 2005). Es bleibt somit fraglich, ob das Alter der Tiere einen höheren Einfluss auf die Fleischfarbe hat oder das Mast- bzw. Haltungssystem.

SCHNÄCKEL et al. (2006a) kamen in einem Versuch zu dem Schluss, dass die Reifung des Fleisches und mit ihr die steigende Zartheit bei extensiv gehaltenen Tieren langsamer verläuft als bei intensiv gehaltenen. Daraus könnte man schlussfolgern, dass das Fleisch von extensiv gehaltenen Tieren länger reifen muss, um eine entsprechende Zartheit zu erlangen. Allerdings bewegten sich in diesem Versuch alle Texturkennwerte für alle Tiergruppen und zu allen Untersuchungszeitpunkten in normalen Grenzen, infolgedessen dieser Unterschied für den Konsumenten vernachlässigbar ist. Andererseits fand selbiger Autor in selbigem Versuch keinen Unterschied in der postmortalen pH-Wert-Veränderung, die für die Reifung ausschlaggebend ist, zwischen intensiv und extensiv gehaltenen Tieren.

Das Wasserbindungsvermögen steht offensichtlich in keinem Zusammenhang mit dem Produktionssystem. Ausschlaggebend ist hier die Behandlung des Tieres bei der Schlachtung. *FRICKH et al.* (2003) stellten in einem Versuch ein über alle Tierkategorien und Fütterungsregime konstant bleibendes Wasserbindungsvermögen fest. Sie begründeten die Ursachen des hohen Wasserbindungsvermögens in der tierschonenden Schlachtung und der drei Tage dauernden Ruhezeit vor der Schlachtung. Offenbar führt eine Erhöhung der Wachstumsgeschwindigkeit, sprich eine intensivere Fütterung, zu höheren Tropfsaftverlusten (*DUFÉY* 2008).

2.5.2.2 Schlachalter und Mastendmasse

Das Alter von Rindern zum Zeitpunkt der Schlachtung hat vor allem einen Einfluss auf die Muskelfaserausbildung (Feinheit) und die Löslichkeit des Bindegewebes und infolgedessen auch Einfluss auf Zartheit, Aroma und Geschmack. Mit zunehmendem Alter steigen die Quervernetzungen im Kollagen an, was zu einem Verlust der Elastizität und zu einer erhöhten Festigkeit des Bindegewebes führt, sowie zu einer verminderten Löslichkeit des Kollagens (*HONIKEL* 1986b, *ENDER* und *AUGUSTINI* 2007). Dieser Effekt wird allerdings durch den mit dem Alter steigenden intramuskulären Fettgehalt weitestgehend ausgeglichen. Wie bereits im Kapitel Mast- und Schlachtleistung erläutert, verfetten Kalbinnen und Ochsen mit zunehmendem Gewicht stärker als Stiere, wobei Kalbinnen wiederum stärker verfetten als Ochsen (*ENDER* und *AUGUSTINI* 2007). Infolgedessen steigt aber auch der intramuskuläre Fettgehalt, was dem Konsumenten das Fleisch zarter erscheinen lässt. *VELIK et al.* (2008) konnten betreffend Zartheit (sensorische Bewertung und Scherkraft bei rohem Fleisch) eine signifikante Verschlechterung bei späteren Schlachterminen innerhalb der Tierkategorien feststellen.

Das Wasserbindungsvermögen ist kaum altersabhängig (*ENDER* und *AUGUSTINI* 2007). Wie oben bereits erwähnt, ist hier die Behandlung des Tieres vor der Schlachtung ausschlaggebend.

Sehr wohl vom Schlachtagter abhängig ist die Farbe des Muskels und in Folge die des Fleisches. Diese wird mit zunehmendem Alter dunkler (*ENDER* und *AUGUSTINI* 2007).

Fraglich ist, ob die Unterschiede in der Fleischqualität, die auf dem Alterseffekt beruhen nicht eher von akademischem Interesse als von praktischer Relevanz sind (*SCHEEDER* 2007). So sind die Ursachen für das Auftreten von zähem Fleisch laut *SCHEEDER* (2007) eher in den biochemischen post-mortalen Vorgängen zu suchen und folglich sind die technologischen Faktoren des Schlacht- und Kühlprozesses sowie der Fleischreifung für die Ausprägung der Zartheit von grundlegender Bedeutung. Laut *TEMISAN* und *AUGUSTINI* (1989a) ist deren Einfluss aber auch stark vom Ausgangsmaterial abhängig, also vom Muskel und dessen Ausprägung.

2.5.3 Fazit

Ochsen und Kalbinnen eignen sich gut zur Erzeugung von Qualitäts-Rindfleisch. Allerdings muss man Rasse und Produktionssystem aufeinander abstimmen. Bei einer intensiven Mast muss darauf geachtet werden, dass die Tageszunahmen nicht zu hoch ausfallen, da es sonst zu einer zu hohen Verfettung des Schlachtkörpers kommt. Eine zu extensive Mast, zB Weidemast ohne Stallendmast, führt zu niedrigen Gehalten an intramuskulärem Fett und beeinflusst die Fleischqualität negativ. In der Produktion von Ochsen- und Kalbinnenfleisch ist eine Kombination aus Weidemast und Stallendmast mit moderaten Kraftfuttermitteln ideal.

Es besteht ein sehr hoher Zusammenhang zwischen der Fütterung und der Fleischqualität bei Mastrindern. Um in der Praxis eine optimale Futtermittellösung zu erstellen, müssen allerdings die vielfachen Wechselwirkungen zur genetischen Ausstattung der Tiere, zum Geschlecht, zum Alter bzw. zur Mastendmasse, zum Haltungssystem u.a. beachtet werden. Doch nicht nur der Landwirt und die landwirtschaftlichen Zulieferer sind hier gefragt. Auch die peri- und postmortale Behandlung des Tieres bzw. des Schlachtkörpers bzw. der einzelnen Teilstücke bedarf einer bestimmten Sorgfalt um das qualitativ hochwertige Endprodukt Rindfleisch herzustellen. Somit liegt betreffend Fleischqualität die Verantwortung nicht alleine beim landwirtschaftlichen Betrieb. Auch die Behandlung der Tiere vor der Schlachtung, die Schlachtung selbst, die Behandlung der Schlachtkörper, sowie Kühlung und Reifung stellen wesentliche qualitätsbeeinflussende Faktoren dar. Zuletzt entscheidet auch der Konsument durch Lagerung und Zubereitungsverfahren, ob das Produkt seine Qualität erhält.

3 Tiere, Material und Methoden

3.1 Versuchsplan

Der Versuchsplan sah den Vergleich zweier Fütterungsregime bei gleicher Tierkategorie vor. Die Fütterungsregime waren eine Stallmast mit Mais- und Grassilage sowie Kraftfutter und eine Kurzrasenweidemast ohne Beifütterung. Der Versuch wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Tiere wurden Anfang April 2008 von der Bäuerlichen Vermarktungsgemeinschaft Kärntner Fleisch (BVG) mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 300 kg (250 bis 350 kg) zugekauft. Nach einer einmonatigen Eingewöhnungsphase, die Stallgruppe musste sich erst an die CALAN-Gates gewöhnen, wurde der Versuch am 1. Mai 2008 gestartet. Im April 2009 wurde die letzte Kalbin geschlachtet. Versuchsleiterin war Frau Dr. M. Velik, Institut für Nutztierforschung, Abteilung Alternative Rinderhaltung und Produktqualität.

Tabelle 3.1: Versuchsplan

Gruppe	Stall	Weide
Kategorie	Kalbinnen	Kalbinnen
Genetische Herkunft	Fleckvieh x Charolais	Fleckvieh x Charolais
Tierzahl	10	9 (ein Ausfall durch Blitzschlag)
<i>Fütterung:</i>		
Grundfutter	30 % Maissilage TM 70 % Grassilage TM	Kurzrasenweide von Mai bis Oktober, Endmast Stallration
Energiekraftfutter ¹⁾	2 kg Frischmasse	-
Ergänzungsfutter	Mineralfuttermittel 30 g Viehsalz 30 g	Mineralfuttermittel Viehsalz

¹⁾ bestehend aus 30 % Weizen, 30 % Gerste, 25 % Mais, 15 % Rapsextraktionsschrot

Es wurden zwei Gruppen (Weidegruppe, Stallgruppe), die nach Lebendmasse und Alter möglichst gleich sein sollten, zu je zehn Kalbinnen der Rasse Fleckvieh x Charolais gebildet. Die Stallgruppe wurde in einem Tretmistlaufstall mit Stroheinstreu in Buchten zu je fünf Tieren gehalten. Mit Hilfe der elektronisch gesteuerten Tore (CALAN-Gates) konnte die tierindividuelle Futteraufnahme täglich erfasst werden. Die Grundfütterration setzte sich aus Mais- und Grassilage im Verhältnis 30:70 bezogen auf die Trockenmasse zusammen. Die Fütterration wurde wöchentlich mit einem selbst programmierten Rationsprogramm an die Futteraufnahme der Vorwoche angepasst. Die Grassilage wurde ad libitum (5 – 10 % Futterreste) angeboten. Die Futterreste wurden bei der nächsten Mahlzeit rückgewogen. Zusätzlich bekamen die Tiere 2,0 kg Energiekraftfutter Frischmasse je Tier und Tag und 30 g Mineralstoffmischung Rimini Uni sowie 30 g Viehsalz je Tier und Tag. Die Weidegruppe wurde von Ende April bis Ende Oktober auf einer Kurzrasenweide ohne Beifütterung gehalten. Mineralstoffmischung und Viehsalz wurden auch auf der Weide angeboten. Zu Beginn der Weideperiode wurde den Tieren zusätzlich Heu angeboten bis diese an die Weide gewöhnt waren. Auch gegen Ende der Weideperiode, als das Weidefutter knapp wurde, wurde etwas Heu zugefüttert. Die Endmast erfolgte im Stall mit derselben Fütterration wie die der Stallgruppe. Die Tiere wurden im Gewichtsbereich 540 bis 560 kg Lebendmasse geschlachtet. Eine Kalbin der Weidegruppe schied auf Grund eines Blitzschlags vorzeitig aus dem Versuch aus. Zwei Kalbinnen der Weidegruppe erreichten bereits während der Weideperiode die Mastendmasse und wurden ohne Endmast im Stall geschlachtet.

3.2 Datenerhebung

3.2.1 Mastleistung

Beide Gruppen wurden einmal pro Woche immer zur gleichen Tageszeit (montagsmorgens) gewogen, um die Zunahmen zu ermitteln. Von der Weidegruppe wurde während der Weideperiode keine Nährstoffaufnahme erhoben. Von der Stallgruppe wurde über die gesamte Versuchsdauer und von der Weidegruppe während der Stallendmast die tierindividuelle Futter- und Nährstoffaufnahme mittels CALAN-Gates erhoben. Vom Energiekraftfutter wurde jedes Monat eine Futterprobe gezogen. Die

gepoolte Kraftfutterprobe wurde mittels Weender-Analyse, Gerüstsubstanzen-Methode und Cellulase-Methode auf ihre Inhaltstoffe untersucht. Von den Grundfuttermitteln Mais- und Grassilage wurde eine jeweils über vier Wochen gepoolte Futterprobe gezogen und mittels Weender-Analyse, Gerüstsubstanzen-Methode und Cellulase-Methode wurden die Inhaltsstoffe ermittelt. Zusätzlich wurden die Mengen- und Spurenelemente der Futtermittel analysiert. Die Trockenmasse des Energiekraftfutters wurde wöchentlich, die Trockenmasse der Grundfutterkomponenten und des Futterrestes der Grassilage wurde jeden Tag (Montag – Freitag) bestimmt.

3.2.2 Schlachtleistung

Die Tiere wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein geschlachtet und sieben Tage nach der Schlachtung zerlegt. Zur Ermittlung der Schlachtleistung wurde bei der Schlachtung das Gewicht von Blut, Füßen, Zunge, Kopf, Leber, Milz, Nieren, Nierenfett, Herz, Lunge, Zwerchfell, Schwanz, Haut und Resten erhoben. Das Schlachtkörperhälftengewicht (links, rechts) sowie der pH-Wert von Keule und Rostbraten wurden bei der Schlachtung und 48 Stunden nach der Schlachtung erhoben. Der Anteil wertvoller Teilstücke, Fleischigkeitsklasse und Fettgewebeklasse wurden aus der Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälfte ermittelt. Die wertvollen Teilstücke setzen sich aus dem Englischen und dem Schlegel zusammen. Im vorliegenden Versuch wurde vom Englischen das Gewicht von Filet und von Rostbraten mit Beiried getrennt erhoben. Vom Schlegel wurden der Hinterer Wadschinken und der restliche Schlegel als Merkmale erhoben. Für die Ermittlung der Teilstücke wurde die Zerteilung der Schlachtkörperhälfte nach dem DLG-Schnittmuster (1985) durchgeführt. Die Ausschachtung (warm und nach 48 Stunden), die prozentuelle Menge an Nierenfett bezogen auf das Schlachtkörpergewicht warm und die prozentuelle Menge an Haut bezogen auf die Lebendmasse zur Schlachtung wurden berechnet.

3.2.3 Fleischqualität

Zur Bestimmung der Fleischqualität wurde von jedem Tier sieben Tage nach der Schlachtung eine 13,0 cm lange Probe des Rückenmuskels (*Musculus longissimus dorsi*, Rostbraten), 8. bis 11. Rippe, gezogen und auf unten angeführte Eigenschaften untersucht. Die Untersuchungen erfolgten alle in der Stabstelle Analytik und im Fleischlabor des LFZ Raumberg-Gumpenstein.

Für die Farbmessung wurde eine 2,5 cm dicke Fleischprobe herangezogen, die anschließend zur Bestimmung der Scherkraft am rohen Fleisch diente. Die *Fleischfarbe* (L^* , a^* , b^*) wurde am frischen Anschnitt und nach einstündiger Oxidation und die *Fettfarbe* (L^* , a^* , b^*) am frischen Anschnitt jeweils nach 7, 14 und 21 Tagen Reifung mit dem Farbmessgerät CODEC 400 der Fa. PHYMA, Österreich, gemessen (fünf Messungen je Probe, woraus der Mittelwert errechnet wurde). Für die Fleischfarbe und die Fettfarbe wurden jeweils die Parameter L^* -Helligkeit (0 = schwarz, 100 = weiß), a^* -Rotton (+60 = rot, 0 = grau, -60 = grün) und b^* -Gelbton (+60 = gelb, 0 = grau, -60 = blau) nach dem CIELab-Farbsystem ermittelt.

Zur Bestimmung der *Rückenmuskelgröße* wurde ein Foto von der sieben Tage gereiften Probe des Rückenmuskels (Anschnitt 7./8. Rippe) gemacht und die Fläche mit dem EDV-Programm PicEdCora der Fa. Jomesa planimetriert.

Zur Bestimmung der *Marmorierung* wurde das Foto der Rückenmuskelgröße herangezogen. Das intramuskuläre Fett wurde videoanalytisch über die Kontrastmethode (FRICKH *et al.* 2001) eingefärbt. Das Verhältnis der Fettfläche zur Rückenmuskelgröße wird ermittelt und dient als Maßstab für die Marmorierung. Die Methode wurde jeweils dreimal wiederholt und daraus der Mittelwert gebildet.

Für die Bestimmung der *Inhaltsstoffe* (Trockenmasse, Protein, intramuskuläres Fett, Asche) und des *Fettsäurenusters* wurden 70 g Fleischprobe fein homogenisiert. Die Extraktion des intramuskulären Fettes zur Fettsäurenbestimmung erfolgte nach der von FOLCH *et al.* (1957) entwickelten Methode, die vom Zentrallabor Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft modifiziert wurde. Die Derivatisierung zu Fettsäurenmethylester erfolgte nach TMSH (DGF 2006). Die Fettsäurezusammensetzung wurde gaschromatografisch mit dem GC Varian (Modell 3900, ausgestattet mit der Säule Supelco Fused Silicia SP 2380, 100 m) bestimmt. Die Injektions- und Detektionstemperatur betragen 250 bzw. 260 Grad Celsius. Als Trägergas diente Helium. Es wurde der Standard Mix 37 FAME (Supelco, inc.) verwendet. Zusätzlich wurden Einzelstandards von den Herstellern Sigma Aldrich und Matreya verwendet. Die Berechnung des Gehaltes der einzelnen Fettsäuren erfolgte anhand des Chromatogrammes. Stimmt die Ausschläge zeitlich mit denen des

Standards zusammen wurden die Flächen unter den Peaks berechnet. Auf Grund der unterschiedlichen Konzentrationen der Fettsäuren wurde jede Fettsäure mit ihrem Responsefaktor multipliziert. Die Responsefaktoren wiederum wurden nach der Konzentration der Fettsäure C-18:0 bestimmt. Erhoben wurden die *SFAs* (gesättigte Fettsäuren) C-8:0, C-10:0, C-11:0, C-12:0, C-13:0, C-14:0, C-15:0, C-16:0, C-17:0, C-18:0, C-20:0, C-21:0, C-22:0, C-23:0 und C-24:0. Von den *MUFAs* (einfach ungesättigte Fettsäuren) wurden C-14:1, C-15:1, C-16:1trans9, C-16:1cis9, C-17:1, C-18:1trans6, C-18:1trans9, C-18:1trans11, C-18:1cis9, C-18:1cis11, C-20:1, C-22:1 und C-24:1 bestimmt. Die *PUFAs* (mehrfach ungesättigte Fettsäuren) umfassten C-18:2trans9,12, C-18:2cis9,12, C-18:3cis6,9,12, C-18:3cis9,12,15, CLAcis9,trans11, CLAtrans10,cis12, CLAcis9,11, C-18:4, C-20:2, C-20:3cis8,11,14, C-20:3cis11,14,17, C-20:4, C-22:2, C-20:5, C-22:3, C-22:4, C-22:5cis4,7,20,13,16, C-22:5cis7,10,13,16,19 und C-22:6. Die Ω -3 Fettsäuren (C-18:3cis9,12,15, C-18:4, C-20:3cis11,14,17, C-20:5, C-22:3, C-22:5cis7,10,13,16,19, C-22:6) und die Ω -6 Fettsäuren (C-18:2trans9,12, C-18:2cis9,12, C-18:3cis6,9,12, C-20:2, C-20:3cis8,11,14, C-20:4, C-22:2, C-22:4, C-22:5cis4,7,10,13,16) sowie das Verhältnis von Ω -6- zu Ω -3-Fettsäuren wurden berechnet. Die Summe der *CLAs* (konjugierte Linolsäuren) (CLAcis9,trans11, CLAtrans10,cis12, CLAcis9,11) wurde ebenfalls berechnet.

Das *Wasserbindungsvermögen* wurde mittels Tropfsaft-, Kochsaft- und Grillsaftverlust ermittelt. Für den Tropfsaftverlust wurde eine 2,0 cm dicke Fleischscheibe während der Zerlegung (sieben Tage p.m.) entnommen, gewogen und auf einen Metallstab in einem oben verschlossenen Kunststoffbehälter aufgehängt. Nach 48 Stunden im Kühlschrank erfolgte die Rückwaage. Von der Tropfsaftprobe wurde unmittelbar nach der Rückwaage der Kochsaftverlust bestimmt. Um den Kochsaftverlust zu bestimmen, wurde eine Probe gewogen und in einem oben offenen Kunststoffbeutel 50 Minuten lang in einem 70 Grad heißen Wasserbad gegart und danach 40 Minuten in kaltem Wasser abgekühlt. Dann erfolgte die Rückwaage. Für die Bestimmung des Grillsaftverlustes wurde nach sieben, 14 und 21 Tagen Reifung im Vakuumsack jeweils eine 2,5 cm dicke Fleischscheibe gewogen und in einem P2-Doppelplattengrill der Fa. Silex zwischen zwei Alufolien bei einer Plattentemperatur von 200 Grad bis zu einer Kerntemperatur von 60 Grad gegrillt. Unmittelbar nach Erreichen der Kerntemperatur wurde die Probe für die Bestimmung des warmen Grillsaftverlustes rückgewogen und nach Erreichen einer Gewichtskonstanz für den kalten Grillsaftverlust rückgewogen. Der Gewichtsverlust wird jeweils in Prozent angegeben.

Die *Zartheit* wurde mittels Scherkraftmessungen jeweils am rohen und gegrillten Fleisch nach sieben, 14 und 21 Tagen Reifung gemessen. Das gegrillte Fleisch stammte von der Messung des Grillsaftverlustes. Von jeder Fleischprobe wurden zwölf bis 18 Fleischkerne mit einem normierten (ca. 1,27 cm Ø) Fleischbohrer längs des Faserverlaufs ausgestochen. Die maximale Scherkraft wurde mit der Warner Bratzler Fleischschere (Instron 3365) der Fa. Instron bestimmt.

3.3 Statistische Versuchsauswertung

Der gesamte Versuch wurde mit dem Statistikprogramm SAS 9.1.3 Service Pack 4 (2003) ausgewertet.

In den Ergebnistabellen sind die Least Square means (LS means) der jeweiligen Merkmale sowie die Residualstandardabweichungen (s_e) und die P-Werte angeführt. Unterschiede wurden bei einem P-Wert von $< 0,05$ als signifikant und bei einem P-Wert von $> 0,05$ und $< 0,10$ als tendenziell angenommen. Für den paarweisen Vergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet.

3.3.1 Mastleistung

Alle für die Mastleistung relevanten Merkmale wurden mit der MIXED Procedure für wiederholte Messung nach *LITTELL et al.* (1998) und *KAPS and LAMBERSON* (2004) ausgewertet. Als Kovarianzstruktur wurde die Compound Symmetry (CS) verwendet.

Für die Merkmale der Mastleistung (Tageszunahmen in den einzelnen Versuchsklassen, Tageszunahmen nach Gewichtsklassen, Verwertungseffizienz sowie Futter- und Nährstoffaufnahmen) wurde folgendes Modell (M1) gewählt:

$$M1: \quad Y_{ijk} = \mu + G_i + W_k + \delta_{ij} + (G*W)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

- Y_{ijk} = Beobachtungswert
 μ = gemeinsame Konstante
 G_i = fixer Effekt der Gruppe i, i = 2 (Weide und Stall)
 W_k = fixer Effekt der wiederholten Messung j
 δ_{ij} = Zufallskomponente, Varianz zwischen den Tieren innerhalb einer Gruppe = Kovarianz zwischen den wiederholten Messungen an einem Tier
 $(G*W)_{ik}$ = Wechselwirkung zwischen G_i und W_k
 ε_{ijk} = Rest- oder Zufallskomponente von Y_{ijk} (Residuen)

Das Modell enthält als fixe Effekte die Gruppe und die wiederholten Messungen. Die Wechselwirkung zwischen den beiden fixen Effekten wurde getestet und war nicht signifikant. Daher wurde das Modell reduziert. Die Zufallskomponente δ_{ij} berücksichtigt einerseits, dass die Tiere zufällig in eine Gruppe kamen und andererseits die Kovarianz zwischen den wiederholten Messungen an einem Tier. Somit reduzieren sich die Residuen ε_{ijk} um diesen Zufall. Ein Einfluss der Lebendmasse zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende war nicht gegeben. Der Einfluss des Schlachalters wurde nicht getestet. Literaturquellen zeigen, dass Weidemasttiere häufig die definierte Mastendmasse erst mit höherem Alter erreichen als Stallmasttiere. Somit wäre es zu einer Verzerrung der Ergebnisse gekommen.

Für die Merkmale *Tageszunahmen in den einzelnen Versuchsklassen*, *Verwertungseffizienz* sowie *Futter- und Nährstoffaufnahmen* stellten die Versuchswochen die wiederholten Messungen dar. Beim Merkmal *Tageszunahmen nach Gewichtsklassen* waren die sechs Gewichtsbereiche (unter 300 kg, 300 bis 350 kg, 350 bis 400 kg, 400 bis 450 kg, 450 bis 500 kg, ab 500 kg Lebendmasse) die wiederholten Messungen.

Die Wechselwirkung der fixen Effekte $(G*W)_{ik}$ war, wie oben bereits erwähnt, bei keinem Merkmal signifikant. Bei den *Tageszunahmen nach Gewichtsklassen* wurde sie jedoch im Modell gelassen, um die LS means der einzelnen Gruppen für die einzelnen Gewichtsbereichen schätzen zu können.

Die *Verwertungseffizienz* konnte nur während der Stallperiode für beide Gruppen angegeben werden, da nur im Stall die für die Verwertungseffizienz relevanten Merkmale erhoben werden konnten und nur in der Stallperiode beide Gruppen im Stall waren. Für die Stallgruppe in der Weideperiode wurde das Modell ebenfalls verwendet, obwohl hier nur die Stallgruppe vorhanden war. So konnte deren Verwertungseffizienz mit der Residualstandardabweichung geschätzt werden.

Bei den Merkmalen der *Futter- und Nährstoffaufnahmen* beider Gruppen in der Stallperiode wurden für vier ausgewählte Merkmale (Futteraufnahme, Aufnahme an nutzbarem Rohprotein und Rohfaser sowie Energieaufnahme aus allen drei Futtermitteln) jeweils der Einfluss der Lebendmasse zu Versuchsbeginn und –ende sowie die Wechselwirkung zwischen den fixen Effekten getestet. Es ergaben sich keine Signifikanzen, daher wurde das Modell entsprechend reduziert. Die Futter- und Nährstoffaufnahme wurde auch für die Stallgruppe in der Weideperiode geschätzt, um für diese Gruppe in dieser Periode die Verwertungseffizienz und die Residualstandardabweichung schätzen zu können.

3.3.2 Schlachtleistung

Die Schlachtleistungsdaten wurden mit der GLM Procedure ausgewertet. Es wurde folgendes Modell (M2) gewählt:

M2:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + LM_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Beobachtungswert

μ = gemeinsame Konstante

G_i = fixer Effekt der Gruppe i , $i = 2$ (Weide und Stall)

LM_j = Kontinuierliche Kovariable Gewicht zu Versuchsbeginn

ε_{ij} = Rest- oder Zufallskomponente von Y_{ij} (Residuen)

Bei jedem Merkmal wurde der fixe Effekt der Gruppen „Stall“ und „Weide“ getestet und die Lebendmasse zu Versuchsbeginn (Zukauf April 2008) als Korrekturfaktor mitgenommen. Das Polynom des Korrekturfaktors wurde bei jedem Merkmal getestet und war nie signifikant. Daher wurde das Modell auf oben angeführtes reduziert.

Da sich die Fleischigkeitsklasse und ihre Residuen als nicht normal verteilt und die Fettgewebeklasse und ihre Residuen als nur annähernd normalverteilt herausstellten, wurde der Wilcoxon-Test für zwei Stichproben für die Fleischigkeits- und die Fettgewebeklasse durchgeführt, um Unterschiede in den beiden Fütterungsregimen auf ihre Signifikanz hin zu testen.

3.3.3 Fleischqualität

Die Parameter *Tropfsaft- und Kochsaftverlust*, *Nährstoffgehalt* (TM, Protein, intramuskuläres Fett, Asche) und *Fettsäurezusammensetzung* wurden mit der GLM Procedure nach dem in Schlachtleistung angeführten Modell (M2) geschätzt. Auch hier wurden der fixe Effekt der Gruppe und die Lebendmasse zu Versuchsbeginn im Modell verwendet.

Für die Parameter *Grillsaftverlust*, *Fleischfarbe*, *Scherkraft* und *Fettfarbe* wurde die MIXED Procedure für wiederholte Messung nach *LITTELL et al.* (1998) und *KAPS and LAMBERSON* (2004) verwendet. Als Kovarianzstruktur wurde die Compound Symmetry (CS) verwendet. Es wurde das in Mastleistung angeführte Modell (M1) verwendet. Das Modell 1 enthält als fixe Effekte die Gruppe (G_i) und die wiederholten Messungen (W_k). Die wiederholten Messungen sind die jeweils zu den unterschiedlichen Reifestadien (7, 14, 21 Tage) vorgenommenen Messungen. Die Wechselwirkung zwischen den beiden fixen Effekten wurde getestet. Da diese bei keinem Merkmal signifikant war, wurde das Modell um die Wechselwirkung reduziert. Somit wurden LS means für die einzelnen Gruppen über die Reifestadien gemittelt und LS means für die einzelnen Reifestadien über die Gruppen gemittelt geschätzt. Die Zufallskomponente δ_{ij} berücksichtigt einerseits, dass die Tiere zufällig in eine Gruppe kamen und andererseits die Kovarianz zwischen den wiederholten Messungen an einem Tier. Somit reduzieren sich die Residuen ε_{ijk} um diesen Zufall.

4 Ergebnisse und Diskussion

Die Tabellen in diesem Kapitel enthalten jeweils die LS means der Gruppen und die LS means der Reifestadien, wenn zu verschiedenen Reifestadien getestet wurde, sowie die Residualstandardabweichungen und die P-Werte. Bei Tabellen, deren LS means mit der MIXED Procedure für wiederholte Messung nach *LITTELL et al.* (1998) und *KAPS* and *LAMBERSON* (2004) berechnet wurden, gibt es nur eine übergeordnete Residualstandardabweichung. Als Signifikanzgrenze wird ein P-Wert von $< 0,05$ unterstellt. Bei Werten zwischen $> 0,05$ und $< 0,10$ wird von einer Tendenz ausgegangen. Bei der Diskussion der einzelnen Merkmale wird das jeweilige Bestimmtheitsmaß (R^2) in Klammer angegeben. Bei Merkmalen, die mit der MIXED Procedure für wiederholte Messungen geschätzt wurden, gibt es kein Bestimmtheitsmaß. Ausschlaggebend sind bei dieser Prozedur die AIC-, AII- und BIC-Werte der Anpassungsstatistiken. Desto kleiner diese Werte sind, desto besser ist das Modell. Diese Werte sind aber nur beim Vergleich verschiedener MIXED Procedures für wiederholte Messungen von Bedeutung und werden aus diesem Grund hier nicht angeführt.

4.1 Mastleistung

Alle relevanten Merkmale zur Mastleistung sind in den Tabellen 4.1 bis 4.7 und in den Abbildungen 4.1 bis 4.4 zusammengefasst. Sämtliche täglich erhobenen Daten wurden auf die Versuchswochen gemittelt. Einige Daten wurden über die Gewichtsbereiche, andere über die Mastperioden dargestellt. Die Gewichtsbereiche belaufen sich auf 300 bis 350, 350 bis 400, 400 bis 450, 450 bis 500 und über 500 kg Lebendmasse. Die Mastperioden sind die Weideperiode, in der die Weidegruppe auf der Kurzrasenweide und die Stallgruppe im Stall gemästet wurden (1. Mai 2008 bis 30. Oktober 2008; 1. bis 26. Versuchswoche) und die Stallperiode, in der beide Gruppen im Stall gemästet wurden (31. Oktober 2008 bis 1. April 2009; ab der 27. Versuchswoche). Die Tiere wurden alle bei Erreichen einer Mastendmasse von 550 kg geschlachtet.

Es muss hier angemerkt werden, dass von den zehn Weidetieren nur sieben zur Endmast in den Stall gingen. Zwei Kalbinnen erreichten bereits auf der Weide ihre Mastendmasse und eine Kalbin fiel durch einen Blitzschlag vorzeitig aus. Von den zehn Stalltieren wurde ebenfalls eine Kalbin vor Beginn der Stallperiode geschlachtet, da sie die Mastendmasse erreicht hatte. Zu beachten ist, dass die Kalbinnen aufgrund der unterschiedlichen Lebendmasse zu Versuchsbeginn und der variierenden Tageszunahmen bei der Einstallung am 31. Oktober 2008 unterschiedliche Lebendmassen hatten. In der Weidegruppe befanden sich die meisten Kalbinnen im Gewichtsbereich 450 bis 500 kg Lebendmasse, in der Stallgruppe im Gewichtsbereich über 500 kg (siehe Tabelle 4.1). Die durchschnittliche Lebendmasse zu Beginn der Stallperiode war allerdings in beiden Gruppen ähnlich und nicht signifikant verschieden (479 kg in der Stall- und 469 kg in der Weidegruppe, $P = 0,604$).

Tabelle 4.1: Gewichtsverteilung der Kalbinnen beider Gruppen zu Beginn der Stallperiode (31. Oktober 2008, 27. Versuchswoche)

<i>Gewichtsbereiche</i>	Stall	Weide
400 bis 450 kg	3	2
450 bis 500 kg	1	4
über 500 kg	5	1

4.1.1 Allgemeine Mastleistungsdaten

Die durchschnittliche Lebendmasse zu Versuchsbeginn betrug in der Stallgruppe 283 kg und in der Weidegruppe 289 kg. Die Stalltiere wurden mit durchschnittlich 546 kg und die Weidetiere mit 552 kg geschlachtet. Das Ziel, Schlachtung im Gewichtsbereich um 550 kg Lebendmasse, wurde somit erreicht. An der Anzahl der Versuchstage sieht man, dass die Weidegruppe mit durchschnittlich 376 Tagen eine um 16 Tage längere Mastdauer hatte als die Stallgruppe. Auch das Schlachtalter ($R^2 = 28\%$) war bei den Weidetieren mit 517 Tagen um 17 Tage höher als bei den Stalltieren. Diese Unterschiede waren allerdings statistisch nicht signifikant; das heißt, dass die Unterschiede zufällig durch die kleine und heterogene Versuchsherde zustande kamen.

Tabelle 4.2: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die Mastleistung von Kalbinnen

Merkmal		LS means		s _e	P-Werte
		Stall	Weide		
Tiere	n	10	9		
Lebendmasse Versuchsbeginn	kg	283	289	43,1	0,777
Lebendmasse Versuchsende	kg	546	552	15,8	0,443
Versuchsdauer gesamt	Tage	360	376	30,7	0,264
Tageszunahmen gesamt	g	1.083	1.131	295,9	0,564
Weideperiode (Mai – Oktober)	g	1.069	1.114	303,2	0,588
Stallperiode (November – April)	g	1.052	1.113	260,3	0,533
Schlachtalter	Tage	500	517	40,2	0,355

Die Weidegruppe erreichte sowohl in der Weide- als auch in der Stallperiode durchschnittliche Tageszunahmen von 1.100 g. Die Zunahmen der Stallgruppe lagen rund 50 g darunter. Die Unterschiede in den Tageszunahmen waren allerdings statistisch nicht signifikant und es muss hier nochmals darauf hingewiesen werden, dass das numerisch bessere Abschneiden der Weidegruppe auf die geringe, heterogene Versuchsherde zurückzuführen sein dürfte und nicht auf die Unterschiede im Fütterungsregime.

SCHWARZ et al. (1998) mästeten Kalbinnen (Fleckvieh bzw. Fleckvieh x Angus) von 200 bis 500 kg Lebendmasse mit drei verschiedenen Fütterungsverfahren: (1) Stallmast mit Maissilage und 1,0 kg Kraftfutter, (2) Weidemast, die von einer Winterfütterungsperiode mit Grassilage, Heu und Stroh unterbrochen wurde, (3) wie Fütterungsverfahren (2) mit dreimonatiger Stallendmast wie in (1). Gruppe 1, vergleichbar mit der Stallgruppe des vorliegenden Versuchs, erreichte ähnliche durchschnittliche Tageszunahmen von 1.070 g. Gruppe 2 erreichte während der Weidemast und Winterstallfütterung Zunahmen von 600 bis 640 g. Gruppe 3 erreichte ähnlich niedrige Tageszunahmen während der Weidemast, wohingegen die Weidegruppe des vorliegenden Versuches bereits auf der Weide hohe tägliche Zunahmen hatte. Durch eine anschließende Endmast sind allerdings wieder entsprechend hohe Tageszunahmen zu erreichen. So erhöhten sich die täglichen Zunahmen der Gruppe 3 des Versuches von *SCHWARZ et al.* (1998) in der Endmast auf rund 1.330 g. Die Weidegruppe des vorliegenden Versuches hatte in der Stallendmast ähnliche Tageszunahmen (1.113 g) wie in der Weideperiode. Durch entsprechende Qualität der Weide sind bereits auf der Weide sehr hohe tägliche Zunahmen sowie in Einzelfällen das Erreichen der Mastendmasse möglich. *STEINWIDDER et al.* (2007) mästeten Kalbinnen und Stiere der Rassen Fleckvieh, Fleckvieh x Charolais und Fleckvieh x Limousin bis 480 bzw. 550 kg (Kalbinnen) und 550 bzw. 620 kg Lebendmasse (Stiere) bei zwei hohen Fütterungsintensitäten (jeweils Grassilage ad libitum und zusätzlich durchschnittlich 3,5 bzw. 4,8 kg Kraftfutter TM). In einem früheren Mastversuch von *STEINWIDDER et al.* (2002) wurden bei Fleckvieh-Kalbinnen, -Ochsen und -Stieren drei unterschiedliche Fütterungsintensitäten bei zwei Grundfütterungsmitteln getestet. Bei den Kalbinnen wurden jeweils alle drei Fütterungsintensitäten (hoch: 1,5 bis 3,5 kg Kraftfutter steigend; niedrig: 1,5 kg Kraftfutter; extensiv: erst in der Endmast (ab 450 kg Lebendmasse) 3,0 kg Kraftfutter) getestet, wobei Grassilage als Grundfütterungsmittel diente. Die Tageszunahmen der beiden genannten Versuche fielen ebenso wie im vorliegenden Versuch bei steigender Lebendmasse kontinuierlich ab. Die Kalbinnen des vorliegenden Versuches erreichten auch bei moderater Fütterungsintensität in der Endmast (1,75 kg Kraftfutter TM) bzw. Kurzrasenweide ähnliche Tageszunahmen wie die Kalbinnen aus dem Versuch von *STEINWIDDER et al.* (2007) und höhere Zunahmen als die sowohl intensiv (TGZ = 1.021 g) als auch extensiv (TGZ = 864 g) gefütterten Kalbinnen aus dem Versuch von *STEINWIDDER et al.* (2002). Bei den Stieren beginnen die Tageszunahmen erst bei höherer Lebendmasse zu sinken und fallen dann mit steigender Lebendmasse nicht so stark ab wie bei Kalbinnen (*STEINWIDDER et al.* 2007). Ochsen hingegen haben durchschnittlich höhere Tageszunahmen als Kalbinnen (*STEINWIDDER et al.* 2002).

Weitaus niedrigere Tageszunahmen stellten *KÖGEL et al.* (2000) fest. In ihrem Versuch erreichten Fleckvieh x Charolais Kreuzungskalbinnen in der Weideperiode (bis zum 435. Lebenstag) nur tägliche Zunahmen von 693 g und in der Folge in der Endmast im Stall (bis zum 569. Lebenstag) Zunahmen

von durchschnittlich nur 662 g. Ebenso niedrige Tageszunahmen hatten Charolais- bzw. Angus-Kalbinnen in einem Versuch von *HESSLE et al.* (2007). In der Weideperiode lagen die täglichen Zunahmen nur bei rund 450 g, in der Endmast im Stall je nach Fütterungsintensität zwischen 900 und 1.150 g. Hieraus ergaben sich durchschnittliche tägliche Zunahmen vom Versuchsbeginn (Lebensalter ca. acht Monate) bis zur Schlachtung (Lebensalter ca. 18 bzw. 22 Monate) von rund 750 g. Bei der Mast von Friesian-, Limousin x Friesian- und Weiß Blaue Belgier x Friesian-Kalbinnen stellte *STEEN* (1995) bei einer Ration aus $\frac{2}{3}$ Maissilage und $\frac{1}{3}$ Kraftfutter (auf Trockenmassebasis) durchschnittliche Tageszunahmen von 970 g fest. *SCHWARZ et al.* (1992) mästeten Fleckvieh-Kalbinnen ab 200 kg Lebendmasse bei zwei unterschiedlichen Fütterungsintensitäten, die so variiert wurden, dass bis zur jeweiligen Mastendmasse (350, 425 und 500 kg Lebendmasse) entweder eine begrenzte oder eine gleichmäßig hohe Energiezufuhr erfolgte. Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen im Mastbereich 200 bis 500 kg Lebendmasse betragen bei der hohen Energiezufuhr 985 g und bei der begrenzten Energiezufuhr 854 g. Die Ergebnisse zeigen, dass auf ungünstigen Standorten und bei schlechtem Weidemanagement sowie zu extensiver Fütterung das Wachstumspotential der Tiere nicht voll ausgeschöpft werden kann. Durch eine höhere Energiezufuhr in der Endmast kommt es häufig zu einem kompensatorischen Wachstum, wodurch Tiere Wachstumsdefizite aus extensiveren Mastabschnitten zum Teil aufholen können (*DUFEY* 2008). Dies scheint für die Weidekalbinnen des vorliegenden Versuches nicht zuzutreffen, da die Zunahmen in der Weide- und Stallperiode ähnlich hoch waren.

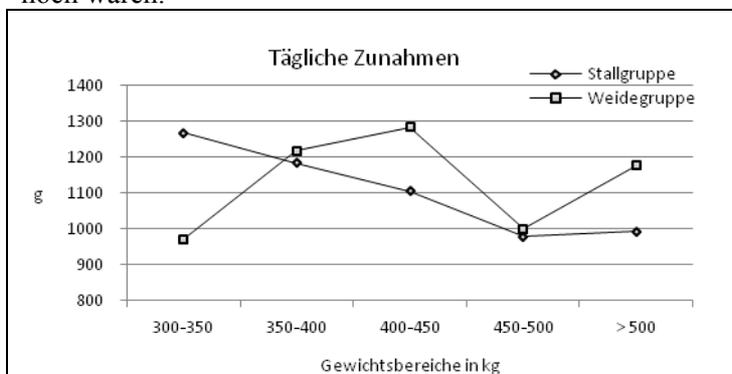


Abbildung 4.1: Wachstumsverlauf der Kalbinnen beider Gruppen mit steigender Lebendmasse

Betrachtet man den Wachstumsverlauf mit steigender Lebendmasse (Abbildung 4.1) so erkennt man bei der Stallgruppe einen abfallenden Verlauf der täglichen Zunahmen, der auch in der Literatur häufig dokumentiert wurde. Im vorliegenden Versuch hatte die Stallgruppe ihr maximales Zunahmenniveau bereits im Gewichtsbereich 300 bis 350 kg Lebendmasse, also bei der Einstellung, erreicht. Im oben erläuterten Versuch von *STEINWIDDER et al.* (2007) hatten die Kalbinnen die höchsten Tageszunahmen (ca. 1.250 g) zu Versuchsbeginn, der ebenfalls in einen ähnlichen Gewichtsbereich fiel (375 kg Lebendmasse). In einem früheren Mastversuch von *STEINWIDDER et al.* (2002), ebenfalls oben erläutert, mit Fleckvieh-Kalbinnen und -Ochsen hatten die Kalbinnen bei extensiver sowie intensiver Fütterung ebenfalls die höchsten Tageszunahmen im Bereich um 300 kg Lebendmasse. *SCHWARZ und KIRCHGEßNER* (1990) mästeten Stiere, Ochsen und Kalbinnen mit Maissilage ad libitum und 1,8 kg Kraftfutter. Auch in ihrem Versuch stiegen die täglichen Zunahmen von 100 bis 300 kg Lebendmasse stetig an, erreichten bei rund 300 kg Lebendmasse ihren Gipfel und fielen dann wieder ab. Im Gewichtsbereich 200 bis 350 kg Lebendmasse lagen die durchschnittlichen Zunahmen bei 1.200 g und im Gewichtsbereich 350 bis 500 kg Lebendmasse bei 800 g. Die täglichen Zunahmen der Weidegruppe des vorliegenden Versuches waren starken Schwankungen unterlegen. Die Umstellung von der Stallfütterung auf die Kurzrasenweide (der Großteil der Tiere befand sich noch im Gewichtsbereich 300 bis 350 kg Lebendmasse) verursachte einen Einbruch der täglichen Zunahmen. Ein weiterer Einbruch fand bei der neuerlichen Umstellung von der Kurzrasenweide auf die Laufstallhaltung statt (Gewichtsbereich 450 bis 500 kg Lebendmasse). Auch im Versuch von *STEINWIDDER et al.* (1996) kam es bei der Umstellung von Weide- auf Stallhaltung zu hohen Lebendmasseeinbußen (bis zu 23 kg Lebendmasse). Im vorliegenden Versuch konnte die Weidegruppe diese Umstellungen allerdings stets kompensieren, was allerdings zu einem unregelmäßigen Wachstumsverlauf führte.

Die Ergebnisse des vorliegenden Versuches lassen den Schluss zu, dass mit Kurzrasenweide dieselben Tageszunahmen wie mit mittelintensiver Stallfütterung erreicht werden können. Bei der Weidehaltung ist allerdings streng auf Parasitenbekämpfung zu achten, vor allem auf Befall mit Würmern. Weiters ist bei schlechtem Wetter, vor allem nasskalter Witterung insbesondere im Frühjahr und Herbst, auf das Auftreten von Lungenentzündungen zu achten. Die Kontrolle der Weidetiere ist unerlässlich, da vor allem kranke Tiere ehestmöglich erkannt und behandelt werden müssen.

4.1.2 Futtermittel

4.1.2.1 Inhaltstoffe der Futtermittel der Stallfütterung

Die durchschnittlichen Gehalte der Futtermittel an Inhaltsstoffen je kg Trockenmasse sind in Tabelle 4.3 angeführt.

Tabelle 4.3: Inhaltsstoffe der Futtermittel (wenn nicht anders angegeben g/kg TM)¹⁾, ermittelt durch chemische Analyse

Merkmal		Grassilage	Maissilage	Kraftfutte r
Trockenmasse	g/kg FM	405	329	884
Energiegehalt	MJ ME/kg TM	9,4	10,6	13,3
XP (Rohprotein)		138	90	146
XL (Rohfett)		31	32	29
XF (Rohfaser)		288	240	47
XA (Rohasche)		99	55	28
NfE (N-freie Extraktstoffe) ²⁾		444	583	751
NDF (Neutrale Detergentienfaser)		500	471	174
ADF (Saure Detergentienfaser)		328	270	62
ADL (unlösliche Faser, Lignin)		37	30	17
NFC (Nichtfaser-Kohlenhydrate) ³⁾		232	353	624
UDP (unabgebautes XP)		21	23	41
RDP (Pansen abbaubares XP)		117	68	105
nXP (nutzbares XP)		124	131	175
RNB (Ruminale N-Bilanz)		2,2	-6,6	-4,7
Kalzium		7,8	2,9	1,5
Phosphor		3,8	2,9	5,3
Magnesium		3,2	1,7	1,5
Kalium		24,3	14,1	8,7
Natrium		0,8	0,7	0,2
Mangan	mg/kg TM	97,3	29,6	26,8
Zink	mg/kg TM	32,6	22,5	31,0
Kupfer	mg/kg TM	9,3	5,9	4,7

¹⁾ Das Weidefutter wurde nicht analysiert.

²⁾ NfE = 1000 – XA-XL-XP-XF

³⁾ NFC = 1000-NDF-XP-XL-XA

Der Trockenmassegehalt der Grassilage lag bei ca. 40 % und der der Maissilage bei rund 30 %, was durchschnittlichen Gehalten entspricht (*JEROCH et al.* 1993). Auch der Energiegehalt der Gras- und Maissilage lag im Mittel. Der Rohfasergehalt betrug in der Grassilage 288 g, in der Maissilage 240 g und im Kraftfutter 47 g bezogen auf die Trockenmasse. Der Rohaschegehalt lag bei allen drei Futtermitteln im mittleren Bereich. Es lag somit keine nennenswerte Futtermittelverschmutzung vor. Der Energiegehalt der Grassilage lag bei 9,4 MJ ME/kg TM und somit unter dem der Maissilage mit 10,6 MJ ME/kg TM, was auch durch den höheren Rohfasergehalt der Grassilage erklärbar ist. Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen lagen im für die Region üblichen Bereich (*RESCH et al.* 2006) und

durch die Gabe von Mineralfuttermittel und Viehsalz waren die Kalbinnen über den gesamten Versuch ausreichend versorgt.

4.1.2.2 Kurzrasenweide

Die insgesamt zur Verfügung stehende Fläche der Kurzrasenweide betrug 4,7 ha. Nur in den ersten Tagen der Weideperiode stand der Weidegruppe die gesamte Fläche zur Verfügung. Im Frühjahr belief sich die beweidete Fläche auf rund 1,0 ha. Im Spätsommer bis in den Herbst hinein stieg die genutzte Fläche kontinuierlich an. So benötigte die Weidegruppe Mitte August rund 2,0 ha, wohingegen gegen Ende September bereits über 3,0 ha nötig waren, um die Weidegruppe entsprechend zu ernähren.

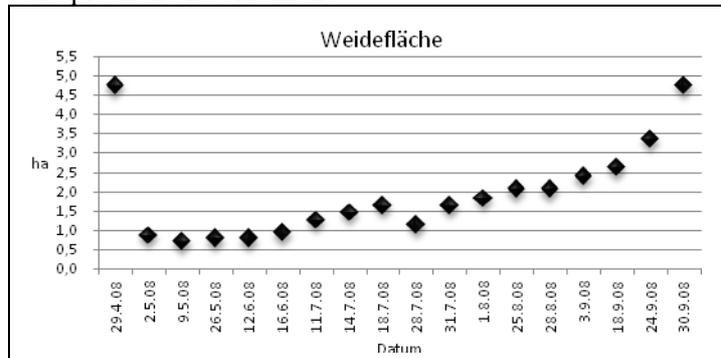


Abbildung 4.2: Genutzte Weidefläche, punktuell an bestimmten Tagen erhoben

Die an bestimmten Tagen punktuell erhobene genutzte Weidefläche ist in Abbildung 4.2 ersichtlich. Die Besatzdichte ist die tatsächliche Anzahl an Großvieheinheiten (GVE) zu einem bestimmten Zeitpunkt, wobei eine GVE einem Rind mit etwa 500 kg Lebendmasse entspricht. Die Kalbinnen wogen zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 300 kg, was 0,6 GVE entspricht. Gegen Ende der Weideperiode wogen die Kalbinnen im Durchschnitt 450 kg, was 0,9 GVE entspricht. So errechnet sich zu Versuchsbeginn (Messung vom 2.5.2008, 1,0 ha, zehn Kalbinnen) eine Besatzdichte von sechs GVE pro ha. Diese fiel bis Versuchsende (Messung vom 18.9.2008, 2,6 ha, sieben Kalbinnen) auf ca. drei GVE pro ha. Die Besatzdichten des vorliegenden Versuches decken sich sehr gut mit denen aus einem Versuch von HÄUSLER *et al.* (2008), in dem die Möglichkeiten der Weideaufzucht von Kalbinnen getestet wurden.

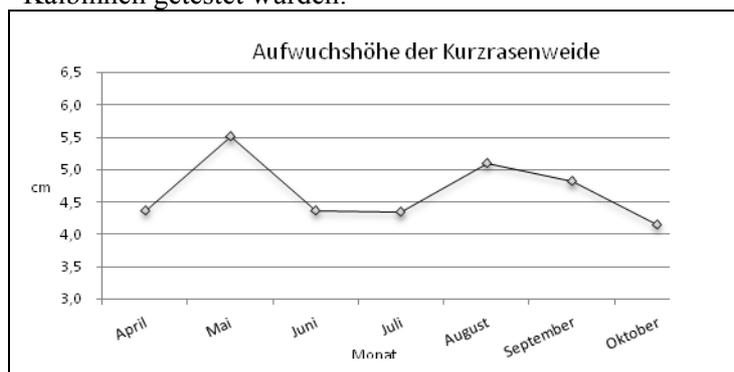


Abbildung 4.3: Aufwuchshöhe der Kurzrasenweide über die gesamte Weideperiode

Die Aufwuchshöhe einer Kurzrasenweide sollte 6,0 – 8,0 cm betragen (HÄUSLER *et al.* 2008, MÜNGER und JANS 2001, THOMET und HADORN 2000) bzw. im Spätsommer und Herbst etwa 7,0 – 10,0 cm (HÄUSLER *et al.* 2008). Abbildung 4.3 zeigt die Aufwuchshöhe der Kurzrasenweide des Versuches durch kontinuierliche Messungen. Die maximale Höhe betrug 6,5 cm und fiel nie unter 4,0 cm. Somit war die Aufwuchshöhe eher im suboptimalen Bereich. Trotzdem konnten sehr gute tägliche Zunahmen beobachtet werden, was daran liegen kann, dass bei geringerer Bestandeshöhe ein größerer Anteil der gebildeten Biomasse verzehrt werden kann (PARSON *et al.* 1983). Auch THOMET und HADORN (2000) arbeiteten in einem Versuch mit Ochsen mit ähnlichen Besatzstärken und die Aufwuchshöhe der Kurzrasenweide war ebenfalls im suboptimalen Bereich (zwischen 4,0 und 5,5 cm). Trotzdem stellten sie, entgegen ihren Befürchtungen, beachtliche Flächenleistungen und

angemessene Tageszunahmen fest. *HÄUSLER et al.* (2008) empfehlen bei einem Vollweidesystem für Jungvieh eine Weidefläche pro GVE von 1.500 m² (Ende Juni) bis 3.000 m² (Anfang Oktober), was Besatzstärken von 6,6 bzw. 3,3 GVE/ha ergibt.

4.1.3 Futter- und Nährstoffaufnahme

In Tabelle 4.4 sind die Futter- und in Tabelle 4.5 die Nährstoffaufnahmen aus dem Gesamtfutter beider Gruppen in der Stallperiode angeführt. Ein Vergleich der Gruppen ist nur in der Stallperiode möglich, da nur hier beide Gruppen dasselbe Futter bekamen. Die Ergebnisse sind kritisch zu hinterfragen, da die Tiere mit unterschiedlichem Gewicht eingestallt wurden (siehe Tabelle 4.1). Zur Vollständigkeit werden diese Ergebnisse jedoch angeführt.

Tabelle 4.4: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die Futtermittelaufnahme von Kalbinnen in der Stallperiode (Oktober bis April, ab 27. Versuchswoche)

Merkmal		LS means		s _e	P-Werte
		Stall	Weide		
Tiere	n	9	7		
Lebendmasse in 27. Versuchswoche	kg	479	469	37,9	0,603
Gesamtfutter	kg TM	8,3	9,4	0,50	0,023
Grundfutter	kg TM	6,6	7,7	0,49	0,021
Grassilage	kg TM	4,6	5,5	0,39	0,008
Maissilage	kg TM	2,0	2,2	0,15	0,216
Anteil Maissilage am Grundfutter	%	31	29	1,8	0,090
Anteil Grassilage am Grundfutter	%	69	71	1,8	0,090
Anteil Kraftfutter am Gesamtfutter	%	21	19	1,3	0,019
Anteil Grundfutter am Gesamtfutter	%	79	81	1,3	0,019

Signifikante Unterschiede gab es in der Gesamt- und Grundfutteraufnahme. Die Weidegruppe hatte hier signifikant höhere Aufnahmen als die Stallgruppe. So betrug die Gesamtfutteraufnahme der Weidetiere in der Stallperiode 9,4 kg TM und die der Stallgruppe 8,3 kg TM. Die Weidegruppe nahm durchschnittlich 7,7 kg TM aus dem Grundfutter (5,5 kg Gras- und 2,2 kg Maissilage) auf, die Stallgruppe 6,6 kg TM aus dem Grundfutter (4,6 kg Gras- und 2,0 kg Maissilage).

Durch die signifikant höhere Gesamtfutteraufnahme der Weidegruppe ergab sich in Folge auch ein Unterschied in der Nährstoffaufnahme (siehe Tabelle 4.5). Die Weidegruppe hatte signifikant höhere Aufnahmen an Rohfett, Rohprotein, Rohfaser und umsetzbarer Energie. Die signifikant höheren Nährstoffwerte für die Weidegruppe aus der Detergentienanalyse (NDF, ADF, ADL, NFC) spiegeln die erhöhte Grundfutteraufnahme dieser Tiere wieder. Auch das im Pansen abbaubare Protein (RDP), das im Pansen unabgebaute Protein (UDP) und das im Dünndarm nutzbare Protein (nXP) waren bei der Weidegruppe signifikant höher, wohingegen es bei der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) keinen signifikanten Unterschied gab.

Tabelle 4.5: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die tägliche Nährstoffaufnahme der Kalbinnen aus dem Gesamtfutter in der Stallperiode (Oktober bis April, ab 27. Versuchswoche)

Merkmal		LS means		s _e	P-Werte
		Stall	Weide		
Energie	MJ ME	88,6	98,6	4,87	0,026
XP (Rohprotein)	g	1.050	1.176	62,2	0,018
XL (Rohfett)	g	254	283	13,8	0,025
XF (Rohfaser)	g	1.840	2.124	131,3	0,019
NfE (N-freie Extraktstoffe)	g	4.647	5.161	252,5	0,028
XA (Rohasche)	g	554	639	38,7	0,018
NDF (neutrale Detergentienfaser)	g	3.467	3.980	246,4	0,023
ADF (saure Detergentienfaser)	g	2.081	2.404	145,0	0,018
ADL (unlösliche Faser, Lignin)	g	255	292	18,2	0,018
NFC (Nichtfaser-Kohlenhydrate)	g	3.020	3.305	138,7	0,028
UDP (unabgebautes XP)	g	208	229	10,6	0,030
RDP (Pansen abbaubares XP)	g	842	948	51,7	0,017
nXP (nutzbares XP)	g	1.146	1.275	63,0	0,025
RNB (Ruminale N-Bilanz)	g	-15,3	-15,9	0,94	0,535

Vergleicht man die Futteraufnahmen der Stallgruppe in den verschiedenen Perioden (Tabelle 4.6 Weideperiode, Tabelle 4.4 Stallperiode) so zeigt sich, dass die durchschnittliche Gesamtfutteraufnahme von 7,5 auf 8,3 kg TM und die Grundfutteraufnahme von 5,8 auf 6,6 kg TM anstiegen.

Tabelle 4.6: Futteraufnahme der Kalbinnen der Stallgruppe in der Weideperiode (Mai bis Oktober, Versuchswoche 1-26)

Merkmal		Stall	s _e
Gesamtfutteraufnahme	kg	7,5	0,53
Grundfutteraufnahme	kg	5,8	0,53
Anteil Maissilage am Grundfutter	%	28	2,7
Anteil Grundfutter am Gesamtfutter	%	77	1,9

In Abbildung 4.4 ist die Energie- sowie die Nährstoffaufnahme aus dem Gesamtfutter der Stallgruppe über die Gewichtsbereiche grafisch dargestellt. Energie- sowie Trockenmasse- und Grundfutteraufnahme stiegen im Verlauf der Mast kontinuierlich an, flachten aber gegen Mastende ab. Auch die Rohproteinaufnahme und die Menge des nutzbaren Rohproteins zeigten einen ähnlichen Verlauf. Allerdings flachte die Rohproteinaufnahme gegen Mastende nicht nur ab, sie war sogar leicht rückläufig. Grund hierfür könnte sein, dass die Futtermittel nur einmal im Monat auf ihre Inhaltsstoffe hin analysiert wurden.

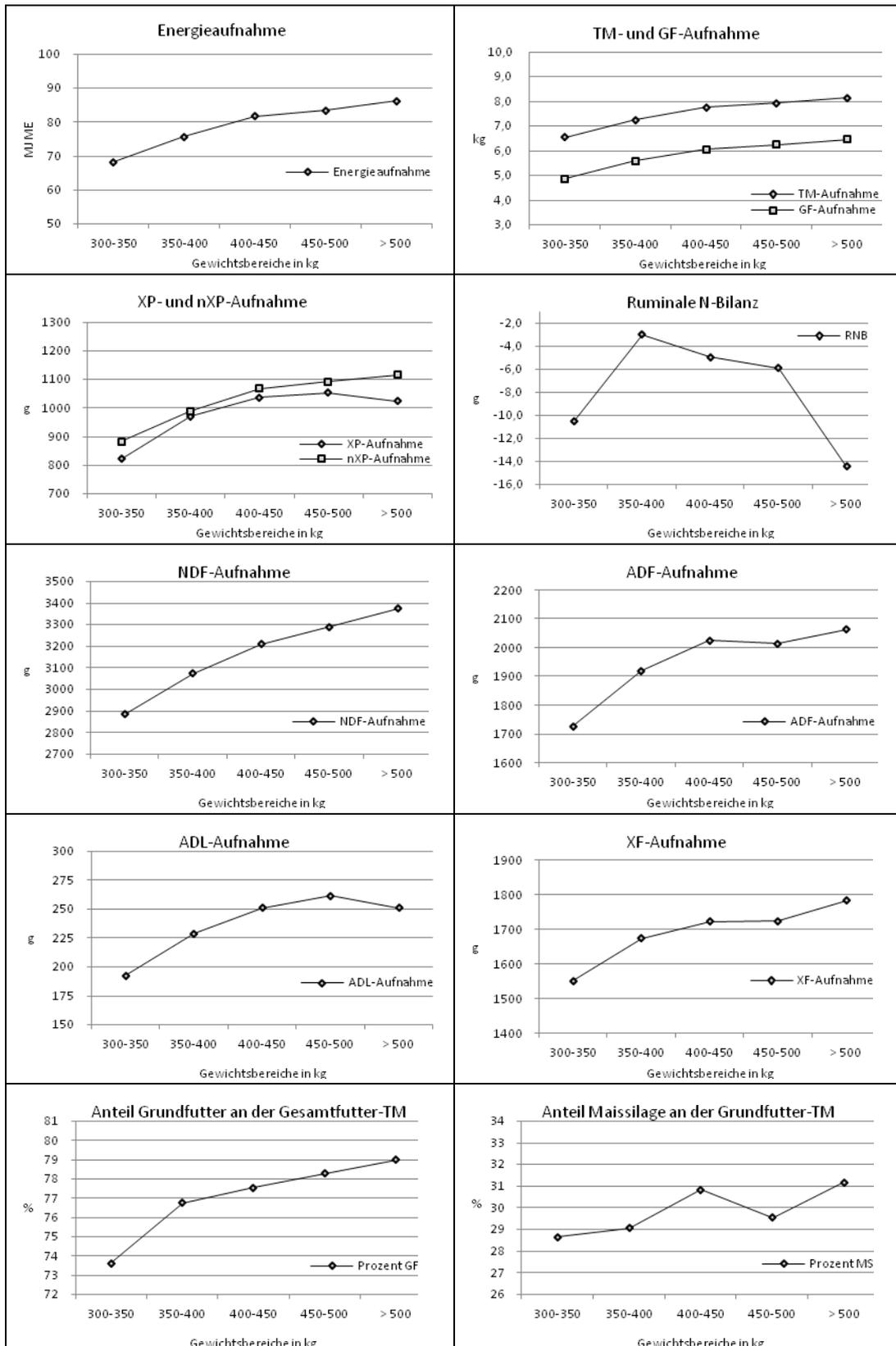


Abbildung 4.4: Tägliche Energie- sowie Nährstoffaufnahmen aus dem Gesamtfutter durch Kalbinnen der Stallgruppe in den verschiedenen Gewichtsbereichen

Durch den hohen Anteil an Maissilage war die ruminale Stickstoffbilanz durchgehend negativ (zwischen -3 g und -15 g N je Tag), was nicht zwangsläufig zu einer verminderten Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese (RIEMEIER 2004) oder zu einer Leistungsdepression führen muss. STEINWIDDER et al. (2006) stellten in einem Versuch über den Einfluss der Rohprotein- und

Energieversorgung in der Fleckvieh-Stiermast fest, dass der Proteinansatz nicht von der Fütterung beeinflusst wurde. Mit steigender Proteinergänzung nahmen nicht die Muskelmasse sondern die Stickstoffausscheidungen der Stiere zu, was auf einen vermehrten Aminosäureabbau auf Grund eines Überangebots an Protein zurückzuführen ist. Im Fall des vorliegenden Versuches hätte eine Erhöhung der Proteinversorgung zu Mastende somit keinen Einfluss auf den Proteinansatz der Kalbinnen gehabt.

Die steigenden Grundfutteraufnahmen bedingten in Folge auch steigende NDF-, ADF- und ADL-Aufnahmen.

4.1.4 Verwertungseffizienz

Die Verwertungseffizienz des Mastversuches wird in Tabelle 4.7 dargestellt. Von beiden Gruppen konnte die Verwertungseffizienz nur in der Stallperiode berechnet werden, weil nur hier von beiden Gruppen die Futter- und Nährstoffaufnahme ermittelt werden konnte. Für die Stallgruppe sind auch die Ergebnisse für die Weideperiode angeführt.

In der Stallgruppe wurde im zweiten Mastabschnitt das Verhältnis Rohprotein zu umsetzbarer Energie enger, was von *STEINWIDDER et al.* (2006) bestätigt wurde und auch den Bedarfsempfehlungen der *GfE* (1995) entspricht. Sowohl die Futteraufnahme als auch die Rohprotein- und Energieaufnahme pro kg Zuwachs stiegen an. Auch *STEINWIDDER et al.* (1996) stellten steigende Futter- und Nährstoffaufnahmen je kg Zuwachs fest. Die Kalbinnen nahmen bei sinkenden Tageszunahmen mehr Futter auf. Erklärbar ist dies mit der zunehmenden Verfettung der Tiere, die mehr Energie benötigt als der Ansatz von Muskelmasse. Die grobgewebliche Zusammensetzung des Rinderkörpers ändert sich im Verlauf der Mast. Der Eiweißgehalt der Körpersubstanz bleibt nahezu konstant, wohingegen mit fortschreitender Mastdauer der Wassergehalt sinkt und der Fettgehalt ansteigt (*KIRCHGEBNER* 2004). Bei weiblichen Tieren und Kastraten ist ein stärkerer Anstieg des Fettgehaltes zu beobachten. So ermittelte *KIRCHGEBNER* (2004) einen Fettgehalt an der Körpersubstanz bei Färsen (Fleckvieh, 500 kg Lebendmasse) bei hoher Energiezufuhr von 23 % und bei niedriger Energiezufuhr von 21 % und einen Proteingehalt von 17 % bei hoher bzw. 19 % bei niedriger Energiezufuhr. Im Gegensatz dazu haben Stiere einen fast um das Doppelte niedrigeren Fettgehalt und einen um ca. 10 % höheren Proteingehalt. Der steigende Futterverbrauch gegen Mastende lässt sich auch dadurch erklären, dass die Tiere mit steigender Lebendmasse einen steigenden Erhaltungsbedarf aufweisen (*GfE* 1995), was vor allem an der steigenden Körpermasse liegt (*KIRCHGEBNER* 2004). Einen deutlich steigenden Energieaufwand pro kg Zuwachs mit steigender Mastendmasse und dadurch auch steigenden Futterverbrauch stellten *STEINWIDDER et al.* (2007) bei Kalbinnen und *STEINWIDDER et al.* (2002) bei Kalbinnen, Ochsen und Stieren fest.

Tabelle 4.7: Verwertungseffizienz der Kalbinnen aus der Stallgruppe in der Weideperiode und der Kalbinnen beider Gruppen in der Stallperiode

Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
Weideperiode				
Verhältnis g XP: MJ ME	12,7	-	0,13	-
Futteraufnahme/kg Zuwachs kg TM	7,5	-	1,03	-
Rohproteinaufnahme/kg Zuwachs g	1.005	-	143,7	-
Energieaufnahme/kg Zuwachs MJ ME	78,7	-	10,84	-
Stallperiode				
Verhältnis g XP: MJ ME g	11,8	11,9	0,07	0,037
Futteraufnahme/kg Zuwachs kg TM	8,5	9,8	2,48	0,118
Rohproteinaufnahme/kg Zuwachs g	1.070	1.231	309,2	0,127
Energieaufnahme/kg Zuwachs MJ ME	90,1	103,4	26,04	0,143

Beim Vergleich der beiden Versuchsgruppen in der Stallperiode ist deutlich erkennbar, dass die Weidegruppe durchschnittlich eine höhere Futteraufnahme aufweist und eine höhere Rohproteinaufnahme hatte. Die Energieverwertung der Weidegruppe lag mit 103,4 MJ ME/kg Zuwachs unter der der Stallgruppe mit 90,1 MJ ME/kg Zuwachs. Dieser Unterschied ist aber

statistisch nicht gesichert. Sehr wohl signifikant verschieden ist das Verhältnis von Rohprotein zu umsetzbarer Energie zwischen den beiden Gruppen. Die Weidegruppe benötigte mehr Rohprotein im Verhältnis zur umsetzbaren Energie als die Stallgruppe. Grund dafür könnte der in Abbildung 4.1 dargestellte Wachstumsverlauf der Weidekalbinnen sein. Diese erlitten bei der Umstellung auf die Stallfütterung zur Endmast einen Einbruch in den Zunahmen, der in Folge wieder aufgeholt wurde.

Eine ebenfalls höhere Futteraufnahme von Ochsen, die zuvor auf der Weide gemästet wurden, stellten *KEANE* und *MOLONEY* (2009) fest. Sie mästeten Ochsen auf der Weide, die Endmast erfolgte entweder auf der Weide oder mit Kraftfutter zur freien Aufnahme im Stall. Bleiben die ersten drei bis vier Wochen der Endmast, in denen sich das Wiederkäuersystem der Weidetiere erst an die Kraftfutterfütterung anpasste, unberücksichtigt, so betrug die Futteraufnahme pro kg Lebendmasse 18,0 bzw. 20,5 g bei Kraftfutter- bzw. Weidegruppe. In einem Mastversuch von *SCHWARZ et al.* (1992) mit Stieren, Ochsen und Färsen wurde bei allen drei Kategorien ein signifikant erhöhter Gesamtenergieaufwand bei begrenzter Energiezufuhr als Folge des geringeren Wachstums festgestellt. Die Färsen, gefüttert mit Maissilage restriktiv und 1,0 kg Kraftfutter, hatten im Gewichtsbereich 200 bis 500 kg Lebendmasse eine mittlere tägliche Gesamtfutteraufnahme von 6,03 kg TM.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Verwertungseffizienz der Weidekalbinnen in der Endmast, mit Ausnahme des Verhältnisses von Rohprotein zu umsetzbarer Energie, nicht signifikant verschieden zu der der Stallgruppe war, was sicher am optimalen Weidemanagement und den dadurch bereits hohen Zunahmen auf der Weide lag.

4.2 Schlachtleistung

Die Ergebnisse der Schlachtleistung sind in den Tabellen 4.8 bis 4.11 zusammengefasst. Um Differenzen in der Schlachtkörperzusammensetzung zu vermeiden, wurden die Tiere im gleichen Gewichtsbereich (um 550 kg) geschlachtet (*DAWSON and STEEN* 1998). Die Zerteilung der rechten Schlachtkörperhälfte für die Analyse der Parameter fand nach den Vorlagen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (*DLG-Schnittführung*, 1985) statt.

4.2.1 Allgemeine Schlachtleistungsmerkmale

Wie in Tabelle 4.8 ersichtlich, war die durchschnittliche Lebendmasse der Tiere in den beiden Gruppen zur Schlachtung annähernd gleich (Weide 552 kg, Stall 546 kg), womit dem Ziel bei gleicher Lebendmasse zu schlachten entsprochen wurde. Die schwerste Mastkalbin wog zur Schlachtung 576 kg. Sie kam aus der Gruppe Weide und hatte auch das höchste Schlachalter mit 575 Tagen. Die leichteste Kalbin wog zur Schlachtung 529 kg, war 558 Tage alt und kam aus der Stallgruppe. Die Mastdauer der unterschiedlichen Gruppen wird in Kapitel 4.1 Mastleistung genauer erläutert.

Bezüglich der Merkmale Schlachtkörpergewicht ($R^2 = 20\%$ bei SKG_{warm} , 21% bei SKG_{kalt}) und Ausschachtung ($R^2 = 13\%$ bei Ausschachtung $_{warm}$ und $_{kalt}$) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Fütterungsregimen. *DANNENBERGER et al.* (2006) fanden bei einem Fütterungsversuch (eine Stallgruppe, eine Weidegruppe mit Endmast im Stall) mit Bullen der Rasse Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holstein ebenfalls keinen signifikanten Einfluss des Fütterungssystems auf das Schlachtkörpergewicht warm und kalt. Anzumerken ist, dass die Ausschachtung der Kalbinnen des vorliegenden Versuches mit $57,4\%$ bei der Stall- und mit $56,5\%$ bei der Weidegruppe sehr hoch war. Die Tiere wurden vor der Schlachtung nicht explizit genüchert. *STEINWIDDER et al.* (1996) stellten bei einem Mastversuch mit reinrassigen Fleckvieh-Kalbinnen ebenfalls eine hohe Ausschachtung von $54,9\%$ fest. Bei einem Mastversuch mit Fleckvieh-Tieren erreichten die Kalbinnen in einem Versuch von *FRICKH et al.* (2002b) eine ähnlich hohe Ausschachtung (je nach Fütterungsregime $53,7$, $54,0$ und $53,3\%$). Bei beiden genannten Versuchen wurden reinrassige Tiere verwendet. *SCHWARZ et al.* (1998) merken allerdings in ihrem Versuch an, dass das Fütterungssystem (Stallmast, Weide, Weide mit Stallendmast) die Merkmale der Schlachtleistung insgesamt deutlicher beeinflussen als der Genotyp (Fleckvieh, Fleckvieh x Angus).

Tabelle 4.8: Schlachtleistung von Kalbinnen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren

Merkmal	LS means		s _e	P-Werte	
	Stall	Weide			
Tiere	n	10	9		
Lebendmasse Schlachtung	kg	546	552	15,8	0,443
Schlachtkörper _{warm}	kg	314	312	10,5	0,784
Schlachtkörper _{48h}	kg	309	308	10,5	0,851
Ausschlachtung _{warm}	%	57,4	56,5	1,92	0,327
Ausschlachtung _{48h}	%	56,6	55,7	1,93	0,374
Nettozunahmen ¹⁾	g	620	600	44,5	0,324
Fleischigkeitsklasse	Punkte (EUROP) ²⁾	4,0	3,9	-	0,359
Fettgewebeklasse	Punkte (1 bis 5) ³⁾	3,3	3,0	-	0,151

¹⁾ Nettozunahmen = Schlachtgewicht_{kalt} in kg/Schlachalter in Tagen * 1.000

²⁾ EUROP: E = 5 (vorzüglich bemuskelt) bis P = 1 (gering bemuskelt)

³⁾ Ziffer 1 „sehr gering“ bis Ziffer 5 „sehr stark“ verfettet

Die Nettozunahmen betragen bei der Stallgruppe 620 g/Tag und bei der Weidegruppe 600 g/Tag. In einem Versuch von *KÖGEL et al.* (2000) wurden Kalbinnen aus verschiedenen Kreuzungen relativ intensiv gemästet. Die höchsten Nettozunahmen verzeichneten die Charolais x Fleckvieh-Kalbinnen mit 517 g/Tag. Diese lagen trotz der relativ intensiven Fütterung um rund 100 g unter den auf Weide mit Stallendmast gemästeten Kalbinnen des vorliegenden Versuches.

Bei der Fleischigkeitsklasse nach dem EUROP-System und der Fettgewebeklasse lagen die Tiere ebenfalls auf einer Stufe und auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede. Da sich die

Fleischigkeits- und die Fettgewebeklasse als nicht normalverteilt herausstellten, wurde der Wilcoxon-Test für zwei Stichproben angewendet. Dieser Test wirft keine Standardabweichung aus und darum ist diese in der Tabelle nicht angeführt. Beide Gruppen wurden in die Fleischigkeitsklasse 4 (U – sehr gute Muskelfülle) eingereiht. Laut *BRANSCHIED et al. (2007)* erreichen nur Jungbullen die Fleischigkeitsklasse E (außergewöhnliche Muskelfülle). Die Fettgewebeklasse lag mit einer Einstufung bei 3 (mittel verfettet) im Mittel. Es ist allerdings allgemein bekannt, dass weibliche und auch kastrierte Tiere eine höhere Neigung zur Anlagerung von Fett aufweisen (*BRANSCHIED et al. 2007*). Die Weidegruppe wurde hier mit 3,0 Punkten als weniger verfettet bewertet als die Stallgruppe mit 3,3 Punkten. Dieser Unterschied konnte statistisch nicht abgesichert werden.

4.2.2 Schlachtkörperteilstücke

Der Anteil der Schlachtkörperteilstücke, vor allem der wertvollen Teilstücke, der sogenannten Pistole, ist ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung des Wertes eines Schlachtkörpers. In Tabelle 4.9 sind die Ergebnisse der einzelnen Teilstücke angeführt. Im vorliegenden Versuch gab es keinen signifikanten Einfluss des Fütterungsregimes auf die Ausprägung der Schlachtkörperteilstücke. Betrachtet man die absoluten Gewichte der wertvollen Teilstücke Filet, Beiried und Rostbraten, Schlegel und hinterer Wadschinken, so sieht man auch hier, dass sich diese im Gewicht kaum unterschieden.

Tabelle 4.9: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf das Gewicht der Schlachtkörperteilstücke von Kalbinnen

Merkmal		LS means		s _e	P-Werte
		Stall	Weide		
Wertvolle Teilstücke ¹⁾	kg	70,4	70,8	2,85	0,793
Wertvolle Teilstücke	% v. SKG ²⁾ 48h	45,6	46,0	1,54	0,599
Filet	kg	2,5	2,4	0,20	0,383
Beiried+Rostbraten	kg	15,1	15,0	0,96	0,841
Schlegel	kg	45,5	46,2	2,10	0,449
Hinterer Wadschinken	kg	7,4	7,1	0,49	0,328
Hals	kg	10,6	10,6	0,66	0,875
Brust	kg	15,5	15,1	1,39	0,515
Fehlrippe	kg	12,6	12,8	1,14	0,612
Schulter	kg	19,9	19,8	1,15	0,757
Dünnung	kg	18,8	17,9	2,16	0,352
Vorderer Wadschinken	kg	4,5	4,6	0,35	0,357

¹⁾ wertvolle Teilstücke = Filet, Beiried+Rostbraten, Schlegel und hinterer Wadschinken

²⁾ SKG = Schlachtkörpergewicht

Der Anteil der wertvollen Teilstücke am Schlachtkörper ($R^2 = 16\%$) lag mit 45,6 % bei der Stall- und mit 46,0 % bei der Weidegruppe im mittleren Bereich. Bei einem Mastversuch mit reinrassigen Fleckvieh-Kalbinnen stellten *STEINWIDDER et al. (1996)* bei der Mastgruppe Grassilage ohne Kraftfutter einen weit geringeren Anteil wertvoller Teilstücke von durchschnittlich (über alle drei Schlachtgruppen) 35,1 % fest. Hier stellt sich allerdings die Frage, ob dieselbe Schnittführung angewendet wurde, da der Unterschied doch beträchtlich ist. Bei einem Versuch von *FRICKH et al. (2002b)* wiederum erreichten Kalbinnen, die mit Grassilage in unterschiedlichen Futterniveaus gefüttert wurden, einen Anteil wertvoller Teilstücke von 51,7 %. Wie im vorliegenden Versuch kamen auch *FRICKH et al. (2002b)* sowie *AUGUSTINI et al. (1993)* zu dem Schluss, dass die Fütterungsintensität keinen signifikanten Einfluss auf den Anteil wertvoller Teilstücke am Schlachtkörper hat. Es ist davon auszugehen, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Fütterungsregimen hinsichtlich Ausprägung der Teilstücke gibt.

4.2.3 pH-Wert-Absenkung

Der pH-Wert hat direkten Einfluss auf die Qualitätsfaktoren Farbe, Zartheit, Geschmack, Wasserbindungsvermögen und Haltbarkeit des Fleisches (*HOFMANN 1986*). Liegt er im lebenden Muskel nahe dem Neutralpunkt, so sinkt er nach der Schlachtung durch die im toten Muskel ablaufende Glykolyse innerhalb von ca. 24 Stunden langsam bis zu einem End-pH ab, um nach Ende

der Glykolyse, bei der Reifung des Fleisches, wieder leicht (ca. 0,1 pH-Einheiten) anzusteigen (HOFMANN 1986). Gibt es Unregelmäßigkeiten im Ablauf der Glykolyse führt dies zu Fehlern in der Fleischbeschaffenheit. Bei Rindfleisch ist vor allem das DFD (dark, firm, dry)-Fleisch zu nennen, das bei zu hohem End-pH-Wert (24 – 28 Stunden nach der Schlachtung oberhalb von 6,2) zu einem dunklen, festen und trockenen Fleisch führt (BINKE 2003). Wie in unten angeführter Tabelle 4.10 zu erkennen ist, lag der pH-Wert sowohl bei der Keule als auch beim *M. longissimus* 48 Stunden nach der Schlachtung weit unter einem pH von 6,2. Folglich lag bei keinem Tier ein Fleischfehler vor. Es gab keine signifikanten Unterschiede in den pH-Werten der beiden Fütterungsregime. Die absoluten pH-Werte lagen sehr eng beieinander und sind im *M. longissimus* sogar ident.

Tabelle 4.10: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die pH-Absenkung im Muskelfleisch von Kalbinnen nach der Schlachtung

pH-Werte	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
LD 1 h p.m.	6,9	6,9	0,26	0,591
LD 48 h p.m.	5,9	5,9	0,27	0,819
Keule 1 h p.m.	6,9	6,9	0,22	0,471
Keule 48 h p.m.	5,7	5,6	0,29	0,381

SCHWARZ *et al.* (1998) stellten bei einem Mastversuch mit Färsen einen pH-Wert im *M. longissimus dorsi* nach 48 Stunden von 5,4 (Stallmast), 5,6 (Weide) bzw. 5,5 (Weide mit Stallendmast) fest. Ein signifikanter Unterschied ergab sich nur zwischen Stallmast und Weide. Weide mit anschließender Stallmast war auch in diesem Versuch nicht von der reinen Stallmast verschieden.

4.2.4 Organe, Nierenfett und Haut

In Tabelle 4.11 ist der Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die Gewichte der Organe und der Haut angeführt. Signifikante Unterschiede zwischen beiden Fütterungsregimen gab es bei den Gewichten von Leber ($R^2 = 52\%$) und Herz, Lunge, Zwerchfell ($R^2 = 32\%$). Die Weidegruppe wies in beiden Merkmalen die höheren Gewichte auf. Auch DANNENBERGER *et al.* (2006) stellten signifikant höhere Gewichte der Organe Leber, Niere, Lunge und Herz fest. Die stärkere Ausprägung der Atmungsorgane könnte mit der vermehrten Bewegung auf der Weide erklärt werden.

Tabelle 4.11: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf das Gewicht der Organe und der Haut von Kalbinnen

Merkmal		LS means		s _e	P-Werte
		Stall	Weide		
Leber	kg	5,5 ^b	6,1 ^a	0,50	0,027
Herz, Lunge, Zwerchfell	kg	8,1 ^b	9,1 ^a	0,79	0,014
Milz	kg	1,0	1,1	0,15	0,239
Nieren	kg	0,9	1,0	0,12	0,106
Nierenfett	kg	12,0	10,3	2,42	0,151
Nierenfett	% v. SKG ¹⁾ warm	3,8	3,3	0,79	0,170
Haut	kg	44,2	42,2	3,60	0,248
Haut	% v. LM	8,1	7,6	0,61	0,121

¹⁾ SKG = Schlachtkörpergewicht

Der Anteil Nierenfett am Schlachtkörpergewicht ($R^2 = 19\%$) betrug bei der Stallgruppe 3,8 % und bei der Weidegruppe 3,3 %. KÖGEL *et al.* (2000) ermittelten bei einem Kreuzungsversuch mit Fleckvieh-Kühen x Charolais-Stieren einen Nierentalganteil bei Färsen von 2,86 %. FRICKH *et al.* (2002b) stellten in einem Versuch mit Fleckvieh-Tieren bei den Färsen ein Nierenfettgewicht von 12,2 kg bei 262 kg Schlachtkörpergewicht fest. Dies entspricht in etwa auch den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Hier betrug das Nierenfettgewicht ($R^2 = 24\%$) bei der Stallgruppe 12,0 kg bei einem Schlachtkörpergewicht von 314 kg und bei der Weidegruppe 10,3 kg bei einem

Schlachtkörpergewicht von 312 kg. Nierenfettgewicht und Nierenfettanteil am Schlachtkörpergewicht waren bei der Weidegruppe deutlich geringer, was auf eine geringere Verfettung der Weidetiere schließen lässt. Auch die Werte der beiden Färsen, die bereits auf der Weide ihre Mastendmasse erreichten, deuten auf diesen Unterschied hin (Nierenfettgewicht von 9,3 und 7,3 kg; Nierenfettanteil von 3,1 und 2,3 %). Dieser Unterschied konnte jedoch statistisch nicht bestätigt werden.

4.3 Fleischqualität

Viele Faktoren beeinflussen die Qualität von Rindfleisch. Neben genetischen Einflüssen und Einflüsse der Behandlung des Tieres vor der Schlachtung und die Behandlung des Schlachtkörpers sind vor allem auch produktionstechnische Einflüsse, wie verschiedene Fütterungsregime zu nennen (AUGUSTINI 1987). In den Tabellen 4.12 bis 4.18 sind die Ergebnisse der Parameter, die die Fleischqualität bestimmen, zusammengefasst.

4.3.1 Wasserbindungsvermögen des Fleisches

Unter dem Wasserbindungsvermögen von Fleisch versteht man nach *HONIKEL* (1986a) seine Fähigkeit eigenes oder unter Umständen bei der Verarbeitung zugesetztes Wasser ganz oder teilweise festzuhalten. Gemessen wird das Wasserbindungsvermögen durch die Bestimmung des Tropf-, Koch- und Grillsaftverlustes. Koch- und Grillsaftverlust sind vor allem für den Konsumenten von Interesse, wohingegen der Tropfsaftverlust als Gewichtsverlust ein Kriterium für die Schlachtbetriebe und Fleischvermarkter darstellt (*HONIKEL* 1986a).

Beim vorliegenden Versuch wurden Tropf- und Kochsaftverlust jeweils zweimal gemessen. Der Tropfsaftverlust ($R^2 = 1$ bzw. 7 %) bewegte sich bei der Stallgruppe im Bereich von 2,3 bis 2,4 % und bei der Weidegruppe im Bereich von 2,4 bis 2,8 %. Obwohl die Weidegruppe bei beiden Messungen die höheren Werte aufwies, gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Fütterungsregimen. Der Kochsaftverlust ($R = 16$ bzw. 30 %) betrug bei der Stallgruppe 25,7 bzw. 25,9 % und bei der Weidegruppe 27,0 bzw. 26,8 %. Auch hier wies die Weidegruppe numerisch die höheren Werte auf, ohne dass es einen signifikanten Unterschied zwischen Weide- und Stallgruppe gab. *FRICKH et al.* (2005) geben als Referenzwert für außergewöhnliche Fleischqualität einen Kochsaftverlust von unter 30 % und einen Tropfsaftverlust nach 3-tägiger Lagerung von maximal 3,0 – 4,5 % an. Beide Gruppen des vorliegenden Versuches entsprachen den Referenzwerten für Kochsaft- und Tropfsaftverlust.

Tabelle 4.12: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf das Wasserbindungsvermögen (Tropfsaft-, Kochsaftverlust in %) von Kalbinnenfleisch

Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
Tropfsaftverlust 1	2,3	2,4	0,60	0,860
Tropfsaftverlust 2	2,4	2,8	0,79	0,352
Kochsaftverlust 1	25,7	27,0	3,65	0,433
Kochsaftverlust 2	25,9	26,8	3,66	0,588

FRICKH et al. (2003) stellten bei einem Versuch mit Fleckvieh-Tieren unterschiedlicher Kategorie in unterschiedlichen Fütterungsniveaus bei den Kalbinnen in niedrigem Futterniveau ähnliche Koch- (24,8 %) und Tropfsaftverluste (2,7 %) fest. Innerhalb der Kategorie Kalbin gab es bei den vier verschiedenen Fütterungsregimen (hoch, niedrig, extensiv, Maissilage) ebenfalls keinen signifikanten Unterschied in den genannten Merkmalen.

Der Grillsaftverlust wurde zu verschiedenen Reifestadien des Fleisches gemessen, um eventuelle Unterschiede innerhalb der Gruppe herauszulesen. Wie in Tabelle 4.13 an den P-Werten aus dem Gesamtmodell ersichtlich ist, gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Stall- und der Weidegruppe betreffend Grillsaftverlust. Auch zwischen den unterschiedlichen Reifestadien konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Somit hatten im vorliegenden Versuch weder das Fütterungsregime noch die Reifedauer einen Einfluss auf das Wasserbindungsvermögen in Bezug auf den Grillsaftverlust. *FRICKH et al.* (2005) geben den Referenzwert für den Grillsaftverlust_{warm} mit unter 22 % an. Im vorliegenden Versuch entsprachen die Werte für den Grillsaftverlust_{warm} bei beiden Gruppen und in allen Reifestadien diesem Referenzwert.

Tabelle 4.13: Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf den Grillsaftverlust des warmen und kalten Fleisches von Kalbinnen (Angaben in %)

Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
Grillsaftverlust _{warm}	19,1	17,6	2,49	0,162
Grillsaftverlust _{kalt}	27,0	25,7	3,16	0,231
Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Reifedauer			
<i>Grillsaftverlust_{warm}</i>			2,49	0,487
7 Tage	18,7			
14 Tage	18,5			
21 Tage	17,8			
<i>Grillsaftverlust_{kalt}</i>			3,16	0,690
7 Tage	26,5			
14 Tage	26,7			
21 Tage	25,9			

VELIK *et al.* (2009) überprüften die Fleischqualität von verschiedenen Markenfleischprogrammen in Österreich und stellten bei den Qualitäts-Mastkalbinnen und den Bio-Kalbinnen ähnliche Grillsaftverluste warm und kalt nach sieben- und 14-tägiger Reifung fest. Allerdings nahmen bei dieser Untersuchung die Verluste nach 14-tägiger Reifung bei den Qualitäts-Mastkalbinnen ab und bei den Bio-Kalbinnen ebenfalls zu.

Es gab beim vorliegenden Versuch keine signifikanten Unterschiede im Wasserbindungsvermögen der beiden Gruppen. Ein Grund, der hier mit einfließt, ist sicherlich, dass alle Versuchstiere am LFZ Raumberg-Gumpenstein endgemästet und geschlachtet wurden. Sie mussten weder längere Hungerphasen vor der Schlachtung durchmachen, noch waren sie dem Stress eines Transportes zu einem Schlachthof ausgesetzt. Sie wurden auch nicht bewusst vor der Schlachtung genüchert. Dies sind bekanntlich Faktoren, die zu einer langsameren pH-Wert-Absenkung nach der Schlachtung führen und diese wiederum beeinflusst das Wasserbindungsvermögen in großem Ausmaß negativ.

4.3.2 Fleischfarbe

Die Farbe des Fleisches beeinflusst den Konsumenten bei seiner Kaufentscheidung stark, da es oft die einzige Möglichkeit ist, das Fleisch sensorisch zu bewerten. Der Konsument erwartet sich bei Rindfleisch helle, kräftige Rottöne, daher wurde im vorliegenden Versuch die Helligkeit (L*), der Rotton (a*) und der Gelbton (b*) des Fleisches jeweils am frischen Anschnitt und nach 60-minütiger Oxidation in drei unterschiedlichen Reifestadien gemessen.

FRICKH *et al.* (2001) geben für die Helligkeit von Rindfleisch einen Richtwert von 34 bis 40 an. Beide Gruppen entsprachen im vorliegenden Versuch sowohl am frischen Anschnitt als auch nach 60-minütiger Oxidation diesem Richtwert. Am P-Wert des Gesamtmodells in Tabelle 4.14 ist zu erkennen, dass es zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Helligkeit des Fleisches gab. Somit hatten die unterschiedlichen Fütterungsregime des vorliegenden Versuches keinen Einfluss auf die Fleischfarbe. Die Weidegruppe hatte allerdings numerisch die niedrigeren Werte bei Helligkeit, d.h. das Fleisch war etwas dunkler. In der Literatur ist vielfach belegt, dass Rindfleisch von Weidetieren dunkler ist (DANNENBERGER *et al.* 2006, DUFRASNE *et al.* 1995, KEANE and ALLEN 1998, NÜRNBERG 2005, SCHWARZ *et al.* 1998). SCHWARZ *et al.* (1998) sehen den Grund in der dunkleren Farbe des Fleisches von Weidemastfärsen gegenüber Stallmastfärsen in der längeren Mastdauer und somit dem höheren Alter der Tiere. Dies konnte im vorliegenden Versuch nicht bestätigt werden. Hier betrug die Versuchsdauer im Schnitt bei der Stallgruppe 360 und bei der Weidegruppe 376 Tage und das Schlachtagter im Schnitt 500 bzw. 517 Tage. Der Altersunterschied und der Unterschied in der Mastdauer waren nicht signifikant verschieden. Zwei Weidetiere erreichten ihre Mastendmasse bereits vor der Endmast im Stall mit einem Schlachtagter von 466 bzw. 469 Tagen.

Auch *RAZMINOWICZ et al.* (2006) fanden beim Vergleich von Weide-Kalbinnen und konventionell gefütterten Kalbinnen bei Rot- und Gelbton keinen Unterschied.

Tabelle 4.14: Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf die Fleischfarbe von Kalbinnenfleisch am frischen Anschnitt und nach 60-minütiger Oxidation

Merkmal	am frischen Anschnitt				nach 60-minütiger Oxidation			
	LS means		s _e	P-Werte	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide			Stall	Weide		
L ₁₀ *-Helligkeit	38,4	37,6	3,54	0,580	37,9	37,8	1,34	0,964
a ₁₀ *-Rotton	10,9	10,6	1,79	0,654	13,5	13,3	0,74	0,697
b ₁₀ *-Gelbton	6,9	6,8	1,81	0,850	9,9	9,8	0,68	0,840
Merkmal	LS means		s _e	P-Werte	LS means		s _e	P-Werte
	Reifedauer				Reifedauer			
L ₁₀ *-Helligkeit			3,54	0,017			1,34	< 0,001
7 Tage	36,4 ^b				36,6 ^b			
14 Tage	37,8 ^{ab}				38,3 ^a			
21 Tage	39,9 ^a				38,6 ^a			
a ₁₀ *-Rotton			1,79	0,026			0,74	0,001
7 Tage	10,0 ^b				13,3 ^b			
14 Tage	10,5 ^{ab}				13,0 ^b			
21 Tage	11,6 ^a				13,9 ^a			
b ₁₀ *-Gelbton			1,81	0,050			0,68	0,014
7 Tage	6,2 ^b				9,7 ^{ab}			
14 Tage	6,7 ^{ab}				9,6 ^b			
21 Tage	7,7 ^a				10,2 ^a			

... unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb einer Spalte und innerhalb eines Merkmals bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Reifestadien

Rindfleisch wird im Verlauf der Reifung heller und kräftiger in der Farbe bzw. bunter, was die Ergebnisse des vorliegenden Versuches bestätigen. Sowohl bei Helligkeit, als auch bei Rot- und bei Gelbton bestanden am frischen Anschnitt signifikante Unterschiede zwischen dem siebentägig und dem 21-tägig gereiften Fleisch. Das 14-tägig gereifte Fleisch unterschied sich allerdings weder vom siebentägig noch vom 21-tägig gereiften Fleisch. Die numerischen Werte weisen allerdings auf eine kontinuierlich ansteigende Helligkeit und Farbintensität hin. Nach 60-minütiger Oxidation des Fleisches waren ebenfalls Helligkeit und Rotton nach 21-tägiger Reifung signifikant höher bzw. kräftiger als bei siebentägiger Reifung. Während sich bei der Helligkeit die 14-tägig gereifte Probe bereits von der siebentägig gereiften signifikant unterschied, gab es beim Rotton keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen beiden Reifestadien. Beim Gelbton nach 60-minütiger Oxidation unterschied sich interessanter Weise nur die 14- von der 21-tägig gereiften Probe signifikant. Auch nach 60-minütiger Oxidation weisen die numerischen Werte auf eine ansteigende Intensität der Farbe und ein heller werdendes Fleisch hin.

Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Reifung einen wesentlichen Einfluss auf die Farbänderung des Rindfleisches hat und nicht das Fütterungsregime.

4.3.3 Zartheit des Fleisches

Die Zartheit des Fleisches wird durch Scherkraftmessung ermittelt. Sie soll den notwendigen Aufwand des Zerkleinerns beim Kauvorgang simulieren. Da Rindfleisch so gut wie nie roh gegessen wird (mit Ausnahme des Beef Tartar), wird die Scherkraft auch am gegrillten Fleisch gemessen. Fleisch, das erhitzt wird, besitzt höhere maximale Scherkraftwerte, die wiederum stark von der Höhe der angewandten Hitze und von der Reifungsdauer vor dem Garen abhängen (*HECHT* 1986).

Die Scherkraft wurde zu verschiedenen Reifestadien des Fleisches gemessen, um der Notwendigkeit der ausreichenden Fleischreifung bei Rindfleisch Rechnung zu tragen. Wie in Tabelle 4.15 ersichtlich, gab es zwischen den beiden Fütterungsregimen keinen signifikanten Unterschied. Betrachtet man nur die numerischen Werte so zeigte sich eine Tendenz zu einer höheren Scherkraft beim gegrillten Fleisch bei der Weidegruppe. Am Beispiel der zwei Tiere, die ihre Mastendmasse bereits auf der Weide erreichten und deshalb keine Endmast im Stall durchliefen, sah man diese Tendenz an den absoluten Werten ebenfalls. Dieser Unterschied war allerdings nicht statistisch abgesichert.

Ebenfalls keinen Einfluss zwischen Weide basierten Fütterungssystemen und konventionellen Systemen fanden KEANE and ALLEN (1998), SCHWARZ et al. (1998) und DUFRASNE et al. (1995). NÜRNBERG et al. (2005) und DANNENBERGER et al. (2006) stellten in Untersuchungen fest, dass Fleisch von Weide basierten Fütterungssystemen weniger zart ist, wohingegen DAWSON and STEEN (1998) Weidetieren sogar ein zarteres Fleisch bescheinigten.

Einen statistisch abgesicherten Unterschied gab es allerdings in der Zartheit des rohen und des gegrillten Fleisches über die unterschiedliche Reifedauer. So unterschied sich die 21 Tage gereifte rohe Fleischprobe signifikant von der sieben Tage gereiften, die wesentlich niedrigere Scherkraftwert aufwies und somit zarter war. Da rohes Fleisch nur in Ausnahmefällen gegessen wird, ist das Ergebnis „kurz gereiftes Fleisch ist zarter“ vernachlässigbar. Für die Praxis interessanter sind die Untersuchungen zum gegrillten Fleisch. Diese Proben zeigten eindeutig, dass mit zunehmender Reifung die Scherkraftwerte abnahmen und somit die Zartheit des Fleisches zunahm. Die sieben Tage gereifte Fleischprobe wies einen signifikant höheren Scherkraftwert auf als die 14 und 21 Tage gereiften Fleischproben. Um zarteres Fleisch zu erhalten, ist es somit notwendig, dieses mindestens 14 Tage reifen zu lassen. Eine Verlängerung der Reifung auf 21 Tage bringt keinen weiteren Vorteil hinsichtlich der Zartheit des Fleisches. Zu diesem Ergebnis kamen auch VELIK und GRIEBLER (2008). Sie zeigten an Fleischproben von Jungrindern, dass 14- bzw. 24-tägig gereiftes Rindfleisch signifikant zarter (niedrigere Scherkraftwerte) ist als Rindfleisch, das vier Tage gereift wurde. Weiters stellten auch sie fest, dass eine Verlängerung der Reifezeit über 14 Tage hinaus keine signifikante Verbesserung der Zartheit bringt.

Tabelle 4.15: Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf die Zartheit (Scherkraft) des rohen und gegrillten Fleisches von Kalbinnen

Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
Scherkraft _{roh}	2,4	2,6	0,49	0,525
Scherkraft _{gegrillt}	3,2	3,5	0,53	0,484
Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Reifedauer			
<i>Scherkraft_{roh}</i>			0,49	0,046
7 Tage	2,3 ^b			
14 Tage	2,5 ^{ab}			
21 Tage	2,7 ^a			
<i>Scherkraft_{gegrillt}</i>			0,53	< 0,001
7 Tage	4,4 ^a			
14 Tage	3,1 ^b			
21 Tage	2,6 ^b			

... unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb einer Spalte und innerhalb eines Merkmals bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Reifestadien

FRICKH et al. (2004) stellte in einem Versuch einen signifikanten Einfluss der Reifezeit auf die sensorische Zartheit sowie auf die Scherkraft fest. In seinem Versuch nahm die Scherkraft bei Kalbinnenfleisch von 6,1 bei viertägiger auf 3,3 kg/cm² bei 20-tägiger Reifung ab. MONSÓN et al. (2004) kamen zu dem Schluss, dass eine ausreichende Fleischreifung die Unterschiede in der Fleischqualität betreffend Zartheit reduziert und ein homogeneres Produkt schafft.

4.3.4 Nährstoffgehalt des Fleisches

Bei den Parametern für den Nährstoffgehalt des Fleisches gab es keinen signifikanten Einfluss des Fütterungssystems auf die einzelnen Parameter. Auch bei Muskel- und Fettfläche sowie intramuskulärem Fettgehalt nach Planimetrie gab es keinen Einfluss des Fütterungsregimes. Numerisch war die Konzentration des sowohl im Labor ermittelten Fettgehaltes (Weide = 28,8 g/kg Frischfleisch, Stall = 34,7 g/kg Frischfleisch) als auch des durch Planimetrie ermittelten intramuskulären Fettgehaltes (Weide = 2,5 %, Stall = 3,4 %) der Weidetiere aber niedriger.

FRICKH (2001) gibt als Referenzwert für den intramuskulären Fettgehalt einen Wert von 2,5 bis 4,5 % an. Bei beiden Gruppen des vorliegenden Versuches befanden sich die Fettgehalte ($R^2 = 32\%$) in diesem Bereich, wobei die Weidegruppe mit einem IMF von nur 2,9 % knapp an der Untergrenze lag. Die Stallgruppe war mit einem Gehalt von 3,5 % sehr gut im Mittelfeld. ENDER *et al.* (1998) kamen bei einem Fütterungsversuch mit Ochsen zu folgenden Ergebnissen: Die im Stall gemästet Ochsen wiesen einen zu hohen IMF von 6,1 % auf, im Gegensatz zu Ochsen, die auf der Weide gemästet wurden. Diese wiesen wiederum einen zu niedrigen IMF mit 2,4 % auf. Geweidete Ochsen mit einer Stallendmast erreichten einen sehr guten IMF mit 3,8 %. Die Kalbinnen des vorliegenden Versuches konnten in der Stallendmast den Rückstand im IMF nicht mehr aufholen. STEINWIDDER *et al.* (1996) stellten bei Färsen ohne Kraftfutterzugabe einen Trockenmassegehalt von 253 g, einen Fettgehalt von 24,1 g und einen Rohaschegehalt von 11,3 g fest. Bei Trockenmasse- und Fettgehalt bestand ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe ohne und der Gruppe mit Kraftfutterzugaben. Sie stellten fest, dass sich durch die intensive Fütterung der Kalbinnen der Fettgehalt und folglich auch der TM-Gehalt erhöhen.

Tabelle 4.16: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf den Nährstoffgehalt im *M. longissimus dorsi* von Kalbinnen

Merkmal		LS means		s _e	P-Werte
		Stall	Weide		
Trockenmasse	g/kg	263,4	254,7	11,94	0,139
Rohprotein	g/kg	218,4	217,5	3,32	0,580
Intramuskulärer Fettgehalt	%	3,5	2,9	1,33	0,360
Rohasche	g/kg	10,6	10,5	0,68	0,649
<i>nach Planimetrie</i>					
Rückenmuskelfläche (Gesamtfläche)	cm ²	76,2	77,4	21,07	0,901
Fettfläche (von Gesamtfläche)	cm ²	2,4	1,8	1,07	0,200
Intramuskulärer Fettgehalt ¹⁾	%	3,4	2,5	1,75	0,276

¹⁾ IMF = %-Anteil der Fettfläche an der Rückenmuskelfläche

4.3.5 Fett

Fett ist ein wichtiger Bestandteil unserer Ernährung. Bei Jugendlichen und Erwachsenen sollte Fett nicht mehr als 30 % der aufgenommenen Nahrungsenergie ausmachen (DGE *et al.* 2008). Besonderes Augenmerk muss auf die essentiellen Fettsäuren (Ω -3- und Ω -6-Fettsäuren, konjugierte Linolsäuren) gelegt werden. Diese kann der Körper nicht selbst synthetisieren. Sie müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Ein weiteres, für den Konsumenten wichtiges, sensorisches Kriterium ist die Fettfarbe. Ein gelbliches Fett wird vom Konsument nicht gewünscht, aber genau dieser „Mangel“ wird dem Fett von Rindern aus Weidehaltung zugeschrieben.

4.3.5.1 Fettsäuren

Ölsäure (C-18:1 cis 9), Palmitinsäure (C-16:0) und Stearinsäure (C-18:0) machten mengenmäßig den größten Anteil an den Fettsäuren aus. Die Konzentration der einfach ungesättigten Ölsäure ($R^2 = 33\%$) war bei der Stallgruppe (35,0 g) tendenziell höher als bei der Weidegruppe (32,9 g). Die Summe der einfach ungesättigten Fettsäuren ($R^2 = 29\%$) war bei der Stallgruppe (46,0 g) ebenfalls tendenziell höher als bei der Weidegruppe (43,6 g). Sowohl bei den gesättigten ($R^2 = 10\%$) als auch bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren ($R^2 = 37\%$) gab es im vorliegenden Versuch keinen Einfluss des Fütterungssystems auf deren Konzentration. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch FRICKH *et al.*

(2002a) bei einem Versuch mit Fleckvieh-Tieren unterschiedlicher Kategorie in unterschiedlichen Fütterungsniveaus und *FRENCH et al.* (2000) bei einem Versuch mit Ochsen. Bei den extensiv gefütterten Kalbinnen und Ochsen mit Weide basierter Fütterung konnte eine signifikant niedrigere Konzentration an Ölsäure und an einfach ungesättigten Fettsäuren festgestellt werden.

STEEN et al. (2003) fanden bei einem Versuch mit Kalbinnen (Weide und drei Fütterungssysteme mit verschiedener Intensität) einen signifikanten Einfluss des Fütterungssystems auf die mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Diese waren bei der Weidegruppe höher. Auch bei *NÜRNBERG et al.* (2005), die einen ähnlichen Versuch mit Stieren durchführten, und bei *DAWSON and STEEN* (1998) hatte das Fütterungssystem einen Einfluss auf die Konzentration der mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Eine signifikant niedrigere Konzentration an gesättigten Fettsäuren bei Weidehaltung konnten *DANNENBERGER et al.* (2006) und *FRENCH et al.* (2000) feststellen. *ENDER et al.* (1998) wiederum fanden weder bei den gesättigten noch bei den ungesättigten Fettsäuren einen Einfluss des Fütterungsregimes auf deren Konzentration.

Tabelle 4.17: Einfluss des Fütterungsverfahrens auf den Gehalt an Fettsäuren im Fleisch von Kalbinnen

Merkmal (in g/100 g Fettsäurenmethylester)	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
Σ Fettsäuren				
SFA (gesättigte FS)	48,8	49,8	1,97	0,302
MUFA (einfach ungesättigte FS)	46,0	43,6	2,49	0,059
PUFA (mehrfach ungesättigte FS)	5,2	6,6	2,01	0,157
CLAs (konjugierte Linolsäuren)	0,53	0,65	0,143	0,107
Ω -3-Fettsäuren ¹⁾	1,4	2,0	0,59	0,058
Ω -6-Fettsäuren ²⁾	3,3	4,0	1,42	0,297
Σ Ω -6/ Ω -3 Fettsäuren ³⁾	2,5	2,0	0,43	0,058
<i>Fettsäuren</i>				
C-12:0	0,08	0,09	0,021	0,337
C-14:0	3,02	3,41	0,578	0,174
C-14:1	0,48	0,62	0,173	0,095
C-16:0 (Palmitinsäure)	28,0	28,8	1,32	0,189
C-16:1 c 9	3,10	3,24	0,471	0,530
C-17:0	1,40	1,40	0,160	0,988
C-17:1	0,74	0,72	0,053	0,318
C-18:0 (Stearinsäure)	15,6	15,3	1,14	0,504
Σ C-18:1 trans	3,82	3,30	0,716	0,144
C-18:1 c 9 (Ölsäure)	35,0	32,9	2,20	0,058
C-18:2 c 9, 12	2,15	2,71	1,023	0,262
C-18:3 c 9, 12, 15 (ALA)	0,72	0,97	0,302	0,103
C-20:4	0,59	0,66	0,217	0,484
C-20:5 (EPA)	0,14	0,26	0,110	0,039
C-22:5 c 4, 7, 10, 13, 16	0,05	0,05	0,015	0,654
C-22:5 c 7, 10, 13, 16, 19 (DPA)	0,46	0,66	0,210	0,063
C-22:6 (DHA)	0,06	0,06	0,016	0,589

¹⁾ Σ ALA, EPA, DPA, DHA

²⁾ Σ Linolsäure (C-18:2 c 2, 12), Arachidonsäure (C-20:4)

³⁾ Quotient aus der Summe der Ω -6- und der Summe der Ω -3-Fettsäuren

Die Konzentration der Ω -3-Fettsäuren ($R^2 = 43 \%$) der Weidekalbinnen war um 30 % tendenziell

höher als bei den im Stall gemästeten Kalbinnen (Weide = 2,0 g, Stall = 1,4 g). Ausschlaggebend dafür war die tendenziell um 29,9 % höhere Konzentration der DPA ($R^2 = 33\%$) und die um 46,2 % signifikant höhere Konzentration der EPA ($R^2 = 31\%$), beides Ω -3-Fettsäuren, in der Weidegruppe (DPA: Weide = 0,66 g, Stall = 0,46 g; EPA: Weide = 0,26 g, Stall = 0,14 g). Die höhere Konzentration der Ω -3-Fettsäuren beeinflusste das Verhältnis von Ω -6- zu Ω -3-Fettsäuren ($R^2 = 21\%$) günstig. Das Verhältnis von Ω -6- zu Ω -3-Fettsäuren soll weniger als 5:1 betragen (DGE et al. 2008). Im vorliegenden Versuch belief es sich bei der Stallgruppe auf 2,5:1 und bei der Weidegruppe auf 2:1. Das Verhältnis war bei beiden Gruppen unter dem Referenzwert und bei der Weidegruppe auch tendenziell enger. In der Literatur gibt es eine Vielzahl an Versuchen, die dieses engere und damit ernährungsphysiologisch günstigere Verhältnis von Ω -6- zu Ω -3-Fettsäuren bei geweideten Rindern unterschiedlicher Kategorien belegen (DANNENBERGER et al. 2006, DAWSON and STEEN 1998, EICHINGER 2006, FRENCH et al. 2000, NÜRNBERG et al. 2005, STEEN et al. 2003). Bei DAWSON and STEEN (1998), EICHINGER (2006), FRENCH et al. (2000), NÜRNBERG et al. (2005) und STEEN et al. (2003) ist dieses günstigere Verhältnis in der signifikant höheren Konzentration der Ω -3-Fettsäuren begründet. Auch ENDER et al. (1998) sowie SCHEEDER et al. (2003) fanden in einem Versuch bzw. einer Untersuchung von Qualitäts-Rindfleischmarken mit Weidehaltung eine signifikant höhere Konzentration an Ω -3-Fettsäuren, nicht jedoch ein engeres Verhältnis der Ω -6- zu den Ω -3-Fettsäuren. SCHEEDER et al. (2003) stellten auch eine erhöhte Konzentration an EPA und DHA bei Fleisch aus Weidehaltung fest. Bei DANNENBERGER et al. (2006) liegt das günstigere Verhältnis sowohl an der signifikant höheren Konzentration der Ω -3- sowie auch an der signifikant niedrigeren Konzentration der Ω -6-Fettsäuren bei den geweideten Tieren. Im vorliegenden Versuch gab es keinen signifikanten Einfluss des Fütterungsverfahrens auf die Konzentration der Ω -6-Fettsäuren ($R^2 = 30\%$).

Die Summe der konjugierten Linolsäuren (CLAs) war im vorliegenden Versuch zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant verschieden. Numerisch hatte die Weidegruppe eine höhere Konzentration (Stall = 0,5 g; Weide = 0,6 g). Auch DANNENBERGER et al. (2006) fanden keinen Effekt des Fütterungssystems auf die Konzentration der CLAs. SCHEEDER et al. (2003) wiederum fanden eine signifikant höhere Konzentration an CLAs in Rindfleisch von Tieren aus Weidehaltung.

4.3.5.2 Fettfarbe

In Tabelle 4.18 sind die LSmeans von Helligkeit (L^*), Rotton (a^*) und Gelbton (b^*) des Fettes der beiden Versuchsgruppen angeführt. Die P-Werte des Gesamtmodells der einzelnen Merkmale lassen bei Rot- und Gelbton einen signifikanten Einfluss des Fütterungssystems erkennen. So waren die Werte der Weidegruppe in beiden Merkmalen höher, was auf eine erhöhte Buntheit des Fettes der Weidekalbinnen schließen lässt. Die Helligkeit des Fettes blieb vom Fütterungssystem unbeeinflusst.

Auch SCHWARZ et al. (1998), FRICKH et al. (2002a) und FRICKH et al. (2003) fanden eine signifikant intensivere Gelbfärbung des Fettes bei Färsen bzw. Tieren aus Weidehaltung und Weidehaltung mit Stallendmast im Gegensatz zu reiner Stallmast. In einem Mastversuch mit Fleckviehtieren verschiedener Kategorien und verschiedener Fütterungsintensitäten stellten FRICKH et al. (2002a) beim Gelbton von Fett einen signifikanten Unterschied zwischen extensiv gefütterten Kalbinnen und solchen in hohem Fütterungsniveau fest.

FRICKH et al. (2002a) stellten in einem Versuch eine Fettfarbe am frischen Anschnitt bei Kalbinnen bei Maissilage betonter Fütterung von 4,6 fest. Bei Grassilage betonter Fütterung lagen die Werte für den Gelbton im Durchschnitt über alle drei Fütterungsintensitäten (hoch, niedrig, extensiv) mit 6,8 um zwei Punkte höher. Im hier vorliegenden Versuch lag nicht nur die Weidegruppe sondern auch die Stallgruppe weit über diesem Wert. Bei der Weidegruppe erklärt sich dieser Umstand durch die Weidehaltung. Bei der Stallgruppe kann dies am hohen Anteil Grassilage (70 % der Grundfutter-TM) in der Ration liegen. SCHWARZ et al. (1998) und KREUZER (2004) sehen den Grund dafür in der höheren Einlagerung von Karotinoiden im Fett von Weidmasttieren bzw. bei Gras und Grassilage betonter Fütterung.

Tabelle 4.18: Einfluss des Fütterungsverfahrens und der Reifedauer auf die Fettfarbe am frischen Anschnitt von Kalbinnenfleisch

Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Stall	Weide		
L ₁₀ *-Helligkeit	71,5	70,6	3,60	0,421
a ₁₀ *-Rotton	1,0	2,1	0,66	0,005
b ₁₀ *-Gelbton	7,7	9,9	0,78	< 0,001
Merkmal	LS means		s _e	P-Werte
	Reifedauer			
L ₁₀ *-Helligkeit			3,60	0,133
7 Tage	72,1			
14 Tage	71,3			
21 Tage	69,8			
a ₁₀ *-Rotton			0,66	< 0,001
7 Tage	0,7 ^c			
14 Tage	1,4 ^b			
21 Tage	2,6 ^a			
b ₁₀ *-Gelbton			0,78	< 0,001
7 Tage	8,2 ^b			
14 Tage	8,7 ^b			
21 Tage	9,6 ^a			

... unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb einer Spalte und innerhalb eines Merkmals bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Reifestadien

Tabelle 4.18 zeigt weiters die Veränderung der Fettfarbe bezogen auf Rot- und Gelbton im Verlauf der Reifedauer. Die Probe wurde im Vakuumsack gereift. Die Helligkeit des Fettes blieb auch über die einzelnen Reifestadien unverändert. Eine Verlängerung der Reifezeit von sieben auf 14 Tage brachte keine signifikante Intensivierung der Gelbfärbung. Eine weitere Verlängerung der Reifezeit auf 21 Tage veränderte die Intensität der Gelbfärbung allerdings signifikant. Hingegen unterschieden sich bei der Rotfärbung alle Reifestadien signifikant untereinander, das heißt mit andauernder Reifung wurde die Rotfärbung des Fettes immer intensiver.

Aus dem vorliegenden Versuch lässt sich der Schluss ziehen, dass das Fett von Kalbinnen aus eher extensiver Fütterung (Weide mit Stallendmast) signifikant bunter ist als aus Stallmast. Durch die Reifung wird Fett ebenfalls bunter. Allerdings gibt es zwischen dem Fütterungsregime und der Reifung keine Wechselwirkung, was bedeutet, dass Fett von Kalbinnen aus Weidehaltung bei der Reifung nicht stärker bunter wird als Fett von Kalbinnen aus Grassilage betonter mittelintensiver Mast.

5 Zusammenfassung

Der Versuchsplan sah den Vergleich zweier Fütterungsregime bei gleicher Tierkategorie (Kalbinnen der Kreuzung Fleckvieh x Charolais) vor. Die Fütterungsregime waren (1) Stallmast mit Mais- und Grassilage und moderaten Kraftfuttermitteln beziehungsweise (2) Weidemast auf Kurzrasenweide mit Stallendmast (gleiche Futtermittelration wie Stallgruppe). Untersucht wurden Unterschiede in der Mast- und Schlachtleistung sowie in der Fleischqualität. Die Kalbinnen wurden im April 2008 mit einer Lebendmasse von 250 bis 350 kg zugekauft. Beide Gruppen wurden einmal pro Woche gewogen, um die täglichen Zunahmen zu ermitteln. Von der Weidegruppe wurde während der Weideperiode keine Futter- und Nährstoffaufnahme erhoben. Bei der Stallgruppe wurde über die gesamte Versuchsdauer und bei der Weidegruppe während der Stallendmast die tierindividuelle Futter- und Nährstoffaufnahme mittels CALAN-Gates erhoben. Geschlachtet wurden die Tiere bei Erreichen einer Mastendmasse von 550 kg zwischen September 2008 und April 2009.

Die täglichen Zunahmen lagen in beiden Gruppen mit durchschnittlich 1.050 g auf hohem Niveau. Die Stalltiere hatten ihr Zunahmemaximum im Gewichtsbereich 300 bis 350 kg Lebendmasse, was dem üblichen Wachstumsverlauf entspricht. Bei den Weidekalbinnen schwankten die Gewichtszunahmen zwischen den einzelnen Wiegungen deutlich stärker als bei den Stalltieren. Das maximale Zunahmenniveau verschob sich auf einen späteren Gewichtsbereich (400 bis 450 kg Lebendmasse).

Hinsichtlich Futteraufnahme in der Stallperiode gab es zwischen den beiden Gruppen signifikante Unterschiede. Die Grundfutteraufnahme war in der Weidegruppe signifikant höher als in der Stallgruppe. Grund hierfür könnte das unterschiedliche Gewicht der Kalbinnen zu Beginn der Stallendmast und die eher kleine und heterogene Herde sein, weshalb die Ergebnisse zur Futteraufnahme kritisch zu hinterfragen sind.

Um die Schlachtleistungsmerkmale zu bestimmen, wurden die Schlachtkörper sieben Tage nach der Schlachtung zerlegt. Beide Gruppen erreichten hohe Ausschachtungsgrade (Ausschlachtung warm 57,4 bzw. 56,5 % in der Stall- bzw. Weidegruppe). Bei der Fleischigkeitsklasse (nach dem EUROP-System) und dem Verfettungsgrad gab es keinen Unterschied zwischen den beiden Fütterungsregimen (Fleischigkeitsklasse 4,0 bzw. 3,9 und Fettgewebeklasse 3,3 bzw. 3,0 bei der Stall- bzw. Weidegruppe). Der Anteil der wertvollen Teilstücke am Schlachtkörper lag bei der Stall- sowie der Weidegruppe im mittleren Bereich (45,6 bzw. 46 % bezogen auf das Schlachtkörpergewicht bei der Stall- bzw. Weidegruppe). Generell zeigten sich in den Schlachtleistungsmerkmalen keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Fütterungsregimen.

Zur Bestimmung der Fleischqualität wurde von jedem Tier sieben Tage nach der Schlachtung eine Probe des Rückenmuskels (*Musculus longissimus dorsi*) genommen. Im Wasserbindungsvermögen des Fleisches (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust) zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch das Reifestadium (7, 14 und 21 Tage Fleischreifung im Vakuum) hatte keinen Einfluss auf das Wasserbindungsvermögen des Fleisches.

Bei der Fleischfarbe (Helligkeit, Rotton, Gelbton) und der Zartheit (Scherkraft) des Fleisches gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Fütterungsverfahren. Die Scherkraftwerte der Stall- und der Weidegruppe waren nicht signifikant verschieden. Die Dauer der Fleischreifung hatte einen statistisch abgesicherten Einfluss auf die Zartheit des gegrillten Fleisches. So war das sieben Tage gereifte Fleisch signifikant zäher (höhere Scherkraft) als das 14- bzw. 21-tägig gereifte Fleisch. Bei einer Reifung über 14 Tage hinaus kam es weiters zu einem signifikant helleren und in der Farbe kräftigerem Fleisch.

Die Fettfarbe wurde nach sieben-, 14- und 21-tägiger Reifung am Rieddeckel gemessen. Das Fütterungsverfahren beeinflusste den Gelbton des Fettes signifikant. Das Fett der Weidetiere war intensiver gelb gefärbt als jenes der Stalltiere. Die Fleischreifung im Vakuum hatte einen signifikanten Einfluss auf den Rot- und den Gelbton der Fettfarbe. Mit fortschreitender Reifedauer wurden die Werte höher. Es lag allerdings keine Wechselwirkung zwischen dem Fütterungsregime und der Reifedauer vor.

Betreffend Nährstoffgehalt (Trockenmasse, Protein, intramuskuläres Fett) des Fleisches gab es keine statistisch nachweisbaren Unterschiede. Der intramuskuläre Fettgehalt lag in der Stallgruppe mit 3,5 % und in der Weidegruppe mit 2,9 % innerhalb des als optimal definierten Referenzbereichs (2,5 bis 4,5 %). Unterschiede gab es in den Konzentrationen der Fettsäuren. Die Summe der einfach ungesättigten

Fettsäuren (MUFAs) und der Gehalt an Ω -3-Fettsäuren waren in der Weidegruppe tendenziell höher. Der in relativen Zahlen um 30 % höhere Ω -3-Fettsäuren-Gehalt des Fleisches der Weidekalbinnen beeinflusste das Verhältnis der Ω -6- zu den Ω -3-Fettsäuren günstig (2,5 bzw. 2,0 in der Stall- bzw. Weidegruppe). Bei den gesättigten (SFAs) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFAs) lagen keine Unterschiede zwischen den Fütterungsverfahren vor.

Generell dürften die nachgewiesenen Unterschiede in der Fleischqualität in einem für den Konsumenten kaum merkbaren Bereich liegen.

Abstract

In this study, heifers (Simmental x Charolais) were fattened in two different feeding systems: (1) indoor feeding with 70-% grass silage, 30-% maize silage and moderate amounts of concentrate; (2) continuous grazing (6-8 mm sward height) from April to October followed by an indoor finishing period with diet (1). The aim of the trial was to examine differences in fattening performance, carcass composition and meat quality. Heifers were bought in April 2008 at an average live weight of 300 kg and slaughtered at 550 kg live weight between September 2008 and April 2009.

There were no significant differences between the two treatments in fattening performance. Daily gains were high in both groups (1050 g). Daily gains of heifers on pasture showed a higher fluctuation than from heifers kept indoors; however, it did not negatively influence the overall performance of fattening. There were also no significant differences between the two feeding regimes in carcass composition (on average 56-% dressing percentage; conformation score U; fatness score 3; 46-% prime cuts). For meat quality analyses, samples of the roast beef (*M. longissimus dorsi*) were analyzed. Water holding capacity (drip, cooking and grilling loss) was not significantly affected, neither by feeding regime nor by meat aging (7, 14 and 21 days, respectively, in vacuum bags). Meat color and beef tenderness (shear force) showed no significant differences between both groups. However they were significantly influenced by meat aging. A maturing period over 14 days showed a significantly lighter and more intense meat color. For appropriate beef tenderness, maturing of at least 14 days is necessary. There were no statistically detectable differences in nutrient content of meat (water content, protein und intramuscular fat). Intramuscular fat content was within the recommended range in both groups (indoor heifers 3.5-%, pastured heifers 2.9-%). Meat of pastured heifers tended to be higher in Ω -3-fatty acids, which resulted in a more favorable, because closer, Ω -6- to Ω -3-fatty acids ratio. Moreover, the MUFA content was increased. Differences in contents of SFA and PUFA were not found. Fat color of pastured heifers was significantly yellower than that of indoor heifers. Intensity of fat color was also affected by increasing maturing period.

6 Schlussfolgerung und Empfehlungen für die Praxis

Beim Vergleich der beiden Fütterungsverfahren ließen sich keine wesentlichen Unterschiede in der Mast- oder Schlachtleistung der Kalbinnen finden. Die nachgewiesenen Unterschiede in der Fleischqualität dürften für den Konsumenten und die landwirtschaftliche Praxis nur geringe Bedeutung haben.

- Bei der Kalbinnenmast auf Kurzrasenweide sind die gleichen Tageszunahmen und das gleiche Schlachalter wie bei mittelintensiver Stallmast (Grassilage, Maissilage, Kraftfutter) zu erzielen. Voraussetzung dafür ist ein sehr gutes Weidemanagement. Die Weidemast führt allerdings zu stärkeren Schwankungen der Tageszunahmen und zur Verlagerung des Zunahmemaximums in einen höheren Lebendmassebereich.
- Bei der Einstellung im Herbst nach der Kurzrasenweide kann es bei den Kalbinnen durch die Futterumstellung zu Zunahmeeinbußen kommen, die allerdings die Gesamtmastleistung der Tiere nicht zu beeinflussen scheinen.
- Eine regelmäßige Kontrolle der Weidetiere ist essentiell, da nur so die Kondition der Tiere und deren gesundheitlicher Zustand erfasst werden kann. Insbesondere ist auf Wurmbefall und bei nasskalter Witterung (Frühjahr und Herbst) auf Lungenentzündungen zu achten. Vor Weideaustrieb im Frühjahr ist eine Impfung gegen Rauschbrand unbedingt erforderlich.
- Die Mast der Kalbinnen der Kreuzung Fleckvieh x Charolais auf über 550 kg Lebendmasse ist bei mittelintensiver Fütterung aus Sicht des Aufwands an Futterenergie und bezüglich der Schlachtkörperqualität nicht sinnvoll, da die Tiere bereits stark verfetten.
- Durch die Haltung auf Kurzrasenweide während der Vegetationsperiode (Anfang Mai bis Ende Oktober) sind keine Einbußen in der Schlachtleistung (Ausschlachtung, Fleischigkeit, Fettgewebeklasse) zu erwarten. Weidemastkalbinnen erreichen genauso die Fleischigkeitsklasse U (sehr gute Muskelfülle). Eine ein- bis zweimonatige Endmast im Stall mit einer mittelintensiven Ration sollte allerdings stattfinden, da die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit darauf hinweisen, dass die Schlachtkörper von Kalbinnen, die direkt von der Kurzrasenweide geschlachtet werden, eine ungenügende Fettabdeckung aufweisen können.
- Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fleischreifung für die Zartheit des Rindfleisches wichtiger ist als das Fütterungsverfahren. Kalbinnenfleisch sollte 14 Tage reifen, bevor es in den Handel zum Konsumenten kommt.
- Das in der Literatur mehrfach beschriebene ernährungsphysiologisch günstigere Verhältnis der Ω -6- zu den Ω -3-Fettsäuren bei geweideten Tieren wird mit den vorliegenden Ergebnissen bestätigt. Allerdings weist auch das Fleisch von Kalbinnen, die mit Grassilage betonten Futterrationen gemästet werden, ein ähnlich günstiges Verhältnis der Ω -6- zu den Ω -3-Fettsäuren auf.
- Die Fleischinhaltsstoffe (Wassergehalt, Protein, Fett) von geweideten Kalbinnen entsprechen jenen von im Stall gemästeten Kalbinnen. Eine Stallendmast dürfte sich insbesondere auf den intramuskulären Fettgehalt positiv auswirken. Bei Rindfleisch sollte der intramuskuläre Fettgehalt idealerweise zwischen 2,5 und 4,5 % liegen; ohne Stallendmast dürften diese Fettgehalte häufig nicht erreicht werden.
- Die Gelbfärbung des Fettes ist bei den Weidetieren intensiver. Allerdings ist zu klären, inwieweit diese Unterschiede vom Konsumenten wahrgenommen werden.

Durch Kurzrasenweide mit gutem Weidemanagement, guter gesundheitlicher Vorsorge und einer ein- bis zweimonatigen Stallendmast vor der Schlachtung können dieselben täglichen Zunahmen und ähnliche Schlachtkörper- und Fleischqualitäten erreicht werden wie bei mittelintensiver Stallfütterung und das bei zusätzlich Arbeitsentlastung.

7 Literaturverzeichnis

- AMA, 2009a: Marktinformation Vieh und Fleisch, Lebend- und Schlachtgewichte, Schlachtausbeute, Schlachtungen, Fleischanfall 1997 bis 2008. Zu finden unter (13.11.2009):
<http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?genetics.am=PCP&p.contentid=10007.27983>
- AMA, 2009b: Marktinformation Vieh und Fleisch, Schlachtungen - Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen 1999 bis 2009 für Österreich gesamt und nach Bundesländer. Zu finden unter (9.11.2009):
<http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?genetics.am=PCP&p.contentid=10007.27983>
- AMA, 2009c: Marktinformation Vieh und Fleisch, Versorgungsbilanz - Fleisch 1997 bis 2008. Zu finden unter (13.11.2009):
<http://www.ama.at/Portal.Node/ama/public?genetics.am=PCP&p.contentid=10007.27981>
- ARC – Agricultural Research Council, 1980: The Nutrient Requirements of Farm Livestock. In: GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 6 – Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffaufnahme der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Arneth, W., 2003: Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch. In: Chemie des Lebensmittels Fleisch. Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 18: 178-212.
- Augustini, C., 1987: Einfluss produktionstechnischer Verfahren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität beim Rind. In: Rindfleisch. Schlachtkörperwert und Fleischqualität, Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 7: 152-159.
- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F.J. und Kirchgeßner, M., 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh – 2. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft 72: 1706-1711.
- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F.J. und Kirchgeßner, M., 1993a: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh – 3. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Färsenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft 73: 595-599.
- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F.J. und Kirchgeßner, M., 1993b: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh – 4. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Ochenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft 73: 1058-1066.
- Augustini, C. und Fischer, K., 1998: Fleischreifung und sensorische Qualität. In: Kühlen, Zerlegen, Kühlung, Lagerung, Reifung – Einfluss auf die Rindfleischqualität, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 15: 58-79.
- Binke, R., 2003: Vom Muskel zum Fleisch. In: Chemie des Lebensmittels Fleisch. Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 18: 57-69.
- Branscheid, W., Sönnichsen, M. und von Lengerken, G., 2007: Die Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung und die Einstufung in Handelsklassen. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren (Branscheid, W., Honikel, K.O., von Lengerken, G., Troeger, K. (Hrsg.)), Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main): 110-156.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2009: Grüner Bericht 2009 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Republik Österreich, Wien: 66 ff.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer M. and Dufey, P.A., 2003: Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. Meat Science 53: 491-500.
- Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G. and Ender, K., 2006: Carcass and meat quality of pasture vs. concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. Archiv für Tierzucht 49: 315-328.
- Dawson, L.E.R. and Steen, R.W.J., 1998: A comparison of pasture grazing and storage feeding in terms of performance and carcass and meat quality of beef cattle. Proceedings of the Workshop: Effect of extensification on animal performance, carcass composition and product quality. (eds. Fiems, L.O. und De Campeneere) 16. – 17. May 1997, Melle-Gontrode, Belgium: 218-228.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE), 2008: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 1. Auflage, 3. Nachdruck. Neuer Umschau Buchverlag, Neustadt an der Weinstraße: 43, 56.
- DGF, 2006: Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaften. Methode C_VI 11e (98) Fettsäuremethylester

- (TMSH-Methode). In: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 2. Auflage einschl. 11. Akt.-Lfg.
- DLG, 1985: Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, Frankfurt/Main.
- Dufey, P.-A., 2008: Wachstumsgeschwindigkeit und Fleischqualität bei Ochsen, *Agrarforschung* 15(8): 378-383.
- Dufresne, I., Gielen, M., Limbourg, P., Van Eenaeme, C. and Istasse, L., 1995: Effects of a grazing periode on performance of finishing bulls: comparison with an indoor finishing system. *Animal Science* 60: 75-80.
- Eichinger, H.M., 2006: Rindfleischqualität – Einfluss des Produktionsverfahrens. Interdisziplinäres Symposium: Omega 3 Weidemilch – Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland, Kempten, muva – Milchwirtschaftliches Zentrum Bayern.
- Ehrlich, M.E., 2007: Fettsäurezusammensetzung (CLA, Ω -3-Fettsäuren) und Isotopensignatur (C) der Milch ökologischer und konventioneller Betriebe und Molkereien. Diplomarbeit, Universität Kassel.
- Ender, K., Papstein, H.-J., Nürnberg, K. and Wegner, J., 1998: Muscle and fat related characteristics of grazing steers and lambs in extensive systems, *Proceedings of the Workshop: Effect of extensification on animal performance, carcass composition and product quality.* (eds. Fiems, L.O. und De Campeneere) 16. – 17. May 1997, Melle-Gontrode, Belgium: 229-233.
- Ender, K. und Augustini, Ch., 2007: Schlachttierwert von Rind und Kalb. In: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren* (Branscheid, W., Honikel, K.O., von Lengerken, G., Troeger, K. (Hrsg.)), Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main): 157-205
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J. and Moloney, A.P., 2000: Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science* 78: 2849-2855.
- Frickh, J.J., Stanek, Ch., Troxler, J., Karall, P., Hinterhofer, Ch., Keller, M., Spergser, J. und Ibi, G., 2001: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht für das Forschungsprojekt Nr. 1140, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Frickh, J.J., Baumung, R., Luger und K., Steinwidder, A., 2002a: Einfluss der Kategorie (Stiere, Ochsen, Kalbinnen) und des Kraftfutterniveaus (Fütterungsintensität) auf der Basis von Gras- und Maissilage auf die Schlachtleistung und Fleischqualität. 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. Zu finden unter (29.7.2009):
https://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=54&Itemid=53
- Frickh, J.J., Steinwidder, A., Baumung, R., 2002b: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Schlachtleistung von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 74 (5): 362-375.
- Frickh, J.J., Steinwidder, A. und Baumung, R., 2003: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 75 (1): 16-30.
- Frickh, J.J., Ibi, G. und Elixhauser, K., 2004: Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit von Kalbinnen und Jungstierfleisch. Abschlussbericht für das Forschungsprojekt Nr. 1358, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Frickh, J.J., Ibi, G. und Elixhauser, K., 2005: Untersuchung des Pinzgauer Rindes auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Fleischleistungsprüfung. Abschlussbericht des Forschungsprojektes 2005 im Auftrag des BMLF: 12.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H., 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*: 226, 497-509.
- Gerrard, D.E., Jones, S.J., Aberle, E.D., Lemenager, R.P., Diekman, M.N. and Jude, M.D., 1987: Collagen Stability, Testosterone Secretion and Meat Tenderness in growing Bulls and Steers. *Journal of Animal Science* 65: 1236-1242.
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 6 – Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffaufnahme der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Häusler, J., Velik, M., Eingang, D. und Wildling, J., 2008: Ergebnisse zur Weideaufzucht von Kalbinnen. 4. Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein. Zu finden unter (26.11.2009):
http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=198&Itemid=53
- Hauswirth, C.B., Scheeder, M.R.L. and Beer, J.H., 2004: High Ω -3 Fatty Acid Content in Alpine Cheese – The Basis for an Alpine Paradox. *Circulation* 6 (13): 103-107

- Hecht, H., 1986: Reifung und Zartheit von Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Institut für Chemie und Physik, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 6: 39-66.
- Hessle, A., Nadeau, E. and Johnsson, S., 2007: Beef heifer production as affected by indoor feed intensity and slaughter age when grazing semi-natural grasslands in summer. *Livestock Science* 111: 124-135.
- Hofmann, K., 1986: Der pH-Wert – ein Qualitätskriterium für Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Institut für Chemie und Physik, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 6: 134, 145 ff.
- Honikel, K.O., 1986a: Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Institut für Chemie und Physik, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 6: 67-88.
- Honikel, K.O., 1986b: Muskelstruktur und Fleischqualität. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Institut für Chemie und Physik, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 6: 18-38.
- Honikel, K.O., 2003: Vom Fleisch zum Produkt, Reifen – Erhitzen – Zerkleinern - Salzen. In: Chemie des Lebensmittels Fleisch. Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 18: 70-94.
- Jeroch, H., Flachowsky, G., Weißbach, F., 1993: Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 15.1 Futterwerttabelle für Wiederkäuer.
- Kaps, M. und Lamberson, W.R., 2004: Biostatistics for Animal Science. CABI Publishing, Oxford, Chapter 20: 365 ff.
- Keane, M.G. and Allen, P., 1998: Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science* 56: 203-214.
- Keane, M.G. und Moloney, A.P., 2009: A comparison of finishing systems and duration for spring-born Aberdeen Angus x Holstein-Friesian and Belgian Blue x Holstein-Friesian steers. *Livestock Science* 124 (1-3): 223-232.
- Kirchgeßner, M., 2004: Tierernährung, 11. Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main: 127, 428f.
- Kögel, J., Biber, A., Pickel, M. und Rutzmoser, K., 1991: Entfärbung von Körperfett durch Ausmast mit karotinoidarmen Futtermitteln. In: Schwarz, F.J., Augustini, C. and Kirchgeßner, M., 1998: Gewichtsentwicklung sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität von Fleckvieh- und Angus x Fleckvieh-Färsen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren. *Züchtungskunde* 70: 61-74.
- Kögel, J., Pickl, M., Rott, J., Hollwich, W., Sarreiter, R. und Mehler, N., 2000: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde* 73: 201-216.
- Kreuzer, M., 2007: Gesundheitswert und Beschaffenheit von Milch und Fleisch aus dem Grünlandgebiet. 13. Alpenländisches Expertenforum 2007, Höhere Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Irnding: 7-13.
- Kröckel, L. und Hechelmann, H., 1998: Mikrobiologie der Kühlung, Kühlagerung und Fleischreifung. In: Kühlen, Zerlegen, Kühlagerung, Reifung – Einfluss auf die Rindfleischqualität, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 15: 35-57.
- Littell, R.C., Henry, P.R. and Ammermann, C.B., 1998: Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *Journal of Animal Science* 76: 1216 – 1231.
- Marshall, D.M., 1999: Genetics of Meat Quality. In: Schwarz, F.J., 2004: Einfluss der Fütterung auf die Fleischqualität beim Rind. 3. BOKU-Symposium Tierernährung – Fütterungsstrategien und Produktqualität, Tagungsband: 1-7.
- Matthes, H.D. und Pastushenko, V., 1999: Einfluss der landwirtschaftlichen Produktionsweise auf den Fettsäuregehalt des Fleisches. In: Frickh, J.J., Baumung, R., Luger, K., Steinwidder, A., 2002: Einfluss der Kategorie (Stiere, Ochsen, Kalbinnen) und des Kraftfutterniveaus (Fütterungsintensität) auf der Basis von Gras- und Maissilage auf die Schlachtleistung und Fleischqualität. 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.
- Monson, F., Sañudo and C, Sierra, I., 2004: Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Science* 68: 595-602.
- Münger, A. und Jans, F., 2001: Umtriebs- und Kurzrasenweide für Milchkühe im Vergleich. *Agrarforschung* 8 (11-12): 464-469.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scolan, N.D., Wood, J.D., Nute, G.R and Richardson, R.I., 2005: Effect of grass-based and concentrate feeding system on meat quality characteristics and

fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science* 94: 137-147.

Parson, A.J., Leafe, E.L., Collett, B., Penning, P.D. and Lewis, J., 1983: The physiology of grass production under grazing. 2. Photosynthesis crop growth and animal intake of continuously grazed swards. *Journal of Applied Ecology* 20: 127-139. In: Thomet, P. und Hadorn, M., 2000: Leistungsvergleich zwischen Kurzrasen- und Umtriebsweide mit Ochsen. *Agrarforschung* 7 (10): 472-477.

Razminowicz, R.H., Kreuzer, M. and Scheeder, M.R.L., 2006: Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Science* 73: 351-361.

Resch, R., Guggenberger, T., Wiedner, G., Kasal, A., Wurm, K., Gruber, L., Ringdorfer, F. und Buchgraber, K., 2006: Futterwerttabellen 2006 für das Grundfutter im Alpenraum. *ÖAG Futterwerttabellen, ÖAG Fachgruppe Futterbau und Konservierung. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 24, 2006.*

Riemeier, A, 2004: Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf die Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, Menge des am Dünndarm anflutenden nutzbaren Proteins (nXP) sowie die Stickstoffausscheidung. Dissertation an der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

SAS 9.1.3 Service Pack 4, 2003: SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Scheeder, M.R.L., Duxenneuner, M.R., Kilchenmann, S. und Kreuzer, M., 2003: Vergleich der Qualität von Fleisch verschiedener Rindfleischlabel in der Schweiz – Resultate einer Stichprobenerhebung. (eds. M. Kreuzer, C. Wenk und T. Lanzini) Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Band 24: 177-179.

Scheeder, M., 2007: Untersuchungen der Fleischqualität von Bio Weide-Beef im Hinblick auf den Einfluss des Schlachalters der Tiere und im Vergleich zu High-Quality Beef. Abschlussbericht. ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften. Zu finden unter (27.1.2010):

<http://orgprints.org/13129/>

Schnäckel, W., Wiegand, D., Schnäckel, D., Fahr, R.D., Knape, Ch. und Heckenberger, G., 2006a: Fleischqualität von Rindern aus extensiver Weidehaltung, 2. Technologische Aspekte und Eigenschaften. *Fleischwirtschaft* 2: 91-95.

Schnäckel, W., Schnäckel, D., Fahr, R.D., Schmidt, R., Wiegand, D. und Knape, Ch., 2006b: Fleischqualität von Rindern aus extensiver Weidehaltung, 3. Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes aus dem *Musculus longissimus dorsi*. *Fleischwirtschaft* 3: 143-147.

Schöne, F., Kirchheim, U., Kinast, C., Waßmut, R. und Reichardt, W., 2006: Qualität des Fleisches von Jungbulln, 1. Physikalisch-chemische Charakteristika in Abhängigkeit von Herkunft, Teilstück und Lagerung. *Fleischwirtschaft* 11: 101-107.

Schwägele, F., 1998: Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung – chemische und physikalische Grundlagen. In: Köhlen, Zerlegen, Kühllagerung, Reifung – Einfluss auf die Rindfleischqualität, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 15: 7-34.

Schwarz, F.J. und Kirchgeßner, M., 1990: Vergleichende Untersuchungen zur Mastleistung von Jungbulln, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskunde* 62 (5): 384-396.

Schwarz, F.J., Kirchgeßner, M., Augustini, Ch. und Branscheid, W., 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 1. Wachstumsverlauf von Jungbulln, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. Sonderdruck aus „Fleischwirtschaft“, 72. Jahrgang.

Schwarz, F.J., 1997: Schlachtkörperzusammensetzung bei unterschiedlichen Mastendgewichten. 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Vienna, August 1997: Beef Production with special respect to beef quality.

Schwarz, F.J., Augustini, C. und Kirchgeßner, M., 1998: Gewichtsentwicklung sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität von Fleckvieh- und Angus x Fleckvieh-Färsen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren. *Züchtungskunde* 70: 61-74.

Schwarz, F.J., 2003: Zum Einfluss der Fütterung auf die Rindfleischqualität. *Züchtungskunde* 75 (5): 357-367.

Simopoulos, A.P., 1999: Essential fatty acids in health and chronic disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 70 (suppl): 560-569.

Steen, R.W.J. and Kilpatrick, D.J., 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livestock Production Science* 43: 205-213.

Steen, R.W.J., 1995: The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livestock Production Science* 42: 1-11.

Steen, R.W.J., Lavery, N.P., Kilpatrick, D.J. and Porter, M.G., 2003: Effects of pasture and high-concentrate

diets on the performance of beef cattle, carcass composition at equal growth rate and the fatty acid composition of beef. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 46: 69-81.

Steinwider, A., Gruber, L., Steinwender, R., Guggenberger, T., Greimel, M. und Schauer, A., 1996: Einfluss der Fütterungsintensität und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Kalbinnen. *Die Bodenkultur* 47 (1): 49-64.

Steinwider, A., Frick, J., Luger, K., Guggenberger, T., Schauer, A., Huber, J. und Gruber, L., 2002: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 74 (2): 104-120.

Steinwider, A., Gruber, L., Guggenberger, T., Maierhofer, G., Schauer, A., Häusler, J., Frickh, J. und Gasteiner, J., 2006: Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung auf die Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität sowie ökonomische und ökologische Parameter in der Fleckvieh-Stiermast. 33. Viehwirtschaftliche Tagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

Steinwider, A., Guggenberger, T., Schauer, A., Römer, A., Ibi, G. und Frickh, J., 2007: Einfluss auf Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 79 (2): 128-141.

Steinwider, A., 2008: Qualitätsrindfleisch ohne Kraftfutter erzeugen!? – Einflussmöglichkeiten auf Schlachtkörpergewicht/Fleischqualität. Tagungsband, BioAustria Bauerntage 2008: 59-65.

Stolowski, G.D., Baird, B.E., Miller, R.K., Savell, J.W., Sams, A.R., Taylor, J.F., Sanders, J.O. and Smith, S.B., 2006: Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. *Meat Science* 73: 475-483.

Temisan, V. und Augustini, Ch., 1987: Wege zur Erzeugung von Qualitätsfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, Band 7: 299-336.

Temisan, V. und Augustini, Ch., 1989a: Qualitätsrindfleisch – 1. Definition, wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. *Fleischwirtschaft* 69 (1): 31-37.

Temisan, V. und Augustini, Ch., 1989b: Qualitätsrindfleisch – 2. Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. *Fleischwirtschaft* 69 (3): 350-356.

Thomet, P. und Hadorn, M., 2000: Leistungsvergleich zwischen Kurzrasen- und Umtriebsweide mit Ochsen. *Agrarforschung* 7 (10): 472-477.

Velik, M., 2008: Fleischqualität beim Rind – Merkmale und Einflussfaktoren. 35. Viehwirtschaftliche Tagung 2008, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein: 115-119.

Velik, M. und Griebler, S., 2008 Einfluss der Fleischreifung (unter Berücksichtigung von Schlachtgewicht, Alter und Geschlecht) auf die Zartheit von Jungrindfleisch. Endbericht zum Dafne-Projekt Nr. 100411.

Velik, M., Steinwider, A., Frickh, J.J., Ibi, G. und Kolbe-Römer, A., 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 80 (5): 378-388.

Velik, M., Eingang, D., Kaufmann, J. und Kitzler, R., 2009: Fleischqualität österreichischer Rindfleisch-Markenprogramme (Ochse, Kalbin, Jungrind) – Ergebnisse einer Stichprobe. 36. Viehwirtschaftliche Tagung 2009, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein: 85-93. Zu finden unter (29.7.2009):

https://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=369&Itemid=53

Willam, A., 2005: Tierzucht. Lehrunterlagen für die Vorlesungen 932.102 und 932.120 an der Universität für Bodenkultur, 2. Auflage, Wien: 8-3 bis 8-4.