



**Landwirtschaftliche
Bundesversuchswirtschaften GmbH**
A-3250 Wieselburg • Rottenhauser Straße 32
Postfach 18 Tel. 0 7416 / 52241 - 0
E-mail: office@bvw.at Fax. 0 7416 / 52241- 15

ABSCHLUSSBERICHT

für das Forschungsprojekt Nr. 1358

Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit von Kalbinnen und Jungstierfleisch

Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Geschäftsführer: Mag. Gerald Spuller

Projektleiter: Dipl.-Ing. Dr. Johannes Frickh

Projektmitarbeiter: Georg Ibi: Versuchstechnik; Karin Elixhauser: Versuchstechnik und wissenschaftliche Assistenz

Kooperationspartner:

Agrar Markt Austria Marketing GesmbH (Dipl.-Ing. Rudolf Stückler)

ARGE Rind (Dipl.-Ing. Werner Habermann)

Finanzierungspartner:

Agrar Markt Austria Marketing GesmbH (Dipl.-Ing. Rudolf Stückler)

ARGE Rind (Dipl.-Ing. Werner Habermann)

Laufzeit:

2004

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung und Fragestellung	4
2. Literaturübersicht	4 - 7
3. Methoden	7 - 15
3.1. Allgemein	7
3.2. Temperatur im Fleischkern, pH-Wert	8
3.3. Fleischinhaltsstoffe	8
3.4. Marmorierung	8 - 10
3.5. Farbmessung	10
3.6. Wasserbindungsvermögen	10 - 11
3.6.1. Tropfsaftverlust	11
3.6.2. Kochverlust	11
3.6.3. Grillverlust	11
3.7. Scherkraft	12
3.8. Sensorische Bewertung	12 - 13
3.9. Statistische Auswertungsmethoden	14 - 15
4. Ergebnisse	15 - 23
4.1. Schlachtleistung	15
4.2. Fleischqualität	16 - 23
4.2.1. pH-Wert	16
4.2.2. Fleischinhaltsstoffe	16
4.2.3. Sensorik und Scherkraft	17 - 18
4.2.4. Marmorierung	18 - 19

4.2.5. Wasserbindungsvermögen	19 - 20
4.2.6. Fleischfarbe	20 - 22
4.2.7. Fettfarbe	23
5. Diskussion	23 - 30
5.1. pH-Wert	24
5.2. Fleischinhaltsstoffe	24 - 25
5.3. Sensorik und Scherkraft	25 - 29
5.4. Marmorierung	29
5.5. Wasserbindungsvermögen	29
5.6. Fleischfarbe	30
5.7. Fettfarbe	31
6. Zusammenfassung	31 - 32
7. Schlussfolgerung	32 - 33
8. Summary	33 - 34
9. Literatur	34 - 38

1. Einleitung und Fragestellung

In den niederösterreichischen Gründlandgebieten suchen immer mehr Betriebe nach Alternativen zur Milchviehhaltung. Für diese Betriebe aber auch für Rindermastbetriebe in Übergangslagen und für Mutterkuhbetriebe wurde von der ARGE-Rind ein Projekt initiiert, das sich mit der Produktion von Qualitätsrindfleisch beschäftigt. In Zusammenarbeit mit der Agrar Markt Austria Marketing GesmbH und der SPAR St. Pölten wurden Produktions- und Vermarktungsrichtlinien für das Programm Qualitätskalbinnenmast aus NÖ herausgegeben. In diesen Richtlinien sind neben allgemeinen Qualitätsregulativen (Gütesiegel- oder Biobetrieb, Beratung, Rasse, Fütterung) und Marketingmaßnahmen (Werbefolder, Verkauf, Schulungen, Verkostungen) auch spezielle Regulative zur Verbesserung der Fleischqualität vorgesehen. Die Handelsklasse soll E, U oder R sein, die Fettklasse zwischen 2 und 3 liegen, das Mastalter darf 19 Monate nicht überschreiten, das Schlachtgewicht ist mit 250 – 350 kg limitiert und als besonderes Merkmal ist eine Mindestreifzeit des Fleisches von 20 Tagen vorgesehen.

Als wichtige Ergänzung des Projektes wurde eine gezielte Fleischqualitätsuntersuchung gefordert. Wissenschaftlich erhobene Daten sind ein wertvolles Hilfsmittel zur Umsetzung von Qualitätsstrategien und zur Sicherung der gesetzten Maßnahmen (z.B. Mindestreifzeit).

Im Rahmen der von der ARGE-Rind und AMA-Marketing angeregten Qualitätskalbinnenmast sollte anhand objektiver Parameter untersucht werden, wie groß der Einfluss der Fleischreifung auf die Rindfleischqualität ist. Untersucht wurden Qualitätskalbinnen und Jungstiere aus dem AMA – Gütesiegelprogramm.

2. Literaturübersicht

Durch die Ernährungssituation im westlichen Europa, insbesondere des Überangebotes am Markt und der Symptome der Überernährung ändert sich nach KALLWEIT (1992) auch das Auswahlverhalten und der Qualitätsanspruch der Verbraucher. Sie nehmen maßgeblich Einfluss auf die Gewebezusammensetzungen der Schlachtkörper und des Muskelfleisches.

Insbesondere die Zartheit von Fleisch gewinnt durch die Thematisierung in Österreich (z.B. AMA-Fleischforum (Villach 2002), ORF-Sendungen (Land und Leute), Qualitätsprogramme (Rindfleisch à la carte), Werbung von Supermarktketten) eine zentrale Bedeutung. In der Fleischforschung hat die Zartheit schon seit geraumer Zeit einen wichtigen Stellenwert. An der Entwicklung von Techniken zur Vorhersage der Zartheit von Fleisch unmittelbar nach der Schlachtung wird intensiv gearbeitet (SHACKELFORD et al., 1999; FREUDENREICH und

AUGUSTINI, 2001). Trotz umfassender methodischer Forschungen und Entwicklungen bleiben Probleme mit der unzureichenden Eignung der Methoden und der großen Variabilität der Zartheit (WANG et al., 1996). In den USA ist die Diskussion um die Fleischreifung bereits marktwirksam. So berichten beispielsweise WHEELER et al. (1999 a, b) über den Vorschlag von führenden Industriemanagern, Fleisch nach ihrer Zartheit zu sortieren, um die große Variabilität am Markt zu verringern.

Nach MARRIOTT (2002) beschäftigt sich eine Reihe von Studien mit dem Thema Zartheit, um die Forderung vieler Konsumenten nach zartem Fleisch neu zu beleben. Von LUSK et al. (1999) wurde eine aufwendige Studie gemacht, um herauszufinden, ob und wie viele Konsumenten bereit wären, für die Zartheit von Fleisch zu zahlen. Dabei spielen wirtschaftliche und demographische Faktoren eine Rolle. Diese Studie beschreibt auch Qualitätsbeurteilungssysteme unter der Annahme, dass die Konsumenten mehr zu zahlen bereit sind. Als wichtigste Ergebnisse können jedenfalls festgehalten werden: Die Konsumenten halten die Zartheit für die wichtigste Eigenschaft von Fleisch, 72 % konnten zarte Steaks von zähen eindeutig unterscheiden und wären auch bereit, für eine garantierte Zartheit mehr zu bezahlen. Damit könnte das Kaufverhalten in Richtung verstärkten Rindfleischkonsum verändert werden.

Aus dieser Studie kann jedenfalls abgeleitet werden, dass die genauere Kenntnis der Fleischeigenschaften österreichischer Rinder künftig Ausgangspunkt für Verbesserungsmöglichkeiten ist.

Die Frage, ob zukünftig Jungtiere oder Kalbinnen gemästet werden sollen, ist nach TEMISAN (1989) nicht einheitlich zu beantworten, da dieses Problem nur von rein wirtschaftlichen oder qualitativen Gesichtspunkten betrachtet wird. Das Wachstumspotential liegt bei den Jungtieren als Folge der biologischen Gesetzmäßigkeiten und den spezifischen Masttechnologien um bis zu 40 % höher als bei den Kalbinnen. Jungtiere der Rasse Fleckvieh erreichten z. B. bis zum Mastendgewicht um 650 kg im Durchschnitt tägliche Zunahmen von 1200 bis 1300 g, während Kalbinnen in einer intensiven Stallmast mit 500 bis 550 kg Mastendgewicht nur einen täglichen Zuwachs zwischen 850 und 870 g erbrachten. Bei dieser Ausführung blieb jedenfalls die Frage offen, ob die Diskrepanz zwischen Kalbinnen und Stieren unter der Annahme eines speziellen Produktionssystems, wie es von der ARGE-Rind ausgearbeitet wurde, verringert werden kann, und ob bzw. in welchem System in Bezug auf die Fleischqualität optimale Ergebnisse erzielt werden können.

Auch die Verfettung der Kalbinnen wird von TEMISAN (1989) angesprochen. Bekanntlich verfetten Kalbinnen schneller und vor allem früher als Jungtiere. Teilstücke wie die Schale und der Zapfen aber auch der Brustkern sind bei Kalbinnen am Frischfleischsektor nur schwer

absetzbar. In der Vermarktung werden diese Teilstücke der Kalbinnen von den Verbrauchern auf Grund des höheren Fettgehaltes oft nicht gern angenommen, obwohl dem Fleisch eine höhere Fleischqualität zugeschrieben wird. Auch bei den Untersuchungen von CORNFORTH et al. (1980) wurde festgestellt, dass Kalbinnen bei gleicher Körpermasse einen höheren intramuskulären Fettgehalt aufweisen als Ochsen und Stiere.

Nach AUGUSTINI (1995) sind bei keiner Rinderkategorie die Voraussetzungen zur Produktion von Fleisch bester sensorischer Eigenschaften so günstig wie bei Kalbinnen. Er sieht gerade für Grünlandgebiete gute Chancen, ein Konzept umzusetzen, das es Betrieben erlaubt, sich auf Kalbinnenmast zu spezialisieren.

In einem von AUGUSTINI et al. (1993 a, b) durchgeführten Versuch wurde festgestellt, dass die Veränderungen im Schlachtkörper bei den Kalbinnen vorrangig von den Veränderungen im Anteil des Fettgewebes und der Knochen gesteuert werden, während bei Jungbullen (AUGUSTINI et al., 1992) ein außerordentlich hohes Muskelbildungsvermögen und gegenläufig dazu eine geringe Neigung zum Fettansatz festzustellen war. Auch bei LÜDDEN (1991) wiesen die Kalbinnen im Vergleich zu Jungbullen vergleichbaren Alters im Muskelgewebe mehr Fett, weniger Wasser, weniger Bindegewebe und eine bessere sensorische Qualität auf.

SCHWÄGELE (1999) beschreibt die chemischen und physikalischen Grundlagen der Fleischreifung. Die Reifung von Fleisch ist ein muskelzellinterner Vorgang, der nach dem Schlachten einsetzt und beim Rind mindestens 14 Tage in Anspruch nimmt. Die Zunahme der Fleisch Zartheit führen auch andere Autoren (HONIKEL, 1988; AUGUSTINI und FISCHER, 1999; SMULDERS et al., 1999) auf die Veränderungen in der myofibrillären Struktur zurück. Die darauf wirkenden proteolytischen Vorgänge werden von fleischeigenen Enzymen gesteuert. Die resultierende Fleisch Zartheit hängt von Tierart, Kreuzung, Alter, Geschlecht und Muskel ab. Um Fleisch von hoher Qualität zu erzeugen, ist es notwendig eine tierartspezifische Reifungsperiode nach der Schlachtung und Zerlegung einzuhalten. Selbst Kühe (GOLZE und SCHÖBERLEIN, 1998) können nach 2 bis 3 Wochen Reifedauer hochwertiges Fleisch liefern.

LINK et al. (2003) konnten bei den Rassen Fleckvieh, Deutsch Angus und Limousin eine Verbesserung der Scherkraftwerte mit fortschreitender Reifung feststellen. In den ersten zwei bis drei Wochen war der Zartheitszuwachs am größten. Signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien (Stier, Kuh, Kalbin) konnten sie aber nur in der frühen Reifungsphase feststellen. Bei Kühen und Kalbinnen erreichten sie bereits nach zwei Wochen eine ausreichende Zartheit.

Dass die Reifedauer auch von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist, zeigt u. a. eine Untersuchung von AUGUSTINI und SPINDLER (2000). Sie versuchten Schlachtkörper anhand der

Scherkraftwerte nach 7-tägiger Reifung in drei Zartheitskategorien (niedrig, mittel, hoch) einteilen. 80 % der Proben wurden nach wiederholter Scherkraftmessung nach 21 Tagen wieder in dieselbe Zartheitskategorie eingeordnet. Mit dieser Methode könnten zumindest zähe Proben vom Verkauf ausgeschlossen werden.

Inwieweit die Reifedauer die Unterschiede zwischen Kalbinnen und Stieren in der Zartheit des Fleisches ausgleichen, ist eine wichtige Frage in der vorzunehmenden Untersuchung.

Die Wirtschaftlichkeit einer Kalbinnenmast wird nur dann gegeben sein, wenn agrarpolitischen Maßnahmen Rahmenbedingungen schaffen, die auf die, bei der Erzeugung von Rindfleisch unterschiedlicher Qualität auftretenden Kosten Rücksicht nehmen.

Um die Qualität von Rindfleisch beschreiben zu können sollten zumindest die Merkmale Farbe, Zartheit, Intramuskulärer Fettgehalt, Saftigkeit und End-pH-Wert erfasst werden (BOCCARD et al., 1981), da diese Merkmale stark variieren und von den verschiedenen Faktoren der Produktion (Herkunft, Haltung, Fütterung, Behandlung bei Transport und Schlachtung, Kühlmethode, Reifung des Schlachtkörpers und des Fleisches) beeinflusst werden.

Die Rahmenbedingungen für die Messung der Fleischqualitätsmerkmale werden in BOCCARD et al. (1981) beschrieben und von der BVW-GmbH in der Methodik zur Datenerhebung der Fleischqualität berücksichtigt.

Für die Eruiierung des Wasserbindungsvermögens und der Farbmessung werden die von der OECD empfohlenen (HONIKEL, 1998) Referenzmethoden zu Grunde gelegt. Zur Ermittlung der Zartheit nach Warner-Bratzler kommt die von SAVELL et al. (2000) beschriebene Referenzmethode zur Anwendung.

3. Methoden

3.1. Allgemein

Insgesamt wurden von 30 Kalbinnen und 45 Jungstieren Proben vom Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) entnommen, welche in den Monaten Februar bis Juni 2004 vom Schlachthof geholt und an der Betriebsstätte Königshof der BVW-GmbH auf Fleischqualität untersucht wurden.

Folgende Parameter wurden erhoben: Kerntemperatur, pH-Wert, Fleischinhaltsstoffe (NIRS - Methode), Marmorierung (Videoanalyse: Rückenmuskelfläche, Fettfläche und Fettanteil), Fleischfarbe (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^*), Fettfarbe (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^*), Wasserbindungsvermögen

(Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust), Scherkraft gegrillt (als objektiver Maßstab für die Zartheit), Sensorik (Bewertende Prüfung mit Skale: Saftigkeit, Zartheit, Geschmack).

Nach einem, von der BVW-GmbH entwickelten Schema, wurden die Fleischqualitätsparameter Fleischfarbe, Grillverlust und Scherkraft gegrillt bei jedem Versuchstier nach 4 Tagen, nach 10 Tagen und nach 20 Tagen Fleischreifung durchgeführt.

3.2. Temperatur im Fleischkern, pH-Wert

Die Kerntemperatur des M. longissimus dorsi wurde mit einem Einstichthermometer erhoben. Die Messung der End-pH-Werte erfolgte mit einer Glaselektrode (Einstabmesskette) nach der von HOFMANN (1986) beschriebenen Vorgangsweise.

3.3. Fleischinhaltsstoffe

Die Erfassung der Fleischinhaltsstoffe (Wasser, intramuskulärer Fettgehalt, Rohprotein, Rohasche) erfolgte mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS-Methode). Für die Bestimmung der Fleischinhaltsstoffe wurde eine 2,5 cm starke Fleischscheibe vom M. longissimus dorsi 3 Tage bei + 2° C im Vakuum gereift. Das Fleisch wurde homogenisiert und in ringförmige Probengläser eingestrichen. Anschließend wurden die Werte anhand der Nahinfrarotspektroskopie ermittelt.

3.4. Marmorierung

Für die videoanalytische Auswertung wurde der Rückenmuskel am frischen Anschnitt mit Hilfe einer digitalen Kamera (Canon EOS 300D), die auf eine eigens für diese Methode konstruierte Halterung montiert wurde, fotografiert. Die in der Kamera gespeicherten Fotos wurden über die serielle Schnittstelle in den Computer eingelesen. Mit Hilfe einer speziellen Software der Firma Metzger EDV wurde der Muskel planimetriert. Anschließend wurde das intramuskuläre Fett videoanalytisch über die Kontrastmethode (FRICKH et al., 1999) eingefärbt. Über das Verhältnis der Fettfläche zur Rückenmuskelfläche konnte ein Wert ermittelt werden, der als objektivierter Wertmaßstab für die Marmorierung herangezogen wird.

Subjektiv bewertet wurde das innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbare eingelagerte Fett (intramuskuläres Fett) nach dem vom United States Department of Agriculture (USDA 8843, 1981) herausgegebenen offiziellen Farbtafeln für die Einstufung nach Noten von 1 – 6 (6-Stufen-Schema). Die Note 1 (Tabelle 3:1.) wurde für Fleisch, das keine sichtbare

Marmorierung aufwies vergeben, die Note 2 für schwache Marmorierung (einige sichtbare Fettfaszias), die Note 3 für eine mittelmäßige Marmorierung, die Note 4 für eine starke Marmorierung, die Note 5 für eine sehr starke Marmorierung und die Note 6 für zu starke Marmorierung. In den **Abbildungen 3:1.** bis **3:6.** sind Beispiele für die Marmorierung der Noten 1 bis 6 illustriert.

Tab. 3:1. Schema für die Beurteilung des sichtbar eingelagerten Fettes

Punkte	Ausprägung	Beschreibung
1	keine sichtbare	blaues Fleisch
2	schwache	Existenz einiger sichtbarer Marmorierungspunkte
3	mittelmäßig	gut sichtbar eingelagertes Fett
4	stark	bereits dickere Fettfaszias
5	sehr stark	zahlreiche Fetteinlagerungen
6	zu stark	abnorme übermäßige Fetteinlagerung, Fettinfiltration

(Quelle: RISTIC, 1987)

Marmorierung beim Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*)

Abb. 3:1. Bewertung mit **1 Punkt**

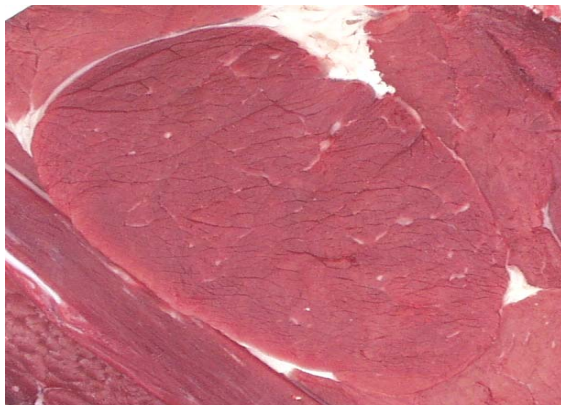


Abb. 3:2. Bewertung mit **2 Punkten**



Abb. 3:3. Bewertung mit **3 Punkten**



Abb. 3:4. Bewertung mit **4 Punkten**



Abb. 3:5. Bewertung mit **5 Punkten**



Abb. 3:6. Bewertung mit **6 Punkten**



3.5. Farbmessung

Ingesamt wurden am Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) jedes Versuchstieres 6 Farbmessungen durchgeführt. Nach einem festgelegten Schema erfolgten nach 4, 10 und 20 Tagen Fleischreifung sowohl an einem frischen Anschnitt als auch nach 60 Minuten Oxydation je fünf Messungen, woraus der Mittelwert errechnet wurde. Die Fettfarbe wurde an der Oberfläche und am frischen Anschnitt gemessen.

Zur Bestimmung der Fleischfarbe war das Zweistrahlenspektrophotometer CODEC 400 der Fa. PHYMA, mit kontinuierlicher Probenbeleuchtung im Einsatz. Die Remissionswerte wurden in einem Wellenlängenbereich von 400-700 nm, in Schritten von 10 nm, erhoben. Als Beleuchtungsquelle wurde eine Wärmegefilterte Xenon-Halogenlampe, angenähert CIE D65 verwendet. Die Proben wurden mit der Strahlung des uneingeschränkten Wellenlängenbereiches (polychromatisch) unter einem Beleuchtungswinkel von 45° und einem Beobachtungs-

winkel von 0° (Messgeometrie 45/0) beleuchtet. Die Messfläche betrug 14 mm². Die Kalibrierung erfolgte mit einem Schwarzstandard und einer Bariumsulfat angenäherten Weißkachel nach DIN 5033. Dazu wurde eine standardisierte Fliese mit den Werten L=94,62, a=-0,48 und b=0,23 verwendet.

3.6. Wasserbindungsvermögen

Für die Bestimmung des Wasserbindungsvermögens kamen an der BVW drei unterschiedliche Verfahren zur Anwendung: die Tropfsaftverlustbestimmung, die Grillverlustbestimmung und die Kochverlustbestimmung. Damit wurde den verschiedenen Bindungsmöglichkeiten des Wassers im Fleisch (HONIKEL, 1986; IRIE et al., 1996; SCHEPER, 1974) Rechnung getragen.

3.6.1. Tropfsaftverlust

Für die Bestimmung des Tropfsaftverlustes wurden jeweils zwei Scheiben (à 100 - 150 g) des Rückenmuskels (*M. longissimus dorsi*) entnommen und von anhaftendem Fettgewebe befreit, wobei die Fettfaszien belassen wurden. Anschließend wurden die Proben auf einem Stab aufgehängt und in einem Kunststoffbehälter bei + 2° C 3 Tage lang gekühlt. Die Proben wurden vor der Einwaage gewogen und auf Grund des Gewichtes bei der Auswaage nach drei Tagen, konnte der Tropfsaftverlust in Prozent des ursprünglichen Gewichtes errechnet werden.

3.6.2. Kochverlust

Für die Bestimmung des Kochverlustes wurden die Fleischproben von der bereits durchgeführten Tropfsaftverlustbestimmung herangezogen. Das Fleisch wurde insgesamt 14 Tage gereift, anschließend gewogen, in einem wasserfesten Plastikbeutel verschweißt und im Wasserbad bei einer Wassertemperatur von 70° C 50 Minuten lang erhitzt. Danach wurden die Proben in einem kühlen Wasserbad (ca. 20° C) 40 Minuten abgekühlt. Auf Grund der anschließenden Rückwaage wurde der Kochverlust in Prozent des ursprünglichen Gewichtes errechnet.

3.6.3. Grillverlust

Zur Bestimmung des Grillverlustes wurden 2,5 cm starke Fleischscheiben des *M. longissimus dorsi* herangezogen. Von jedem Versuchstier kam jeweils eine 4 Tage, eine 10 Tage und eine

20 Tage im Vakuum gereifte Probe zur Prüfung. Die Proben wurden auf einem P-2 Doppelplattenkontakt-Grill der Fa. Silex bei einer Plattentemperatur von 200° C zwischen Alufolien bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 60° C gegrillt. Die Kerntemperatur konnte mit einem speziellen Messgerät (Differenzthermometer, GTH 1100/2 DIF der Fa. Greisinger), verfolgt werden, das aus einer elektronischen Messeinrichtung und einem Chrom-Nickel-Temperaturfühler besteht, der mit Hilfe einer Hohnadel in den Fleischkern eingeführt wurde. Nach dem Grillvorgang wurden die Proben 40 Minuten abgekühlt um eine Gewichtskonstanz zu erreichen. Unmittelbar vor und nach dem Grillvorgang (Grillverlust warm) sowie nach dem Abkühlen (Grillverlust kalt) wurden die Fleischproben zur Ermittlung des Grillverlustes gewogen.

3.7. Scherkraft

Die Scherkraftmessung erfolgte am gegrillten Fleisch mit der Warner-Bratzler Schere der Firma Instron. Für die Scherkraft gegrillt wurden die ausgekühlten Fleischproben von *M. longissimus dorsi* aus der Grillverlustbestimmung herangezogen. Mit einem normierten Gerät wurden 10 zylindrische Fleischkerne von dreiviertel Zoll Durchmesser (1,27 cm) aus den Muskeln längs des Faserverlaufs ausgestochen und quer zur Faserrichtung die maximale Scherkraft in kg nach Warner Bratzler bestimmt.

3.8. Sensorische Bewertung

Für die Prüfung der sensorischen Eigenschaften des Fleisches, war es notwendig, die Proben bis zum Verkostungstermin bei -30° C einzufrieren. Davor wurden pro Versuchstier insgesamt drei Fleischproben 4 Tage, 10 Tage und 20 Tage unter Vakuum gereift. Vor der Verkostung wurden die Proben bei + 2° C im Kühlschrank langsam aufgetaut (AMBROSIADIS et al. 1994). Zur Bewertung der sensorischen Eigenschaften des Fleisches kam das an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach, BRD, entwickelte sensorische Prüfverfahren zur Anwendung (RISTIC, 1987; GUHE, 1991; SEUSS et al. 1994). Nach dem Auftauen (Fleischkerntemperatur, 4° > T° > 0° C) wurde das Fleisch bis zu einer Kerntemperatur von 70 °C gegrillt. Ein trainiertes Panel von 6 Personen beurteilten Saftigkeit, Zartheit und Aroma nach einem 6 Punkte umfassenden Schema (Tabelle 3:2.). Die Gesamtpunktezahl wurde durch Summenbildung errechnet.

Tab. 3:2. Schema für die sensorische Beurteilung der Fleischqualität

		PROBE									
SAFTIGKEIT		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ausgezeichnete Saftigkeit	6										
sehr saftig	5										
saftig (gut)	4										
mittelmäßige Saftigkeit (zufrieden stellend)	3										
mangelhafte Saftigkeit	2										
trockenes Fleisch	1										
ZARTHEIT		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ausgezeichnete Zartheit	6										
sehr zart	5										
zartes Fleisch (gut)	4										
mittelmäßige Zartheit (zufrieden stellend)	3										
mangelhafte Zartheit	2										
zähes Fleisch	1										
AROMA - GESCHMACK		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
intensiv ausgeprägtes Aroma	6										
ausgeprägtes Aroma oder sehr guter Geschmack	5										
mittel ausgeprägtes Aroma, guter Geschmack	4										
schwach ausgeprägtes Aroma, zufrieden stellender Geschmack	3										
mangelhafter Geschmack	2										
fremdes Aroma, kein oder fremder Geschmack	1										
Gesamtpunkte											

3.9. Statistische Auswertungsmethoden

Das erhobene Datenmaterial für die Merkmale der Schlachtleistung und Fleischqualität wurde varianzanalytisch mit der GLM-Procedure, Version 8.2 von SAS (2002) ausgewertet. Die Paarweisen Gruppenvergleiche erfolgten mit dem adjustierten Tukey's Range-Test (KRAMER, 1956; STRELEC, 1994; TUKEY, 1953; TUKEY 1977), der die Spannweite der studentisierten Stichprobenmittelwerte betrachtet.

Diskontinuierliche Variable, deren Residuen der entsprechenden Modelle annähernd normal verteilt waren, wurden auch mit der GLM-Procedure nach SAS (2002) berechnet. Die hier ausgewiesenen P-Werte sind dann als entsprechende Approximationen zu verstehen. Signifikante Gruppenunterschiede ($P < 0,05$) sind in den Ergebnistabellen mit verschiedenen hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet.

Bei allen quantitativen Kriterien wurden die Least-Squares-Gruppenmittelwerte, die Residualstandardabweichungen (s_e) und die Signifikanz aus dem Tukey's Range-Test angegeben. Für die Auswertung aller quantitativen Merkmale kamen die unten ausgearbeiteten statistischen Modelle zur Anwendung. Effekte und Regressionsvariable, die nicht signifikant waren, wurden aus den Modellen herausgenommen.

Modell 1: Für Merkmale der Schlachtleistung

$$Y_{ijk} = \mu + K_i + SA_j + e_{ijk}$$

Modell 2 a und b: Für Merkmale der Fleischqualität

2 a) für die chemisch-physikalischen Merkmale (ph-Wert, Fleischinhaltsstoffe, Marmorierung Wasserbindungsvermögen, Scherkraft, Farbmotrik)

$$Y_{ijk} = \mu + K_i + Z_j + (K_i * Z_j) + e_{ijk}$$

2 b) für die sensorischen Merkmale

$$Y_{ijkl} = \mu + K_i + Z_j + V_k + (K_i * Z_j * V_k) + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl}	= Beobachtungswert
μ	= gemeinsame Konstante
K_i	= fixer Effekt der Kategorie i, i = 1-2
SA_j	= Schlachalter
Z_j	= fixer Effekt des Reifezeitpunktes j, j = 1 - 3
V_k	= fixer Effekt des Verkosters m, m = 1 – 6
$(K_i*Z_j*V_k)$	= Wechselwirkung zwischen Kategorie, Zeitpunkt und Verkoster
$e_{ijk(l)}$	= Restkomponente von $y_{ijk(l)}$

4. Ergebnisse

4.1. Schlachtleistung

In der **Tabelle 4:1.** sind die durchschnittlichen Schlachtleistungsergebnisse, ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse, angeführt. Die Kalbinnen erreichten eine durchschnittliche Schlachtmasse von 280 kg, die Stiere von 374 kg. Kalbinnen erzielten 554 g Nettozunahmen, Stiere 716 g. Die Unterschiede in beiden Merkmalen waren signifikant.

Tabelle 4:1. Einfluss der Kategorie auf verschiedene Merkmale der Schlachtleistung, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 45	Kalbin n = 30	s_e
Schlachalter, d	523	509	48,0
Schlachtmasse, warm	374 ^a	280 ^b	30,3
Nettozunahme, g	716 ^a	554 ^b	57,3
Fleischigkeitsklasse1, Punkte	3,4 ^a	3,6 ^b	0,52
Fettgewebeklasse, Punkte	2,7	2,8	0,43

¹ ...bewertet nach EUROP, E = 5, P = 1; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte, in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

Mit einer durchschnittlichen Bewertung von 3,6 wurden die Schlachtkörper der Kalbinnen in eine höhere Fleischigkeitsklasse eingestuft als jene der Stiere, die mit 3,4 bewertet wurden. Die Fettabdeckung der Schlachtkörper wurde mit 2,7 Punkten für Stiere und 2,8 für Kalbinnen in etwa gleich beurteilt.

4.2. Fleischqualität

Für die Beschreibung der Fleischbeschaffenheit wurden verschiedenen Merkmale der Fleischqualität herangezogen. In den Tabellen 4:2. bis 4:12. sind die durchschnittlichen Ergebnisse der Fleischqualität angeführt. In Tabelle 4:13. wird die Fettfarbe berücksichtigt.

4.2.1. pH-Wert

In Tabelle 4:2. ist das Ergebnis der Messung des End-pH-Wertes eingetragen. Im Durchschnitt unterschieden sich Kalbin und Stier mit Werten von 5,47 und 5,48 nicht signifikant.

Tabelle 4:2. Einfluss der Kategorie auf den pH-Wert, LS-Mittelwert und Residualstandardabweichung

Merkm ^{al}	Stier n = 45	Kalbin n = 30	s _e
End-pH-Wert	5,48	5,47	0,04

4.2.2. Fleischinhaltsstoffe

Tabelle 4:3. enthält die Ergebnisse aus der Ermittlung der Fleischinhaltsstoffe. Der intramuskuläre Fettgehalt war bei den Kalbinnen mit 3,3 % um 27 % höher als bei den Stieren mit 2,4 %. Die Unterschiede waren signifikant. Im Rohproteingehalt gab es keine relevanten Unterschiede. Der Wassergehalt im Fleisch war bei den Kalbinnen signifikant niedriger als bei den Stieren. Der Aschegehalt war mit 1,0 % nahezu identisch.

Tabelle 4:3. Einfluss der Kategorie auf die Fleischinhaltsstoffe, LS-Mittelwert und Residualstandardabweichung.

Merkm ^{al}	Stier n = 45	Kalbin n = 30	s _e
IMF (intramuskulärer Fettgehalt), %	2,4 ^b	3,3 ^a	1,2
Rohprotein, %	22,8	23,0	0,5
Wasser, %	73,8 ^a	72,9 ^b	1,0
Asche, %	1,0	1,0	0,04

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.2.3. Sensorik und Scherkraft

Die Ergebnisse in **Tabelle 4.4.** und **4.5.** für Sensorik und Scherkraft sind sehr deutlich. Innerhalb der Reifezeiten 4, 10 und 20 Tage (**Tabelle 4.4.**) gab es signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien Stiere und Kalbinnen in allen angeführten Merkmalen. Im Merkmal Zartheit erreichte das Fleisch von Stieren nach vier Reifetagen eine Bewertung von 2,8 Punkten auf der Skala für die sensorische Beurteilung (**Tabelle 3.2.**), das von Kalbinnen hingegen von 3,5. Nach 10 Tagen stieg die Bewertung auf 3,6 (Stiere) bzw. 4,4 Punkte (Kalbinnen), nach 20 Tagen auf 4,1 bzw. 4,7 Punkte.

Die Scherkraftwerte nahmen mit zunehmender Reifezeit deutlich ab. So erreichte die Scherkraft nach 4 Reifetagen bei Stieren 6,9 kg und 6,1 kg bei Kalbinnen. Nach 10 Reifetagen waren es 5,1 bzw. 3,9 kg und nach 20 Tagen 3,9 bzw. 3,3 kg.

Tabelle 4:4. Einfluss der Kategorie zu einem bestimmten Reifezeitpunkt auf die sensorischen Merkmale und die Scherkraft, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 45			Kalbin n = 30			s _e		
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			s _e		
	4	10	20	4	10	20	4	10	20
Saftigkeit	4,2 ^b	4,3 ^b	4,4 ^b	4,5 ^a	4,7 ^a	4,8 ^a	0,78	0,82	0,83
Zartheit	2,8 ^b	3,6 ^b	4,1 ^b	3,7 ^a	4,6 ^a	4,9 ^a	0,91	1,00	0,93
Geschmack	3,8 ^b	4,1 ^b	4,6 ^b	4,3 ^a	4,6 ^a	4,8 ^a	0,71	0,74	0,70
Gesamtpunkte	10,7 ^b	12,1 ^b	13,2 ^b	12,3 ^a	14,0 ^a	14,4 ^a	1,88	2,06	1,92
Scherkraft, kg	6,9 ^a	5,1 ^a	3,9 ^a	6,1 ^b	3,9 ^b	3,3 ^b	1,04	0,96	0,69

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile und in derselben Spalte für die Reifezeit, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

Beim Merkmal Scherkraft reduzierte sich die Residualstandardabweichung mit ansteigender Reifezeit. Dies kann als Hinweis für eine Verringerung der Merkmalsvariation gesehen werden.

Tabelle 4:5. Einfluss der Reifezeit auf die sensorischen Merkmale und die Scherkraft, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 45			Kalbin n = 30			s _e	
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			Stier	Kalbin
	4	10	20	4	10	20		
Saftigkeit	4,2 ^b	4,3 ^b	4,5 ^a	4,6 ^b	4,8 ^a	4,9 ^a	0,78	0,85
Zartheit	2,8 ^c	3,6 ^b	4,1 ^a	3,7 ^c	4,6 ^b	4,9 ^a	0,91	1,00
Geschmack	3,9 ^c	4,2 ^b	4,5 ^a	4,3 ^b	4,6 ^a	4,8 ^a	0,68	0,77
Gesamtpunkte	10,9 ^c	12,1 ^b	13,1 ^a	12,6 ^b	14,0 ^a	14,4 ^a	1,82	2,16
Scherkraft, kg	6,9 ^a	5,1 ^b	3,9 ^c	6,1 ^a	3,9 ^b	3,3 ^c	0,87	0,97

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die innerhalb der Kategorien verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

Sowohl bei den Stieren als auch bei den Kalbinnen war ein deutlicher Einfluss der Reifezeit auf die sensorischen Merkmale Saftigkeit, Zartheit, Geschmack und Gesamtpunkte als auch auf die Scherkraft erkennbar (Tabelle 4:5.). Die Saftigkeit von Stier und Kalbin unterschied sich signifikant zwischen 4. und 20. Reifetag. In den Merkmalen Zartheit, Geschmack, Gesamtpunkte und Scherkraft gibt es signifikante Unterschiede zwischen allen Reifezeitpunkten.

4.2.4. Marmorierung

Tabelle 4:6. Einfluss der Kategorie auf die Merkmale der Marmorierung, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 45	Kalbin n = 30	s _e
Rückenmuskelfläche, cm ²	43,8 ^a	40,6 ^b	5,89
Fettfläche, mm ²	147	170	79,7
Fettanteil, %	3,4 ^b	4,2 ^a	1,91
Marmorierung, Punkte ¹	2,5 ^b	3,1 ^a	0,92

¹...6 Punkte, sehr starke Marmorierung, 1 Punkt, keine Marmorierung; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die innerhalb der Kategorien verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

Wie aus Tabelle 4:6. hervorgeht, zeigten die Stiere eine signifikant höhere Rückenmuskelfläche als die Kalbinnen. Während der Unterschied in der Fettfläche nicht signifikant war, unter-

schieden sich die Kategorien im Fettanteil (Fettfläche bezogen auf die Rückenmuskelfläche). Mit einem Fettanteil von 3,4 % unterschieden sich die Stiere signifikant von den Kalbinnen, die auf 4,2 % kamen. Auch die subjektive Beurteilung der Marmorierung brachte mit 2,5 Punkten für Stiere und 3,1 Punkten für Kalbinnen signifikante Unterschiede.

4.2.5. Wasserbindungsvermögen

Tabelle 4:7. Einfluss der Kategorie zu einem bestimmten Reifezeitpunkt auf die Merkmale des Wasserbindungsvermögens, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 135			Kalbin n = 90					
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			s _e		
	4	10	20	4	10	20	4	10	20
Tropfsaftverlust, %	3,2 ^b			4,0 ^a			1,24		
Kochverlust, %			26,5 ^a			25,6 ^b			1,43
Grillverlust (warm), %	16,6 ^a	16,4 ^a	17,8 ^a	14,8 ^b	14,5 ^b	15,3 ^b	2,60	2,15	2,87
Grillverlust (kalt), %	28,4 ^a	27,2 ^a	28,3 ^a	26,7 ^b	26,0 ^b	25,6 ^b	2,86	2,16	2,83

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile und in derselben Spalte für die Reifezeit, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

Der Tropfsaftverlust (Tabelle 4:7.) lag bei den Kalbinnen mit 4,0 % signifikant höher als bei den Stieren mit 3,2 %. Beim Kochverlust und Grillverlust hingegen war es entgegengesetzt. So wiesen Stiere einen Kochverlust von 26,5 % und Kalbinnen einen von 25,6 % auf. Der Grillverlust war bei Kalbinnen in jeder Reifestufe signifikant niedriger als bei Stieren. Bei einer Reifezeit von 20 Tagen hatten die Stiere mit 17,8 % einen höheren Grillverlust als die Kalbinnen mit 15,3 %.

Tabelle 4:8. Einfluss der Reifezeit auf die Merkmale des Wasserbindungsvermögens, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 135			Kalbin n = 90				
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			s _e	
	4	10	20	4	10	20	Stier	Kalbin
Grillverlust (warm), %	16,6 ^b	16,4 ^{ab}	17,8 ^a	14,8	14,5	15,3	2,42	2,75
Grillverlust kalt, %	28,4	27,2	28,3	26,7	26,0	25,6	2,74	2,47

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die innerhalb der Kategorien verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

Bei den Stieren war ein Einfluss der Reifezeit auf den Grillverlust zu beobachten, bei den Kalbinnen war kein signifikanter Zusammenhang vorhanden (Tabelle 4:8.).

4.2.6. Fleischfarbe

In den Tabellen 4:9. bis 4:12. sind die Ergebnisse aus den Farbmessungen eingetragen. In Tabelle 4:9. wird auf den Einfluss der Kategorie zu einem bestimmten Reifezeitpunkt eingegangen. Im Merkmal L_{10}^* - Helligkeit gab es zu allen drei Reifezeitpunkten signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien Stier und Kalbin, wobei das Fleisch von den Kalbinnen immer heller war als jenes der Stiere. Stiere hatten einen höheren a_{10}^* - Rotton als Kalbinnen. Nach 20 Tagen Reifung war der b_{10}^* - Gelbton bei den Kalbinnen höher als bei den Stieren. Die C_{ab}^* - Buntheit war nach 4 Tagen Reifezeit bei den Stieren signifikant höher als bei den Kalbinnen. Zu den beiden anderen Reifezeitpunkten gab es keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 4:9. Einfluss der Kategorie zu einem bestimmten Reifezeitpunkt auf die Fleischfarbe (am frischen Anschnitt), LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 111			Kalbin n = 87					
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			s _e		
	4	10	20	4	10	20	4	10	20
L_{10}^* - Helligkeit	36,9 ^b	38,0 ^b	38,4 ^b	38,7 ^a	40,3 ^a	40,0 ^a	2,2	2,4	2,2
a_{10}^* - Rotton	9,6 ^a	8,8	8,5 ^a	8,2 ^b	8,7	8,0 ^b	0,9	0,9	1,1
b_{10}^* - Gelbton	4,3 ^a	4,1	3,4 ^b	3,5 ^b	4,6	4,5 ^a	1,0	1,3	1,3
C_{ab}^* - Buntheit	10,5 ^a	9,8	9,2	8,9 ^b	9,9	9,2	1,1	1,0	1,3

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile und in derselben Spalte für die Reifezeit, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

Tabelle 4:10. gibt den Einfluss der Reifezeit auf die Fleischfarbe am frischen Anschnitt wieder. Im Merkmal L_{10}^* - Helligkeit kam es zwischen 4 und 10 Reifetagen zu einem signifikanten Anstieg. Der a_{10}^* - Rotton fiel etwas ab. Der b_{10}^* - Gelbton nahm bei den Stieren mit längerer Reifezeit ab, bei den Kalbinnen hingegen zu. Die C_{ab}^* - Buntheit nahm mit längerer Reifezeit ab.

Tabelle 4:10. Einfluss der Reifezeit auf die Fleischfarbe (am frischen Anschnitt), LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 111			Kalbin n = 87			s _e	
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			Stier	Kalbin
	4	10	20	4	10	20		
L_{10}^* - Helligkeit	36,9 ^b	38,0 ^{ab}	38,4 ^a	38,6 ^b	40,3 ^a	40,0 ^{ab}	2,0	2,5
a_{10}^* - Rotton	9,6 ^a	8,8 ^b	8,5 ^b	8,2	8,7	8,0	0,9	1,0
b_{10}^* - Gelbton	4,3 ^a	4,1 ^{ab}	3,4 ^b	3,5 ^b	4,6 ^a	4,5 ^a	1,4	1,1
C_{ab}^* - Buntheit	10,5 ^a	9,8 ^b	9,2 ^b	8,9 ^b	9,9 ^a	9,2 ^{ab}	1,1	1,2

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die innerhalb der Kategorien verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

In den **Tabellen 4:11.** und **4:12.** werden die Einflüsse von Kategorie und Reifezeit nach 60 min Oxidation behandelt. Nicht bei jedem Merkmal gab es signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien. Kalbinnenfleisch war bis zum 10. Reifetag heller. Am 20. Tag waren im Gegensatz zum Messzeitpunkt „frischer Anschnitt“ keine signifikanten Unterschiede erkennbar. Auch beim Rotton konnten zu diesem Zeitpunkt keine Unterschiede festgestellt werden. Der Gelbton lag bei den Kalbinnen signifikant höher als bei den Stieren. Die Unterschiede in der Buntheit waren nach 10 und 20 Tagen nicht signifikant.

Tabelle 4:11. Einfluss der Kategorie zu einem bestimmten Reifezeitpunkt auf die Fleischfarbe (60 min nach dem frischen Anschnitt), LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 111			Kalbin n = 87					
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			s _e		
	4	10	20	4	10	20	4	10	20
L_{10}^* - Helligkeit	37,6 ^b	38,2 ^b	39,5	38,8 ^a	40,3 ^a	40,2	1,9	2,2	2,0
a_{10}^* - Rotton	12,5 ^a	13,5 ^a	13,0	10,9 ^b	12,7 ^b	12,7	1,0	1,3	1,6
b_{10}^* - Gelbton	7,9 ^a	9,1	7,1 ^b	6,3 ^b	9,0	9,5 ^a	1,1	1,7	1,9
C_{ab}^* - Buntheit	14,9 ^a	16,3	14,9	12,6 ^b	15,6	15,9	1,2	1,7	2,1
ΔE_{ab}^1 - Farbabstand	4,9 ^a	6,9 ^a	6,1 ^b	4,3 ^b	6,1 ^b	6,9 ^a	1,0	1,0	1,1
ΔE_{ab}^2 - Farbabstand			2,7 ^b			5,3 ^a			2,5

¹ ...Farbabstand gemessen zwischen den Farbwerten am frischen Anschnitt und nach 60 Minuten Oxidation; ² ...Farbabstand gemessen zwischen den Kategorien vom 4. – 20. Reifetag; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte, in derselben Zeile und in derselben Spalte für die Reifezeit, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

Der Farbabstand gemessen zwischen den Farbwerten am frischen Anschnitt und nach 60 Minuten Oxidation zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien auf. Am 4. und 10. Reifungstag war der Farbabstand bei den Stieren größer als bei den Kalbinnen. Am 20. Tag war das Verhältnis umgekehrt.

Tabelle 4:12. Einfluss der Reifezeit auf die Fleischfarbe (60 min nach dem frischen Anschnitt), LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 111			Kalbin n = 87				
	Reifezeit, d			Reifezeit, d			s _e	
	4	10	20	4	10	20	Stier	Kalbin
L_{10}^* - Helligkeit	37,6 ^b	38,2 ^b	39,5 ^a	38,8 ^b	40,3 ^a	40,2 ^a	1,9	2,2
a_{10}^* - Rotton	12,5 ^b	13,5 ^a	13,0 ^{ab}	10,9 ^b	12,7 ^a	12,7 ^a	1,3	1,4
b_{10}^* - Gelbton	7,9 ^b	9,1 ^a	7,1 ^b	6,3 ^b	9,0 ^a	9,5 ^a	1,7	1,3
C_{ab}^* - Buntheit	14,9 ^b	16,3 ^a	14,9 ^b	12,6 ^b	15,6 ^a	15,9 ^a	1,7	1,7
ΔE_{ab}^1 - Farbabstand	4,8 ^c	7,0 ^a	6,1 ^a	4,3 ^c	6,1 ^b	7,0 ^a	1,1	1,0

¹ ...Farbabstand gemessen zwischen den Farbwerten am frischen Anschnitt und nach 60 Minuten Oxidation, ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte, in derselben Zeile, die innerhalb der Kategorien verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.2.7. Fettfarbe

In **Tabelle 4:13** wird der Einfluss der Kategorie auf die Fettfarbe behandelt. Einerseits wurde die Fettfarbe an der Oberfläche des Auflagenfettes, andererseits an dessen frischem Anschnitt gemessen. In den Merkmalen Helligkeit, Rotton und Buntheit gab es signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien. Die Stiere hatten helleres Fett mit niedrigerem Gelbton und niedrigerer Buntheit als Kalbinnen.

Tabelle 4:13. Einfluss der Kategorie auf die Fettfarbe (gemessen an der Oberfläche und am frischen Anschnitt), LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung

Merkmal	Stier n = 37	Kalbin n = 29	s _e
Oberfläche			
L₁₀[*] - Helligkeit	57,4 ^a	54,0 ^b	3,4
a₁₀[*] - Rotton	3,5	4,1	2,0
b₁₀[*] - Gelbton	7,3 ^b	9,6 ^a	2,1
C_{ab}[*] - Buntheit	8,2 ^b	10,5 ^a	2,6
Frischer Anschnitt			
L₁₀[*] - Helligkeit	64,9 ^a	61,3 ^b	3,9
a₁₀[*] - Rotton	1,3	1,3	0,9
b₁₀[*] - Gelbton	3,3 ^b	5,2 ^a	1,8
C_{ab}[*] - Buntheit	3,7 ^b	5,4 ^a	1,9

^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte, in derselben Zeile und in derselben Spalte für die Reifezeit, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

5. Diskussion

Um die Fleischbeschaffenheit feststellen zu können, wurde von Wissenschaftern der Begriff Fleischqualität formuliert. Er ist umfassend, allgemein gültig, wertneutral und kann mit wissenschaftlichen Methoden erfasst werden. Fleischqualität ist nach HOFMANN (1986) die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften des Fleisches. Nach AUGUSTINI und FRICKH (2002) unterscheiden wir Fleisch mit normaler Qualität, Fleisch mit abweichender Qualität und Fleisch mit außergewöhnlicher Qualität, auch Restaurantqualität genannt. Im Rahmen dieser Untersuchung kam die Ermittlung der Parameter pH-Wert, Wasserbindungsvermögen, Marmorierung, Saftigkeit, Zartheit, Geschmack, Scherkraft und Fleischfarbe in Betracht.

5.1. pH-Wert

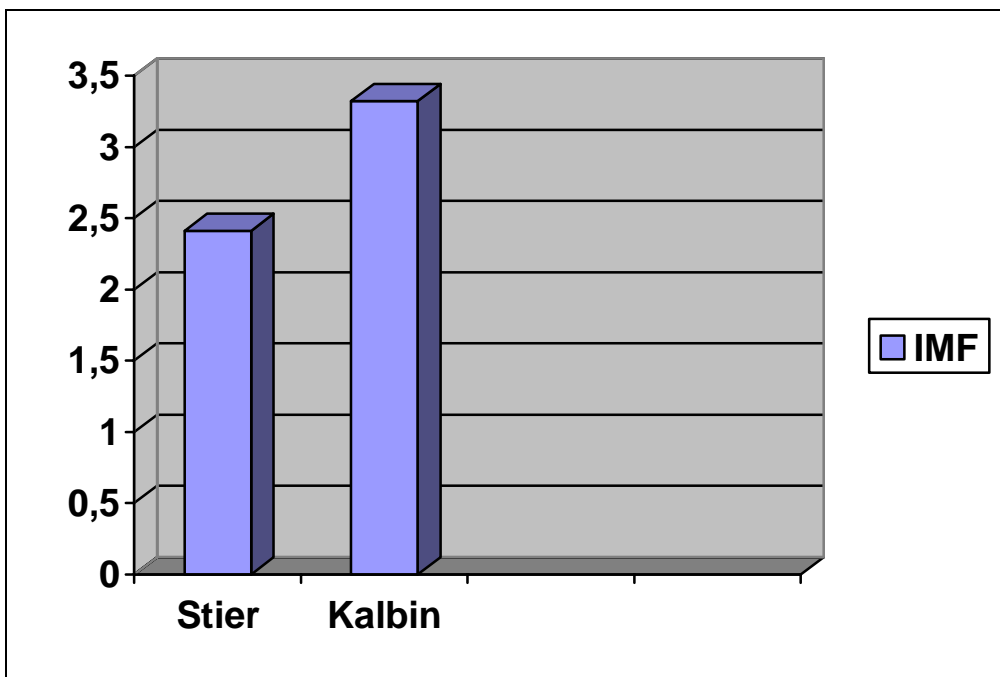
Um eine Unterscheidung zwischen Gütesiegelqualität und Normalqualität treffen zu können, wurden am Schlachthof die pH-Werte gemessen und die Schlachtkörper entsprechend eingeteilt. Im Fleischqualitätslabor der BVW-GmbH wurden zu Kontrollzwecken die End-pH-Werte gemessen. Für Rindfleisch ist der End-pH-Wert ein aussagefähiger Parameter zur Erfassung der Qualitätsabweichung DFD-Fleisch (dark, firm, dry). Stiere und Kalbinnen unterschieden sich in diesem Merkmal nicht. Sie lagen im für Qualitätsrindfleisch optimalen Bereich von 5,4 bis 5,8 (BOCCARD et al., 1981; TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b; AMA, 1997; AUGUSTINI und FRICKH, 2002). Dies kann als erste Voraussetzung für die Erzeugung von Qualitätsrindfleisch gesehen werden. Auch in den Richtlinien der Agrarmarkt Austria Marketing GesmbH wird für Gütesiegelfleisch ein End-pH-Wert 36 h post mortem von max. 5,8 verlangt (AMA, 1997).

5.2. Fleischinhaltsstoffe

Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) der Kalbinnen war mit 3,3 % zu 2,4 % signifikant höher als jener der Stiere (**Abbildung 5:1**). FRICKH et al. (2003) kamen bei intensiv mit Maissilage gemästeten Kalbinnen auf einen IMF von 4,5 %. Wurden die Kalbinnen mit Grassilage intensiv gemästet, lag der IMF bei 3,5 %. Für Stiere ermittelten die Autoren bei intensiver Maissilagefütterung einen IMF von 2,3 %. Auch bei den Untersuchungen von CORNFORTH et al. (1980) wurde festgestellt, dass Kalbinnen bei gleicher Körpermasse einen höheren intramuskulären Fettgehalt aufweisen als Stiere. Zu bevorzugen ist Fleisch mit einem IMF von 2,5 - 4,5 %, da anspruchsvolle Verbraucher wissen, dass eine maßvolle Marmorierung für hervorragende Essqualität notwendig ist (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b). In der Jungstiermast sind diese Werte schwieriger zu erreichen als bei der Kalbinnenmast. Wenn der IMF unter 2,5 % zu liegen kommt, ist die Schmackhaftigkeit beeinträchtigt (HÜHN und HARTUNG, 1998; ROFFEIS et al., 1999). Bei hoher Mastintensität werden Defizite im intramuskulären Fettgehalt zum Teil durch Verbesserungen in anderen Muskeleigenschaften ausgeglichen.

In **Abbildung 5:1** wird der Einfluss der Kategorie auf den IMF graphisch veranschaulicht.

Abb. 5:1. Einfluss der Kategorie auf den intramuskulären Fettgehalt (IMF)



Der Rohproteingehalt lag bei 22,8 (Stiere) bzw. 23,0 % (Kalbinnen). Für Stiere fand FRICKH (1997) einen RP-Gehalt von 22,4 % bei einem IMF-Gehalt von 1,8 %. Für Kalbinnen ermittelten FRICKH et al. (2003) einen Gehalt von 22,9 % und für Stiere von 21,9 %. Der Wassergehalt zwischen Stieren (73,8 %) und Kalbinnen (72,9 %) war signifikant verschieden. Zu diesem Ergebnis kamen auch FRICKH et al. (2003), die für Stiere 74,4 % und für Kalbinnen 72,3 % ermittelten. Der Rohaschegehalt blieb ohne Bedeutung.

Auch bei LÜDDEN (1991) wiesen die Kalbinnen im Vergleich zu Jungbulln vergleichbaren Alters im Muskelgewebe mehr Fett und weniger Wasser auf.

5.3. Sensorik und Scherkraft

Eine besondere Bedeutung haben bei einer Fleischqualitätsuntersuchung das sensorische Merkmal Zartheit und die Scherkraft nach Warner-Bratzler. In einer Studie von LUSK et al. (1999) wurde festgehalten, dass die befragten Konsumenten die Zartheit für die wichtigste Eigenschaft von Fleisch hielten. 72 % von ihnen konnten zarte Steaks eindeutig von zähen unterscheiden und wären auch bereit für garantierte Qualität mehr zu bezahlen. Aus diesem Grund wäre es auch sinnvoll die große Variabilität der Zartheit (WANG et al., 1996) zu verringern. Aus den Ergebnissen des vorliegenden Forschungsprojektes (Tabelle 4:4.) geht hervor, dass mit der Dauer der Fleischreifung die Variabilität zurückgeht. Die Residualstandardab-

weichung der Scherkraft nimmt nach 10 Tagen Reifung von 1,04 kg (4 Tage) auf 0,96 kg ab und nach 20 Tagen auf 0,69 kg. Die Zunahme der Zartheit ist beträchtlich. Die sensorisch ermittelte Zartheit stieg bei den Stieren von 2,8 Punkten (4 Tage Reifezeit) auf 3,6 Punkte (10 Tage) und auf 4,1 Punkte nach 20 Tagen. Bei den Kalbinnen war ein Anstieg von 3,5 auf 4,4 und 4,7 Punkten zu beobachten. Das Fleisch von Kalbinnen erhielt in jeder Reifestufe eine signifikant höhere Bewertung als die Stiere.

Die Scherkraft (maximale Kraft, die notwendig ist um eine genormte Probe zu durchschneiden) nimmt bei den Stieren von 6,9 (4 Tage) auf 5,1 (10 Tage) bzw. 3,9 kg (20 Tage) ab. Bei den Kalbinnen fällt die Scherkraft von 6,1 auf 3,9 bzw. 3,3 kg. Mit einer Scherkraft von 3,3 kg nach 20 Reifetagen ist der von AUGUSTINI und FRICKH (2002) veröffentlichte Grenzwert für Restaurantqualität von 3,5 kg unterschritten und lässt Fleisch von außergewöhnlicher Qualität erwarten. Während nach SCHWÄGELE (1999) die Reifung von Fleisch mindestens 14 Tage in Anspruch nimmt, kann in der vorliegenden Untersuchung gezeigt werden, dass beim Jungstier erst nach 20 Tagen Fleischreifung der Grenzwert für Qualitätsrindfleisch von 4,0 kg unterschritten wird. Die Unterschiede zwischen Kalbinnen und Stieren in den sensorischen Merkmalen und der Scherkraft waren zu allen drei Reifestufen signifikant.

In den [Abbildungen 5:2.](#) bis [5:4.](#) ist der Einfluss von Kategorie und Reifezeit graphisch dargestellt. Die Unterschiede zwischen den Kategorien Stier und Kalbin sowie der Einfluss der Reifezeit erfahren in den Graphiken eine besondere Veranschaulichung. Mit dem Wissen um die Bedeutung der Kategorie und der Reifezeit kann auf die Forderung der Konsumenten nach zartem Fleisch reagiert werden.

In den USA ist die Diskussion um die Fleischreifung bereits marktwirksam. So berichten beispielsweise WHEELER et al. (1999 a, b) über den Vorschlag von führenden Industriemanagern, Fleisch nach ihrer Zartheit zu sortieren, um die große Variabilität am Markt zu verringern.

Abb. 5:2. Einfluss der Kategorie auf Zartheit und Scherkraft (20 Tage gereift)

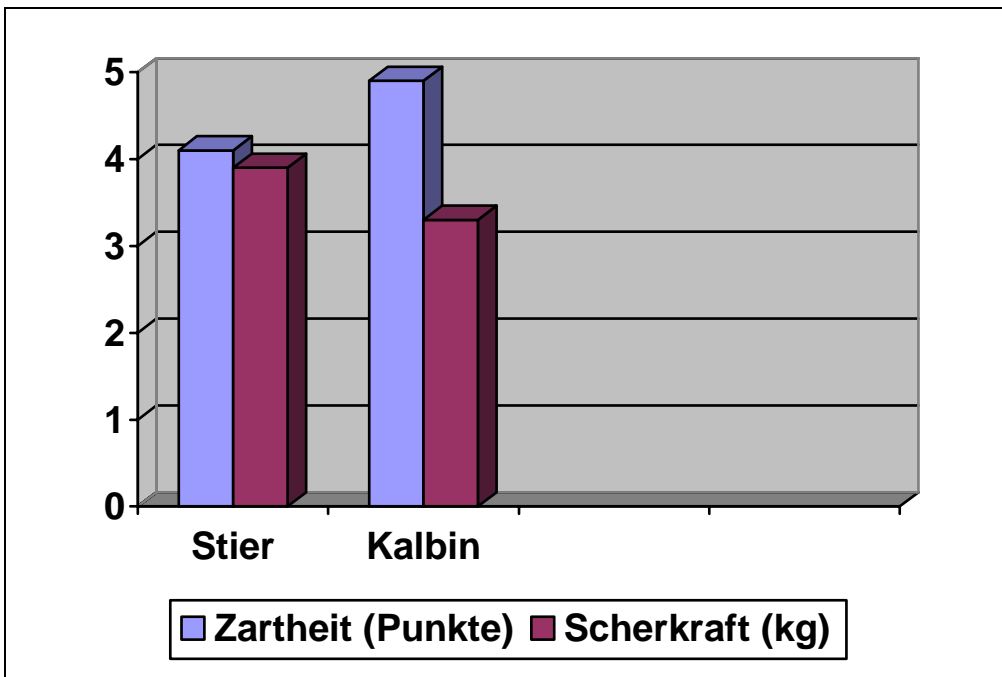


Abb. 5:3. Einfluss der Reifezeit auf Zartheit und Scherkraft beim Stier

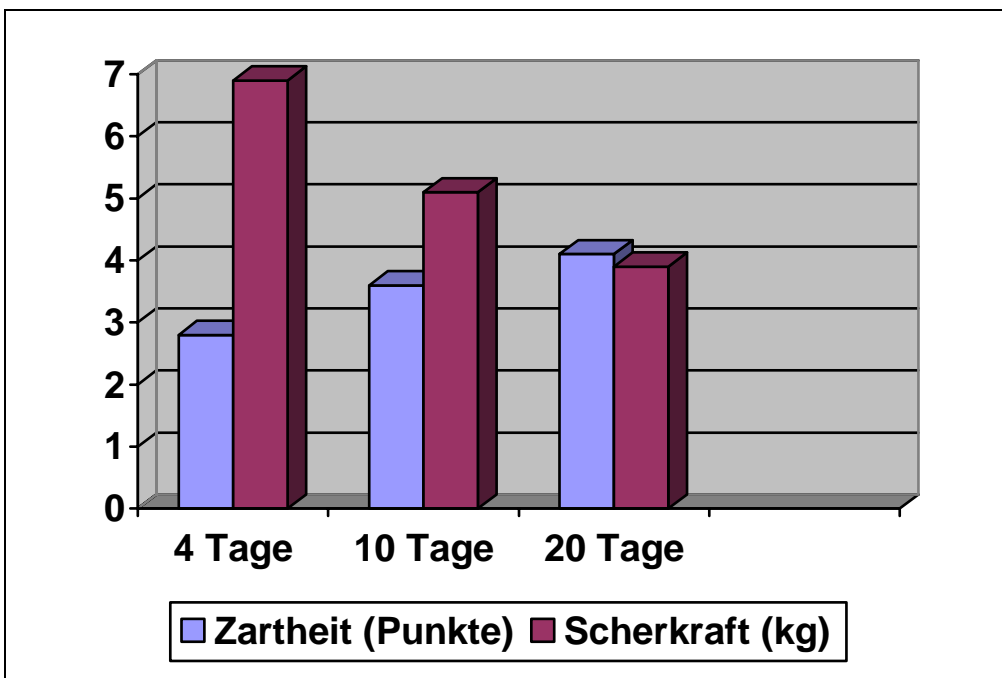
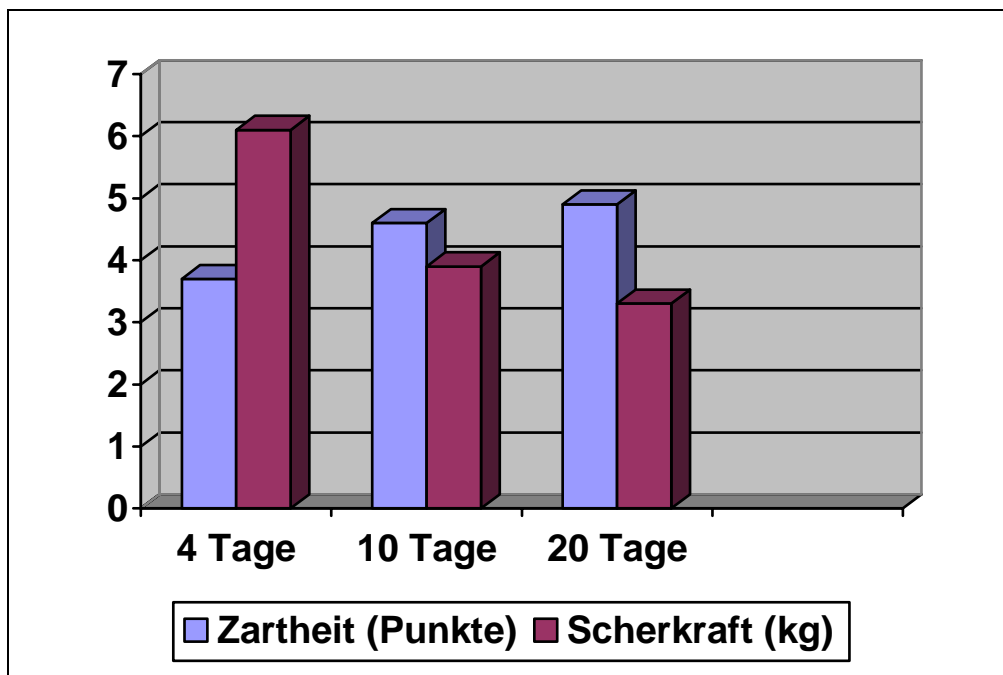


Abb. 5:4. Einfluss der Reifezeit auf Zartheit und Scherkraft bei der Kalbin

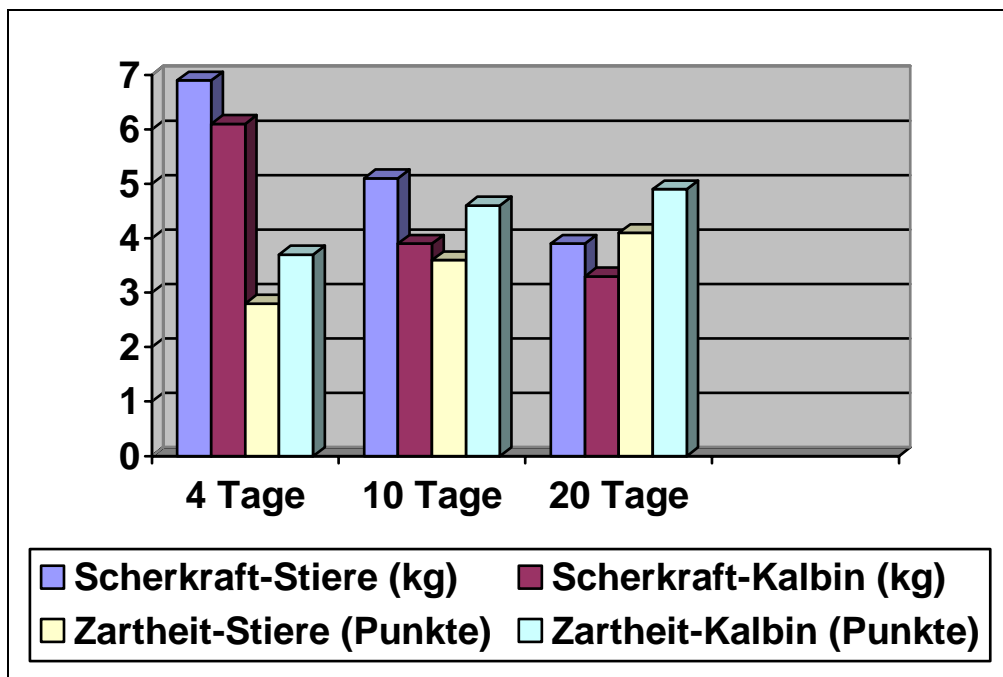


Damit könnte das Kaufverhalten der Konsumenten in Richtung verstärkten Rindfleischkonsum verändert werden.

Aus diesen Studien kann jedenfalls abgeleitet werden, dass die genauere Kenntnis von Fleischeigenschaften österreichischer Rinder als Anhaltspunkt für Verbesserungsmöglichkeiten dienen kann.

Die Reifedauer bis zum 20. Reifetag kann die Unterschiede zwischen Kalbinnen und Stieren in der Zartheit des Fleisches nicht vollständig ausgleichen (Abbildung 5:5.).

Abb. 5:5. Einfluss der Reifezeit auf Zartheit und Scherkraft bei Kalbin und Stier



5.4. Marmorierung

Die Marmorierung wurde einerseits subjektiv anhand der vom United States Department of Agriculture (USDA 8843, 1981) herausgegebenen offiziellen Farbtafeln beurteilt und andererseits nach dem von FRICKH et al. (1999) beschriebenen objektivierten videoanalytischen Verfahren bestimmt (Fettgewebeanteil bezogen auf die Rückenmuskelfläche). Die Marmorierung wird als Maß für die Bildung von intramuskulärem Fett (innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbar) angesehen (RÜFFER, 1967, zit. bei LEJEUNE et al., 1976). Die Kalbinnen erreichten mit 3,1 Punkten eine um 19,4 % höhere Marmorierung als die Stiere mit 2,5 Punkten. Verglichen mit den von AUGUSTINI und FRICKH (2002) veröffentlichten Grenzwerten für Qualitätsrindfleisch erreichten sowohl die Jungstiere als auch die Kalbinnen den notwendigen IMF Gehalt von 2,5 %. Dieses Ergebnis stimmt gut mit den Ergebnissen aus dem objektivierten videoanalytischen Verfahren (FRICKH et al., 1999) überein. Der Fettanteil war bei den Kalbinnen um 19,0 % höher als bei den Stieren.

5.5. Wasserbindungsvermögen

Auch das in den Tabellen 4:7. und 4:8. ausgewiesene Wasserbindungsvermögen, das nach LEJEUNE et al. (1976) ein wichtiger Maßstab für die Beurteilung von Stresssituationen vor der

Schlachtung ist, war mit einem Tropfsaftverlust von durchschnittlich 3,2 % für Stiere und 4,0 % für Kalbinnen und einem Kochverlust von durchschnittlich 26,5 % für Stiere und 25,6 % für Kalbinnen im normalen Bereich. Auch der Grillverlust war mit 16,9 % und 14,9 % normal.

5.6. Fleischfarbe

Für die Beurteilung der Fleischfarbe standen die Merkmale nach dem CIELAB - System (DIN, 1979), gemessen 0 und 60 min nach dem frischen Anschnitt zur Verfügung. Nach den Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität (CMA, 1996; FRICKH, 2001 a, b; REICHARDT et al., 1997; AUGUSTINI und FRICKH, 2002) sollte, nach einer Lufteinwirkung von 60 min die Farbhelligkeit (L_{10}^* -Helligkeit) Werte zwischen 34 und 40, der a_{10}^* -Rotton Werte ≥ 10 , und die C_{ab}^* -Buntheit Werte ≥ 14 annehmen.

Im Durchschnitt aller drei Reifegruppen erreichten die Stiere am frischen Anschnitt eine L_{10}^* -Helligkeit von 37,8 und nach einer Oxidationszeit von 60 Minuten eine von 38,4. Die Kalbinnen erreichten eine L_{10}^* -Helligkeit 39,7 bzw. 39,8. Die Stiere erreichten einen a_{10}^* -Rotton von 9,0 bzw. 13,0, einen b_{10}^* -Gelbton von 3,9 bzw. 8,0, eine C_{ab}^* -Buntheit von 9,8 bzw. 15,4, und einen ΔE_{ab}^{1*} -Farbabstand von 6,0. Die Kalbinnen erreichten im Durchschnitt einen a_{10}^* -Rotton von 8,3 bzw. 12,1, einen b_{10}^* -Gelbton von 4,2 bzw. 8,3, eine C_{ab}^* -Buntheit von 9,3 bzw. 14,7, und einen ΔE_{ab}^{1*} -Farbabstand von 5,8. Der ΔE_{ab}^{1*} - Farbabstand gibt den Betrag der Farbabweichung zwischen den Farbwerten am frischen Anschnitt und nach 60 Minuten Oxidation an der Umgebungsluft an. Er gibt die Größe des empfindungsgemäßen Unterschiedes zwischen zwei Farben an (DIN 5033, 1979). Stiere und Kalbinnen unterschieden sich in jeder Reifestufe signifikant. Fleisch von Kalbinnen hat demnach ein anderes Aussehen als jenes von Stieren. Von den Konsumenten kann dies auch wahrgenommen werden. Wie aus den Werten bei den Kalbinnen und Stieren für den ΔE_{ab}^{2*} -Farbabstand hervorgeht (Tabelle 4:11.), sind die signifikanten Unterschiede zwischen den Kategorien bei geänderter Bezugsbasis (4. – 20. Reifetag) größer.

FRICKH (2001 c) ermittelte bei Fleckviehstieren L_{10}^* -Helligkeitswerte von durchschnittlich 39,4. Der positive Zusammenhang zwischen Mastintensität und Helligkeit, wie es ROFFEIS et al. (1999) beschrieben, war erkennbar. Auch der Rotton (a_{10}^* -Rotton) lag in den einzelnen Gruppen im gewünschten Bereich von ≥ 10 . Auch die C_{ab}^* -Buntheit lag über $\geq 14,0$.

5.7. Fettfarbe

In den Merkmalen der Fettfarbe gab es außer im a_{10}^* -Rotton signifikante Unterschiede zwischen Stieren und Kalbinnen. In der Farbhelligkeit (L_{10}^* -Helligkeit) wurden am frischen Anschnitt Werte von 64,9 (Stiere) und 61,3 (Kalbinnen) ermittelt. Der b_{10}^* -Gelbton lag bei 3,3 bzw. 5,2. FRICKH et al. (2003) ermittelten für Stiere und Kalbinnen Gelbwerte (b_{10}^* -Gelbton) von durchschnittlich 3,8 bzw. 6,1 und führten die Differenzen auf Unterschiede in der Fütterung zurück. Es war keine intensive Gelbfärbung zu erkennen.

6. Zusammenfassung

Das vorliegende Forschungsprojekt wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Auftrag gegeben und unter der Projektleitung der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW) in Kooperation mit der Agrar Markt Austria Marketing GesmbH und der ARGE Rind durchgeführt.

Die vorliegende Untersuchung beschreibt das Forschungsprojekt Nr. 1358 mit dem Titel „Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit von Kalbinnen- und Jungstierfleisch“.

Anhand der von der ARGE Rind zur Verfügung gestellten Rindfleischproben (*M. longissimus dorsi*) von 45 Stieren und 30 Kalbinnen wurde der Einfluss von Kategorie und Fleischreifung auf verschiedene Fleischqualitätsparameter geprüft.

Die höchsten Nettozunahmen erreichten die Stiere mit 716 g gegenüber den Kalbinnen mit 554 g. Während die Fettgewebeklassen zwischen Stieren und Kalbinnen keine signifikanten Unterschiede zeigten, fiel die Bewertung der Fleischigkeitsklasse mit 3,6 Punkten für die Kalbinnen und 3,4 Punkten für die Stiere zugunsten der Kalbinnen aus.

Als erstes Qualitätskriterium wurde der End-pH-Wert gemessen. Stiere und Kalbinnen unterschieden sich in diesem Merkmal nicht. Sie lagen im für Qualitätsrindfleisch optimalen Bereich von 5,4 bis 5,8.

Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) der Kalbinnen war mit 3,3 % im Vergleich zu 2,4 % signifikant höher als jener der Stiere. Zu bevorzugen ist Fleisch mit einem IMF von 2,5 - 4,5 %, da anspruchsvolle Verbraucher wissen, dass eine bestimmte Marmorierung, die in Zusammenhang mit dem intramuskulären Fettgehalt steht, für hervorragende Essqualität notwendig ist.

Für die Konsumenten ist die Zartheit die wichtigste Eigenschaft von Fleisch. Aus den Ergebnissen des vorliegenden Forschungsprojektes geht hervor, dass mit der Dauer der Fleischrei-

fung die Variabilität der Zartheit zurückgeht. Die sensorisch ermittelte Zartheit stieg bei den Stieren von 2,8 Punkten (4 Tage Reifezeit) auf 3,6 Punkte (10 Tage) und auf 4,1 Punkte nach 20 Tagen. Bei den Kalbinnen war ein Anstieg von 3,5 auf 4,4 und 4,7 Punkte zu beobachten. Die Scherkraft (maximale Kraft, die notwendig ist um eine genormte Probe zu durchschneiden) nahm bei den Stieren von 6,9 (4 Tage) auf 5,1 (10 Tage) bzw. 3,9 kg (20 Tage) ab. Bei den Kalbinnen fiel die Scherkraft von 6,1 auf 3,9 bzw. 3,3 kg. Mit einer Scherkraft von 3,3 kg nach 20 Reifetagen ist der von AUGUSTINI und FRICKH (2002) veröffentlichte Grenzwert für Restaurantqualität von 3,5 kg unterschritten und lässt Fleisch von höchster Qualität erwarten. Die Kalbinnen erreichten mit 3,1 Punkten eine um 19,4 % höhere Marmorierung als die Stiere mit 2,5 Punkten. Verglichen mit den von AUGUSTINI und FRICKH (2002) veröffentlichten Grenzwerten für Qualitätsrindfleisch erreichten sowohl die Jungtiere als auch die Kalbinnen aus dem Qualitätsprogramm die notwendigen Punkte von zumindest 2,5. Das Wasserbindungsvermögen war mit einem Tropfsaftverlust von durchschnittlich 3,2 % für Stiere und 4,0 % für Kalbinnen und einem Grillverlust von durchschnittlich 16,9 % für Stiere und 14,9 % für Kalbinnen im normalen Bereich. Auch der Kochverlust war mit 26,5 % und 25,6 % normal. Auf Grund der Ergebnisse aus der Farbmessung kann festgestellt werden, dass Fleisch von Kalbinnen ein anderes Aussehen als jenes von Stieren hat. Es ist heller und weniger intensiv rot gefärbt. Von den Konsumenten kann dies auch wahrgenommen werden. Das Fett der Kalbinnen war gelber als jenes der Stiere, lag aber im gewünschten Bereich.

7. Schlussfolgerung

Für kritische Konsumenten ist die Zartheit neben der Fleischfarbe die wichtigste Eigenschaft von Fleisch. Gerade bei Rindfleisch ist die Angebotspalette von zartem bis zähem Fleisch sehr groß, weshalb Produkte mit Qualitätsgarantie große Chancen haben am Markt erfolgreich zu sein. Die Reifezeit rückt dabei ins Zentrum der Betrachtungen. Nur ein gereifter Muskel kann unter bestimmten Voraussetzungen (Scherkraft $\leq 3,5$ kg) als Fleisch mit Restaurantqualität bezeichnet werden. In den USA ist die Diskussion um die Fleischreifung bereits marktwirksam. Die Sortierung von Fleisch nach seiner Zartheit kann die große Variabilität am Markt verringern. Damit könnte das Kaufverhalten der Konsumenten in Richtung verstärkten Rindfleischkonsum verändert werden.

Daher wird die genauere Kenntnis von Fleischeigenschaften österreichischer Rinder künftig Ausgangspunkt von Verbesserungsmöglichkeiten sein.

Insbesondere für Kalbinnen in Grünlandgebieten gibt es gute Chancen ein Konzept umzusetzen, das es Betrieben erlaubt, sich auf Kalbinnenmast zu spezialisieren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in der vorliegenden Untersuchung Fleisch von Kalbinnen für die Bezeichnung „Restaurantqualität“ eine Reifezeit von 20 Tagen benötigte, während Fleisch von Stieren nach 20 Tagen Reifung die Bezeichnung „Qualitätsrindfleisch“ erreichte. In den ersten drei Wochen ist der Zartheitszuwachs durch die Fleischreifung am größten.

8. Summary

The presented trial was ordered by the Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Environment and Water Economy and conducted under the guidance of the “Agricultural Federal Research Company” (BVW), in co-operation with the Agrar Markt Austria Company (AMA) and the Austrian cattle organisation (ARGE-Rind).

The trial describes the scientific project with the number 1358. The title is: “The effect of maturing in vacuum on the sensory properties and meat tenderness of young heifers and bulls”.

The aim of this experiment was to examine the effect of category and maturing on various meat quality parameters. Therefore 45 beef samples of bulls and 30 of heifers were used.

The highest net gains were reached by the bulls with 716 g, vs. heifers with 554 g. Sex had no significant effect on classification in different fatty tissue classes.

The first meat quality characteristic which was examined was pH-value. There was no difference between bulls and heifers in this trait. On an average the values were in an optimal range between 5.4 and 5.8.

The intramuscular fat content (IMF) of the heifers (3.3 %) was significantly higher than that of the bulls (2.4 %). Demanding consumers prefer meat with an IMF between 2.5 and 4.5 % because they know that moderate marbling is necessary for an outstanding quality.

For the consumers tenderness is the most important characteristic of meat. The results of this scientific project show that the variability of tenderness gets lower with the length of maturation. The meat tenderness of bulls increased from 2.8 points (4 days maturing) to 3.6 points (10 days) to 4.1 points (20 days), meat tenderness of heifers increased from 3.5 to 4.4 to 4.7 points. The Warner-Bratzler shear force values of bull’s meat decreased from 6.9 (4 days) to 5.1 (10 days) and 3.9 kg (20 days). The shear force values of heifers decreased from 6.1 to 3.9

and 3.3 kg. With a shear force of 3.3 kg after 20 days the limit for outstanding quality is reached (AUGUSTINI and FRICKH, 2002).

Heifers reached a marbling of 3.1 points, bulls reached 2.5 points. The difference was 19.4 %. Both categories reached the necessary points of 2.5 to be qualified as a meat of high quality. The water holding capacity was normal. The drip loss for bulls was 3.2 %, the drip loss for heifers 4.0 %. The grilling loss reached 16.9 % vs. 14.9 %. The cooking loss was 26.5 % vs. 25.6 % on an average.

The results of meat colour measurements show that the heifer's meat colour is different to that of bulls. It is lighter and less intensive red. Consumers are able to notice these differences, too.

The external fat of the heifers was more intensive yellow than that of the bulls, but it was within the optimal range.

9. Literatur

AMA (1997): Richtlinien der Agrarmarkt Austria Marketing GesmbH über das österreichische Ursprungs- und Gütezeichen für Frischfleisch. Eigenverlag, Wien.

AMBROSIADIS, I., THEODORAKAKOS, N. and S. GEORGAKIS (1994): Einfluss verschiedener Auftaumethoden auf Fleischqualität und Tausaftbildung. Fleischwirtschaft, 3, 320-325.

AUGUSTINI, C., BRANSCHIED, W., SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1992): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 2. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft, 12, 1-5.

AUGUSTINI, C., BRANSCHIED, W., SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1993 a): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 3. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Färsenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft, 73 (5), 595-599.

AUGUSTINI, C., BRANSCHIED, W., SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1993 b): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 4. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Ochenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft, 9, 1-6.

AUGUSTINI, C. (1995): Färsen seit der Agrarreform wieder interessant. Schwäbischer Bauer, 1, 26-30.

- AUGUSTINI, C. und M. SPINDLER (2000):** Zur frühzeitigen Erkennung der Zartheit von Rindfleisch: Scherkraftmessungen nach unterschiedlichen Reifungszeiten. Mitteilungsblatt BAFF, 4 (147), 539-542.
- AUGUSTINI, C. und J. J. FRICKH (2002):** Einfluss der Reifung auf die Fleischqualität. Beratungsunterlage, erstellt im Rahmen des AMA-Fleischforums, November 2002.
- AUGUSTINI, C. und K. FISCHER (1999):** Fleischreifung und sensorische Qualität. Fleischwirtschaft, 12, 96-98.
- AUGUSTINI, C. und J. J. FRICKH (2002):** Einfluss der Reifung auf die Fleischqualität. Beratungsunterlage, erstellt im Rahmen des AMA-Fleischforums, November 2002.
- BOCCARD, R., BUCHTER, L., CASTEELS, E., COSENTINO, E., DRANSFIELD, E., HOOD, D. E., JOSEPH, R. L., MACDOUGALL, D. B., RHODES, D. N., SCHÖN, I., TINBERGEN, B. J. and C. TOURAILLE (1981):** Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the Commission of the European Communities` (CEC), Beef Production research Programme. Livestock Prod. Sci., 8, 385-397.
- CMA (1996):** Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH: Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Rindfleisch.
- CORNFORTH, D. P., HECKER, A. L. and D. A. CRAMER (1980):** Maturity and its relationship to muscle characteristics of cattle. Journal of Animal Science, 50 (1), 75-80.
- DIN 5033 (1979):** Farbmessung: Grundbegriffe der Farbmatrik, Teil 1. Verlag Beuth Berlin.
- FREUDENREICH, P. und C. AUGUSTINI (2001):** Untersuchungen zur Vorhersage der Zartheit von Rindfleisch. Fleischwirtschaft, 9, 107-109.
- FRICKH, J. J. (1997):** Qualitätsmerkmale beim Rindfleisch und Rassenvergleich nach Schlachtzeitpunkten. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- FRICKH, J. J., IBI G. und K. ELIXHAUSER (1999):** Bestimmung der Rückenmuskelfläche und der Fettfläche anhand der Videoanalyse. Methodenverzeichnis, der Betriebsstätte Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH., 1-5.
- FRICKH, J. J. (2001 a):** Einfluss von Fütterung und Haltung auf die Qualität von Rindfleisch. In: Qualitätsprodukte – Basis für hochwertige Nahrungsmittel. Tagungsband der ALVA (Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich).
- FRICKH, J. J. (2001 b):** Was ist Qualitätsrindfleisch? AGÖF – Mitteilungen, 1, 9-10.
- FRICKH, J. J. (2001 c):** Einfluss von Haltung und Fütterung auf die Fleischqualität beim Maststier. In: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Tagungsband der 8. Freiland - Tagung am 27. 09. 2001 des Verbandes Freiland, Verband für ökologisch-tiergerechte Nutztierhaltung und gesunde Ernährung.

- FRICKH, J. J., STEINWIDDER, A. und R. BAUMUNG (2003):** Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde, 75 (1), 16-30.
- GOLZE, M. und L. SCHÖBERLEIN (1998):** Reifezeit verbessert Zartheitsgrad. Fleischrinder Journal, 1, 26-29.
- GUHE, M. (1991):** Genetische und produktionstechnische Analyse des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Jungbullen. Dissertation, Universität Kiel, Schriftenreihe 68.
- HOFMANN, K. (1986):** Ist Fleischqualität messbar? In: Chemisch - physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, 6, 1-17.
- HONIKEL, K. O. (1986):** Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: Chemisch – physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, 6, 67-88.
- HONIKEL, K. O. (1988):** Beeinflussung der Rindfleischqualität durch Kühlen, Reifen und Zubereiten. Tierzuchttagung, 18. Mai, BAL Gumpenstein, 73-88.
- HONIKEL, K. O. (1998):** Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 49 (4), 447-457.
- HÜHN, R. und M. HARTUNG (1998):** Ochsen bringen Spitzenqualität. Fleischrinder Journal, 4, 12-13.
- IRIE, M., IZUMO, A. and S. MOHRI (1996):** Rapid method for determining water-holding capacity in meat using video image analysis and simple formulae. Meat Sci., 42(1), 95-102.
- KALLWEIT, E. (1992):** Tierhaltung und Produktqualität. Züchtungskunde, 64(3/4), 283-291.
- KRAMER, C. Y. (1956):** Extension of multiple range tests to group means with unequal number of replications, Biometrics, 12, 307-310.
- LEJEUNE, P., BOGNER, H., AVERDUNK, G., FISCHER, A. und P. MATZKE (1976):** Produktionstechnische Möglichkeiten der Ochsenmast und vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischbeschaffenheit von Bullen und Ochsen. Bayer. Landw. Jahrb., 259-284.
- LINK, G., WILLEKE, H., GOLZE, M., BERGFELD, U. und L. SCHÖBERLEIN (2003):** Einfluss der Rasse und Kategorie auf die Fleischqualitätsmerkmale vor und nach der Reifung von Rindfleisch. Die Fleischwirtschaft, 5 (83), 103-106.
- LÜDDEN, L. B. (1991):** Wachstumsspezifische Veränderungen in der Fleischqualität bei Rindern der Rasse Deutsches Fleckvieh unter Berücksichtigung von Geschlecht und Mastintensität. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

- LUSK, J., FOX, J., SCHROEDER, T., MINTERT, J. and M. KOOHMARAIE (1999):** Will consumers pay for guaranteed tender steak? Research Institute on Livestock Pricing, Department of Agricultural Economics, Kansas State University 1-20.
- MARRIOTT, N. G. (2002):** Publications relatives to the tendercut process.
- REICHARDT, W., WARZECHA, H., HANSCHMANN, G. und J. BARGHOLZ (1997):** Über einige analytische Fleischqualitätsmerkmale bei Mastbullen, -ochsen und -färsen verschiedener Rassen und ihrer Kreuzungsprodukte. Züchtungskunde, 69(5), 366-384.
- RISTIC, (1987):** Genusswert von Rindfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe, 7, 207-234.
- ROFFEIS, M., KUHN, G., und L. TISCHLER (1999):** Mastverfahren beeinflusst Schlachtkörperqualität. Fleischrinderjournal 3, 9-13.
- RÜFFER, K. (1967):** Ein Beitrag zur objektiven Bewertung von Rinderschlachtkörpern. Giesener Schriftenreihe f. Tierzucht und Haustiergenetik, Band 21.
- SAS (2002):** SAS Institute Software V8.2.
- SAVELL, J., MILLER, R., WHEELER, T., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S., MORGAN, B., CALKINS, C., MILLER, M., DIKEMAN, M., MCKEITH, F., DOLEZAL, G., HENNING, B., BUSBOOM, J., WEST, R., PARRISH, F. and S. WILLIAMS (2000):** Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Genetic Evaluation. Meat Science at Texas A&M University, 1-3.
- SCHEPER, J. (1974):** Merkmale der Fleischbeschaffenheit, Definitionen, Messungen, Zeitabhängigkeit und Aussage. Fleischwirtschaft 54, 1934-1938.
- SCHWÄGELE, F. (1999):** Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung. Chemische und physikalische Grundlagen - 2. Biochemische Vorgänge. Fleischwirtschaft, 6, 103-106.
- SEUSS, I., LÜDDEN, L. und K. O. HONIKEL (1994):** Vergleich der Zusammensetzung von in Deutschland angebotenem argentinischen Rindfleisch. Fleischwirtschaft 74 (8), 861-863.
- SHACKELFORD, S. D., WHEELER, T. L. and M. KOOHMARAIE (1999):** Tenderness Classification of Beef: 2. Design and Analysis of a System to Measure Beef Longissimus Shear Force Under Commercial Processing Conditions. J. Anim. Sci., 77, 1474-1481.
- SMULDERS, F. J. M., HOFBAUER, P., DRANSFIELD, E. und R. TAYLOR (1999):** Der muskelbiologische Hintergrund der Zartheit des Fleisches. Wien, Tierärztl. Mschr., 86, 99-108.
- STRELEC, H. (1994):** Einführung in die Statistik. Eigenverlag Universität für Bodenkultur Wien, 137-147.
- TEMISAN, V. (1989):** Bullen – Ochsen – Färsen - was soll man in Zukunft mästen? Der Tierzüchter, 286-289.

- TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989 a):** Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 1. Definition, Wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. Fleischwirtschaft, 69 (1), 31 - 37.
- TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989 b):** Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 2. Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. Fleischwirtschaft, 69 (4), 552 - 556.
- TUKEY, J. W. (1953):** Multiple comparisons, J. Amer. Statist. Assoc., 48, 624-625.
- TUKEY, J. W. (1977):** Exploratory data analysis. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- USDA 8843 (1981):** Official USDA marbling photographs. National live stock and meat board, United States Department of Agriculture.
- WANG, H., CLAUS, J. R. and N. G. MARRIOTT (1996):** Prerigor Treatment and endpoint temperature effects on U.S. choice beef tenderness. Journal of Muscle Foods 7, 45-54.
- WHEELER, T.L., SHACKELFORD, S. D. and M. KOOHMARAIE (1999 a):** Tenderness classification of beef: 3. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force of beef longissimus. J. Anim. Sci., 77, 400-407.
- WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D. and M. KOOHMARAIE (1999 b):** Tenderness Classification of beef: IV. Effect of USDA quality grade on the palatability of tender beef longissimus muscle when cooked well done. J. Anim. Sci., 77, 882-888.