



Landwirtschaftliche  
Bundesversuchswirtschaften GmbH  
A-3250 Wieselburg • Rottenhauser Straße 32  
Postfach 18 Tel. 0 7418 / 52241 - 0  
E-mail: [spuller.bvw@aon.at](mailto:spuller.bvw@aon.at) Fax. 0 7418 / 52241- 15

## ABSCHLUSSBERICHT

### Für das Projekt L 1168: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung

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

**Geschäftsführer:** Mag. G. Spuller

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Dr. Johannes J. Frickh

**Projektmitarbeiter:** Karin Elixhauser und Georg Ibi, Versuchstechnik und Datenaufbereitung;  
Christian Mikula, Schlachtung und Zerlegung

**Kooperationspartner:** Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien  
Salzburger Rinderzuchtverband Maishofen  
Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleckviehzüchter (AGÖF)  
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub (BLT)

**Laufzeit:** Juni 1999 bis Juli 2001



# ABSCHLUSSBERICHT

für das Projekt L 1168

## **Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung**

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

**Geschäftsführer:** Mag. G. Spuller

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Dr. Johannes J. Frickh

**Projektmitarbeiter:** Karin Elixhauser und Georg Ibi, Versuchstechnik und Datenaufbereitung;  
Christian Mikula, Schlachtung und Zerlegung

**Kooperationspartner:**

Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien

Rinderzuchtverband Maishofen

Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleckviehzüchter (AGÖF)

Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub (BLT)

**Laufzeit:** Juni 1999 bis Juli 2001

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung</b>	<b>01 - 02</b>
<b>2. Literaturübersicht</b>	<b>03 - 07</b>
<b>3. Versuchstiere und Methoden</b>	<b>08 - 18</b>
<b>3.1 Allgemeiner Versuchsaufbau</b>	<b>08</b>
<b>3.2 Tiere und Haltung</b>	<b>09</b>
<b>3.3 Rationsgestaltung und Fütterung</b>	<b>10</b>
<b>3.4 Mastleistung</b>	<b>10</b>
<b>3.5 Schlachtleistung</b>	<b>11</b>
<b>3.6 Fleischqualität</b>	<b>12 – 23</b>
<b>3.6.1 Merkmalerhebung</b>	<b>12 – 13</b>
<b>3.6.2 Bewertung der Fleischqualität</b>	<b>13 – 14</b>
<b>3.6.3 Qualitätssicherung: Nahinfrarotspektroskopie</b>	<b>15 – 17</b>
3.6.3.1 Ringversuch	15
3.6.3.2 Validierung	15
3.6.3.3 Kalibrierung	16
3.6.3.4 Routinen für Ausreißerproben	16
3.6.3.5 Schulung und fachliche Beratung	16
3.6.3.6 Interne Qualitätssicherung	17
<b>3.6.4 Gerätenetzwerk</b>	<b>17 – 23</b>
3.6.4.1 Allgemeines	17
3.6.4.2 Prinzip der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)	18
3.6.4.3 Kalibriervorgang	19
<b>3.6.4.3.1 Kalibrierung</b>	<b>19</b>
3.6.4.3.1.1 Vermessen der Eichmuster	19
3.6.4.3.1.2 Chemische Untersuchung	19
3.6.4.3.1.3 Berechnen der Kalibrierfunktion	19
3.6.4.3.1.4 Statistische Kennwerte der Kalibrierung	19
3.6.4.3.1.4.1 Standardfehler der Kalibrierung	19
3.6.4.3.1.4.2 Standardfehler der Kreuzvalidierung	19
3.6.4.3.1.4.3 Bestimmtheitsmaß	19
<b>3.6.4.3.2 Validierung</b>	<b>19</b>
3.6.4.3.2.1 Vermessen eines unabhängigen Probensatzes	19
3.6.4.3.2.2 Berechnen von NIRS-Ergebnissen	19

3.6.4.3.2.3 Vergleich der NIRS-Analysenwerte	19
3.6.4.3.2.4 Qualität der Kalibrierung	19
<b>3.6.4.3.3 Kalibrationstransfer</b>	<b>20</b>
<b>3.6.4.4 Gerätenetzwerk</b>	<b>22</b>
3.6.4.4.1 Standardisierung	22
3.6.4.4.2 Spektrenstandardisierung	22
3.6.4.4.3 Übereinstimmung der Ergebnisse	23
3.6.4.4.4 Validierung der Standardisierung	23
3.6.4.4.5 Messung an verschiedenen Orten	23
3.6.4.4.6 Abgleich der nasschemischen Analytik	23
<b>3.6.5 Videoanalyse</b>	<b>23</b>
<b>3.7 Statistische Auswertungsmethoden</b>	<b>23 – 25</b>
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>26 - 59</b>
4.1 Futtermitteluntersuchungen	26
4.2 Mast- und Schlachtleistung	26 - 34
4.2.1 Mastleistung	27 - 30
4.2.2 Schlachtleistung	30 - 34
4.3 Fleischqualität	35 - 52
4.3.1 Fleischinhaltsstoffe	35
4.3.2 Fettsäuremuster	35
4.3.3 Kerntemperatur	38
4.3.4 pH-Werte	38
4.3.5 Marmorierung	39
4.3.6 Wasserbindungsvermögen	39
4.3.6.1 Tropfsaftverlust	39
4.3.6.2 Grill- und Kochverlust	40
4.3.7 Scherkraft	40
4.3.8 Fleisch- und Fettfarbe	42
4.3.9 Sensorische Merkmale	42
4.3.10 NIRS	47 - 52
4.3.10.1 Standardisierung der NIRS-Untersuchung	47
4.3.10.2 Spektrenstandardisierung	47
4.3.10.3 Validierung	48
4.3.10.4 Messung an verschiedenen Orten	49
4.3.10.5 Abgleich der nasschemischen Analytik	51

<b>5. Diskussion</b>	<b>53 - 73</b>
<b>5.1 Adaptierung von Untersuchungsmethoden</b>	<b>53 - 55</b>
5.1.1 Regressionsschätzung	53
5.1.2 NIRS	53
5.1.3 Videoanalyse	54
<b>5.2 Tiergesundheit</b>	<b>55</b>
<b>5.3 Mast- und Schlachtleistung</b>	<b>56 - 59</b>
5.3.1 Mastleistung	56
5.3.2 Schlachtleistung	57
<b>5.4 Fleischqualität</b>	<b>59 - 73</b>
5.4.1 Fleischinhaltsstoffe	59
5.4.2 Fettsäuremuster	60
5.4.3 Temperatur	61
5.4.4 pH-Werte	62
5.4.5 Marmorierung	63
5.4.6 Wasserbindungsvermögen	63 - 64
5.4.6.1 Tropfsaftverlust	63
5.4.6.2 Grill- und Kochverlust	63
5.4.7 Scherkraft	64
5.4.8 Fleisch- und Fettfarbe	64
5.4.9 Sensorische Merkmale	65
<b>5.5 Schlussfolgerungen</b>	<b>66</b>
<b>6. Zusammenfassung,</b>	<b>67 - 69</b>
<b>7. Summary</b>	<b>70 - 72</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b>	<b>73 - 80</b>

# 1. Einleitung

Für die Bauern in den Gebirgslagen der hohen Tauern und den angrenzenden Regionen ist die Pinzgauer Rinderrasse eine wesentliche Grundlage für die Bewirtschaftung ihrer Höfe. Nicht nur die gute Milch- und Fleischleistung, sondern auch die Anpassung an die schwierigen natürlichen Umweltbedingungen ihres Ursprungsgebietes haben ihre große Bedeutung über die Landesgrenzen hinaus bewirkt. Besonders hervorgehoben wird von den Vertretern dieser Rasse die außergewöhnliche Fleischqualität, die durch eine feine Faserung des Fleisches, Saftigkeit und gute Marmorierung beschrieben wird, wobei oft auf die Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistungsprüfungen in den USA, Kanada und in Südafrika verwiesen wird (STÖCKL, 1998). Vereinzelt kann auch auf Untersuchungen aus der BRD (PIRCHNER, F., 1996; KÖGEL et al., 1997; AUGUSTINI et al., 1998) verwiesen werden. Im Ursprungsland Österreich gab es bisher keine systematische Prüfung. Über die Initiative des Salzburger Tierzuchtdirektors Dr. J. Lederer ist es gelungen, das Land Salzburg zu gewinnen, jährlich vier Nachkommenschaftsgruppen von reinen Pinzgauer Besamungstieren auf Fleischqualität prüfen zu lassen. Die Prüfungen sollen nicht nur die Fleischqualität der Rasse Pinzgauer objektiv erheben, sondern auch zuverlässige Selektionskriterien für die Auswahl der Stiereväter liefern (LEDERER, 1999).

Ein ähnliches Bild lässt sich auch von der Rasse Fleckvieh zeichnen. Es gibt zwar zahlreiche Hinweise über die Fleischqualität von Fleckvieh in der Literatur (z. B. KÖGEL et al., 1997; AUGUSTINI et al., 1998; AUGUSTINI et al., 1992), auf die Verhältnisse in der österreichischen Praxis lassen sie sich aber nur begrenzt übertragen. Zu viele Faktoren beeinflussen die Fleischqualitätsuntersuchungen. Vor allem Mastintensität, Schlachalter und Transport sind wesentliche Kriterien, die einer großen Variabilität unterliegen.

Um eine systematische Prüfung auf Fleischqualität zu organisieren war es notwendig, die Fleischleistungsprüfung beim Rind an der BVW-GmbH zu modifizieren und neue Methoden zur Bestimmung der Fleischqualität zu etablieren.

Über dieses, vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Auftrag gegebene Forschungsprojekt wurden, an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH die notwendigen Einrichtungen geschaffen.

Zwei österreichische Rassenpopulationen (Fleckvieh, Pinzgauer) sollten unter standardisierten Bedingungen auf ihre Mastleistung, Schlachtleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität geprüft werden. Damit können den beiden Arbeitsgemeinschaften, Arbeitsgemeinschaft Pinzgauer Rinderzuchtverbände und Arbeitsgemeinschaft österreichi-



scher Fleckviehzüchter erste Ergebnisse über die Fleischqualitätsprüfung bei den vorgestellten Rinderrassen gegeben werden. Das Forschungsprojekt ist so aufgebaut, dass die beiden Rassen an Hand der erhobenen Fleischqualitätsmerkmale mit Hilfe von biometrischen Methoden im Vergleich beschrieben werden können.

Im Zuge der Modifizierung der Fleischleistungsprüfung beim Rind an der BVW-GmbH sollte auch die derzeit am Königshof laufende grobgewebliche Zerlegung von Rinderschlachthälften und die Fleischqualitätsprüfung charakterisiert und optimiert werden.

Weiters sollte geprüft werden, ob die an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht entwickelte Methode (KÖGEL, 1999) zur Schätzung des Muskelfleischanteiles mit Hilfe einer Regressionsrechnung, die am Königshof praktizierte grobgewebliche Zerlegung, in einer künftigen Nachkommenschaftsprüfung ersetzen kann. Der Muskelfleischanteil wird darin aus den EU - Abschnitten Pistolengewicht, 4-Füße-Gewicht, Kopfgewicht, Hälftenlänge, Nierentalgewicht und Schlachtgewicht bestimmt. Die grobgewebliche Zerlegung von Rinderschlachtkörpern zur Bestimmung des Fleischanteiles ist eine zeitaufwendige Methode, über Regressionsschätzungen könnte diese Bestimmung wesentlich vereinfacht und kostengünstiger gestaltet werden.

Außerdem wurde eine videoanalytische Methode zur objektiveren Bestimmung der Marmorierung getestet. Die vorgeschlagene Methode ist eine Schnellmethode, die bei entsprechend guten Ergebnissen in einem Routineeinsatz die subjektive Bestimmung der Marmorierung ersetzen könnte.

Ferner wurde zur Bestimmung von Fleischinhaltsstoffen am Königshof die NIRS-Methode etabliert. Die NIRS-Methode kommt an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht und der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach für die Bestimmung von Fleischinhaltsstoffen zur Anwendung. Das NIRS - Gerät, welches als Schnellmethode zum Einsatz kommt, vereinfacht wesentlich die Erhebung des Fettgehaltes im Fleisch und ermöglicht den Routineeinsatz auf einer Prüfstation. Die chemische Analyse könnte auf die regelmäßige Prüfung der Kalibrationskurve beschränkt werden.

Die Ergebnisse des vorgelegten Projektes sind sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis von Bedeutung. Insbesondere wird davon ausgegangen, dass bei erfolgreichem Abschluss des Projektes wichtige Informationen über die Fleischqualität zweier österreichischer Rinderrassen im Vergleich vorliegen. Aus den Ergebnissen können die betroffenen Rinderzuchtverbände wertvolle Schlüsse für ihre Zuchtprogramme ziehen.

## 2. Literaturübersicht

Die Wichtigkeit von Fleischqualitätsprüfungen, gerade von heimischen Rinderrassen bestätigt die Arbeit von KÖTTTL, STEIDL und PLANK (1990), die in ihrer Veröffentlichung "Strategisches Marketing für heimisches Rindfleisch - Mode oder Notwendigkeit" unter anderem eine Senkung der Endgewichte bei Stieren auf 600 kg und die Prüfung auf Fleischqualität fordern.

Der Vergleich von Rassen gleichen Typs war in der Literatur einige Male Ausgangspunkt von Untersuchungen. Die Möglichkeit einer Prüfung auf Fleischqualität und die Abgrenzung von Fleisch mit außergewöhnlicher Fleischqualität zu Fleisch mit normaler und abweichender Qualität wurde von HOFMANN (1998) und FRICKH (2001 a, b) beschrieben. Die in diesem Zusammenhang notwendigen Begriffe Qualitätsrindfleisch und Fleischqualität sind ausreichend definiert. Qualitätsrindfleisch ist Fleisch, das sich durch seine besondere Beschaffenheit auszeichnet und sich dadurch aus dem Gesamtangebot an Frischfleisch abhebt (HOFMANN, 1998). Es erfreut sich allgemeiner Beliebtheit und Wertschöpfung durch die Verbraucher, welche mit dem Begriff Qualitätsfleisch positive Vorstellungen verbinden. Um die Fleischbeschaffenheit feststellen zu können, wurde von Wissenschaftlern der Begriff Fleischqualität formuliert. Er ist umfassend, allgemein gültig, wertneutral und kann mit wissenschaftlichen Methoden erfasst werden. Fleischqualität in diesem Sinne ist nach HOFMANN (1986, 1998) die Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch - toxikologischen und verarbeitungstechnologischen Eigenschaften des Fleisches.

PALEARI et al. (1997) verglichen die physikalisch - chemischen Eigenschaften von Büffel- und Rindfleisch. Für die Bestimmung der Fleischqualität wurden die Parameter Fleischinhaltsstoffe (Wasser, Eiweiß, Fett, Asche) Fleischfarbe, Zartheit, pH - Wert, Kerntemperatur und die Fettsäurezusammensetzung gewählt. Im Rindfleisch (M. rectus abdominis = dünnes Kügerl) fanden diese Autoren 42,90 % Ölsäure, 32,02 % Palmitinsäure und 15,38 % Stearinsäure. Die gesamten gesättigten Fettsäure beliefen sich auf 49,58 %, die ungesättigten auf 50,42 %. BRANSCHIED (1998) beschreibt beim Rind (zit. nach KÜHNE et al., 1985, 1986) einen Fettsäuregehalt beim intramuskulären Fett von 42,4 % Ölsäure, 24,7 % Palmitinsäure und 18,3 % Stearinsäure. MALAU-ADULI et al. (2000) kamen bei verschiedenen Rassen im Durchschnitt auf 40,99 % C18:1, 29,59 % C16:0 und auf 13,50 % C18:0.

Um die Vielzahl der oft unterschiedlich verwendeten Begriffe um die Schlachtkörper- und Fleischqualität zu standardisieren, ist von AUGUSTINI et al. (1988) eine Arbeit veröffentlicht worden, die sich mit den Grundbegriffen und deren Erfassung befasst. FRICKH



(1997) machte einen Vergleich zwischen den Rassen Fleckvieh und Schwarzbunte sowie der Kreuzung Limousin x Fleckvieh. Dieser Autor untersuchte zusätzlich die Merkmale Binde- gewebe Saftigkeit, Zartheit und Aroma. Auch die Autoren REICHARDT et al. (1997) unter- suchten bei einem Rassenvergleich von Mastbullen, -ochsen und -färsen weitgehend die oben angeführten Merkmale. AUGUSTINI et al. (1993) untersuchten die Fleischqualität von Fleckviehbullen und Kreuzungstieren der Rassen Fleckvieh x Schwarzbuntes Milchrind. Pro Rassenherkunft wurden 28 Jungbullen verwendet. Die statistische Auswertung der Daten brachte deutliche Unterschiede zwischen den Herkünften, insbesondere in den Merkmalen chemische Zusammensetzung des Muskelfleisches, Sensorik (Saftigkeit, Zartheit, Aroma) und Scherkraft. KÖGEL et al. (1993) untersuchten Braunvieh und Braunvieh Kreuzungsstiere auf Fleischqualität. ALBRECHT et al. (1995) berichtet über die intramuskuläre Verfettung und die Fleischqualität bei Rindern der Rassen Weiß-Blaue Belgier, Deutsch Angus, Gallo- way und Schwarzbunte. EILERS et al. (1996) untersuchten u. a. Scherkraftmessungen am M. longissimus dorsi und M. semitendinosus und gliederten die Ergebnisse der Messungen in drei Zartheitsklassen (Tabelle 3.4). Nicht akzeptabel für Scherkraftwerte  $\geq 3,9$  kg, annehmbar für Werte  $< 3,8$  kg und außergewöhnlich für Werte  $< 3,2$  kg. Bei eine Fleischreifedauer von 6 Tagen fielen 39,1 % der Proben in den Bereich nicht akzeptable Zartheit, nach 12 Tagen wa- ren es nur noch 9,4 %.

In der BRD wurden von KÖGEL (1998) im Rahmen einer internationalen Pinzgauerta- gung in Salzburg Ergebnisse über einen Rassenvergleich (KÖGEL et al., 1997; AUGUSTINI et al., 1998) vorgestellt. Die in Österreich durchgeführten Untersuchungen über die Rasse Pinzgauer beschränken sich auf eine Diplomarbeit von ROHRMOSER (1992) der die Ent- wicklung der Körpermaße und der Mastleistung der Pinzgauer beschrieb. In der Eigenlei- stungsprüfung konnten die Pinzgauer Tageszunahmen zwischen 1200 und 1500 g erreichen. Über die Fleischqualität der Pinzgauer Rasse gibt es in Österreich aber nur Ergebnisse aus der Nachkommenschaftsprüfung am Königshof, die zur Zeit nur wenige Tiere und nicht alle not- wendigen Merkmale erfasst.

Der Fettgehalt von Fleisch, der nach ARNETH (1998) als Geschmackskomponente ein sehr wichtiges Merkmal für die Bestimmung der Fleischqualität darstellt, kann einerseits chemisch analysiert (IMF, intramuskulärer Fettgehalt) und andererseits über ein Hilfsmerkmal (Marmorierung) bestimmt werden. Die Marmorierung kann einerseits über ein Benotungssy- stem subjektiv oder über die Videoanalyse objektiviert bestimmt werden. Die subjektive Be- stimmung der Marmorierung, die FRICKH (1997) als Kulmbacher Methode bezeichnete

wurde von RISTIC (1987) beschrieben. Über die Videobildanalyse gibt es einige wenige veröffentlichte Arbeiten (ALBRECHT et al., 1995; ALBRECHT et al., 1996; ENDER et al., 1997; GREGOR und SCHOLZ, 1993; SCHOLZ et al., 1995; SORENSEN et al., 1992). ALBRECHT et al. (1995, 1996) und ENDER et al. (1997) beschreiben eine Methode, die wohl sehr gut sein mag, aber überaus zeitaufwendig ist und in einem Routineeinsatz, wo eine Schnellmethode gefragt ist, als nicht geeignet einzustufen ist.

Nach GROSSE und ENDER (1990) gelten für mitteleuropäische Geschmacksgewohnheiten intramuskuläre Fettgehalte zwischen 2,5 % und 4,5 % als optimal, während in den USA intramuskuläre Fettgehalte von über 10 % durchaus erwünscht sind. Ein positiver Effekt auf die Zartheit wurde von WHEELER et al. (1994) für einen IMF-Gehalt von Fleisch mit 3 % und mehr beobachtet, die Beziehung war aber schwach. Nach DUFEY und CHAMBAZ (1999 a) ist bei einem Fettgehalt von 1,5 – 2,5 der Beitrag des IMF zur Erklärung der Variation in der Zartheit nur gering.

Das am Versuchsschlachthof Königshof eingeführte System der Bestimmung der wertvollen Fleischteile und des Fleischanteiles bedarf einer Überprüfung auf seine Zweckmäßigkeit. Bereits WENIGER (1965) berichtet über die Zusammenhänge zwischen Fleischanteil und bestimmten Teilstücken des Rinderschlachtkörpers. HARTJEN et al. (1993) haben über Hilfsmerkmale wie das Schlachtkörpergewicht, Vierfüßengewicht, Fettabschnitte und das Kopfgewicht die absoluten Gewebeanteile innerhalb der Rasse mit einer hohen Genauigkeit geschätzt. MOSER (1989) versuchte über ein Regressionsmodell, das Merkmale erfasste, die möglichst einfach am Schlachtband eruiert werden können, den Fleischanteil zu schätzen, kam aber zu dem Schluss, dass auf Grund der Ausreißerproblematik, kein einfaches Modell zur Anwendung kommen kann. KÖGEL et al. (1999 a, b) berichtet, dass an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht die Bestimmung des Muskelfleischanteiles über eine eigens dafür entwickelte Schätzgleichung erfolgt. Darin wird der Muskelfleischanteil aus den EU - Abschnitten Pistolengewicht, 4-Füße-Gewicht, Kopfgewicht, Hälftenlänge, Nierentalgewicht und Schlachtgewicht bestimmt.

Eine Schätzgleichung für die Bestimmung des Muskelfleischanteiles würde den Zerlegeaufwand wesentlich reduzieren.

KLETTNER (1996) berichtet über die Einflussmöglichkeiten durch die Beleuchtung auf das Aussehen von Fleisch und Fleischerzeugnissen.

Selbst die amerikanischen Endverbraucher, die dafür bekannt sind, dass sie stark marmoriertes Rindfleisch bevorzugen, ist ein Trend zu eingeschränktem Fettkonsum festzustellen

(FISCHER, 1998). Der Frage, welche Konsequenzen die Auswahl von weniger marmoriertem Rindfleisch auf die Auswahl, Zuschnitt und Zubereitung der Teilstücke hat, ging eine amerikanische Forschergruppe nach (LUCHAK et al., 1998).

PIRCHER (1996) charakterisiert das Pinzgauer Rind im Gegensatz zu anderen kontinentalen Rassen wie Fleckvieh, Limousin und Charolais als langgestreckten, in der Bemuskelung etwas abfallenden Typ, mit engeren Fleisch/Knochenverhältnis, die etwas stärker verfetten und nicht nur deswegen eine bessere Fleischqualität haben.

KÖGEL et al. (1997) und AUGUSTINI et al. (1998) untersuchten die Fleischleistung und Fleischqualität gefährdeter Rinderrassen. Berücksichtigung fanden neben anderen Rassen insbesondere das Fleckvieh und die Pinzgauer Rasse. In der Mastleistung unterschieden sich diese beiden Rassen kaum. Mit 500 Lebenstagen erreichte Fleckvieh ein Endgewicht von 627 kg, die Pinzgauer 631 kg. Die Lebenstagszunahme betrug bei Fleckvieh 1170 g, bei den Pinzgauern 1180 g. Bei den Nettozunahmen der Ausschlachtung und der Handelsklasse schnitt Fleckvieh mit 706 g/d, 58,9 % und 3,45 Punkten signifikant besser ab als die Pinzgauer mit 688 g/d, 57,1 % und 3,00 Punkten.

Nach ALPS (1989) ist die erwünschte Marmorierung meist mit einem hohen Fettgewebeannteil des Schlachtkörpers verbunden. Die Verbesserung dieses Merkmals erfordert deshalb besondere Zuchtstrategien.

GRASER (1993, zit. bei BUCHSTEINER und WERKMEISTER, 1995) fordert für Bullenfleisch folgende Qualitätsanforderungen: Schlachalter 16 Monate, Mastendgewicht 600-630 kg, Ausschlachtung 58 %, Schlachtgewicht 350-365 kg, Handelsklasse 70 % E und U.

Im einem Bericht der EVT Kommission fordert KRAEUSSLICH (1973) die Standardisierung des Transportes zum Schlachthaus und des Schlachtprozesses für die Untersuchung auf Fleischqualität. Die richtige Kühlung der zur Untersuchung herangezogenen Schlachtkörper ist eine wesentliche Voraussetzung für die Bestimmung der Fleischqualität (HONIKEL, 1998; TROEGER, 1998; SCHWÄGELE, 1999; SMULDERS et al., 1999). Vor der Zerlegung sollten die Schlachtkörper nach MOJE (1999) Kerntemperaturen von 4 °C aufweisen.

WARZECHA et al. (1999) untersuchten verschiedene Rassen und Kreuzungen auf Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischbeschaffenheitsmerkmale. Die Fütterung war bei allen Gruppen gleich, Maissilage ad libitum, 2 kg Getreideschrot und 0,5 kg Sojaschrot. In Ihrer Untersuchung hielten sie für Fleckvieh und Pinzgauer einen Wassergehalt von 73,6 % bzw. 74,0 %, einen Rohproteingehalt von 22,6 bzw. 21,7 und einen Intramuskulären Fettge-

halt von 2,9 % bzw. 3,2 % fest. Bei einer Lebendmasse von 629 kg (Fleckvieh) und 692 kg (Pinzgauer) erreichten die beiden Rassen eine Schlachtkörpermasse von 346 kg bzw. 377 kg, Masttageszunahmen von 1238 g bzw. 1147 g, eine Ausschachtung von 58,0 % bzw. 54,5 %, eine Handelsklasse von 2,7 bzw. 3,0 und Nettozunahmen von 664 g bzw. 660 g.

Über den Einfluss von Haltung und Fütterung auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die Fleischqualität beim Rind berichteten HEDRICK et al. (1980), LARICK et al. (1987), AUGUSTINI et al., 1992; SCHWARZ et al., 1992; RUIS-HEUTINCK et al. (1999), AUGUSTINI (2000), FRICKH und KONRAD (2000) und FRICKH et al. (2000). Bei diesen Untersuchungen wurde der Tiergesundheit Initialwirkung auf die Leistungen zugeschrieben. Stiere, die im Freien gehalten wurden, waren den Stieren, die im Stall in Anbindehaltung gemästet wurden in fast allen Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen überlegen. Die Fleischqualität der im Freien gehaltenen Stiere war sehr gut.

Von PIRCHNER (1996) wurde in einem Rassenvergleich der besonders lange Rückenmuskel der Pinzgauer hervorgehoben, im Vergleich zu Fleckvieh, das sich durch etwas mehr Hinterviertel auszeichnete. In den Merkmalen der Fleischqualität standen die Pinzgauer deutlich über dem Fleckvieh. Das Fleisch der Pinzgauer zeigte sich als etwas fetter und mit geringerem Scherwert, also zarter und mit geringerem Grillverlust als das Fleisch von Fleckvieh.

PETAUTSCHNIG et al. (200) untersuchten den Einfluss des Schlachalters auf die Fleischqualität und kamen zum Schluss, dass nur von einem geringen negativen Einfluss des Alters auf die Fleischqualität gesprochen werden kann.

WHEELER et al. (1997) halten den Vergleich von Scherkraftwerten bezogen auf die Warner-Bratzler Methode zwischen Instituten gegenwärtig als nicht zuverlässig, da die Variation der Ergebnisse zu hoch ist, sofern nicht standardisierte Protokolle mit kalibrierter Ausrüstung verwendet wurden.

AUGUSTINI und TROEGER (2000) stellten fest, dass es, in Verbindung mit einem entsprechenden Marketing, möglich ist, die differenziertere Preisnachfrage der Gastronomie und bestimmter Verbrauchergruppen zu nutzen. In Bezug auf die Haltung von extensiven Rinderrassen bedeutet dies, dass der Erfolg eines Betriebes von seiner Fähigkeit abhängt, eine hervorragende Fleischqualität zu erzeugen und diese gezielt am Markt abzusetzen. Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität veröffentlichten TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b), GROSSE und ENDER (1990), ENDER (1995), EILERS et al. (1996), CMA, 1996, HONIKEL (1998) und FRICKH (2001).

## 3. Versuchstiere und Methoden

### 3.1 Allgemeiner Versuchsaufbau

Insgesamt wurden 80 Tiere, die sich je zur Hälfte auf Fleckvieh und Pinzgauer aufteilen, gemästet. Innerhalb jeder Rasse wurden die Stierkälber gleichmäßig auf 4 Gruppen, je nach vorgesehenem Haltungssystem und Schlachtzeitpunkt aufgeteilt. Damit wird auch ein Bereich der österreichischen Produktionsbedingungen in der Praxis (Anbindehaltung, Koppelhaltung) abgedeckt. Aus dieser Versuchsanstellung ergeben sich 8 Versuchsgruppen mit je 10 Tieren. **Tabelle 3.1** gibt einen Überblick über die Versuchsplanung.

**Tabelle 3.1: Versuchsplan**

<b>Versuchsplan</b>								
<b>Rasse</b>	<b>Fleckvieh</b>				<b>Pinzgauer</b>			
<b>Kategorie</b>	<b>Stiere</b>				<b>Stiere</b>			
<b>Haltungssystem</b>	Anbindehaltung		Koppelhaltung		Anbindehaltung		Koppelhaltung	
<b>Gruppenbezeichnung</b>	FV-I	FV-II	FV-III	FV-IV	PI-I	PI-II	PI-III	PI-IV
<b>Tiere, Anzahl</b>	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Mastanfangsmasse, kg</b>	100-150		100-150		100-150		100-150	
<b>Mastendmasse, kg</b>	580	630	580	630	580	630	580	630
<b>Tageszunahmen, g</b>	1200		1200		1200		1200	
<b>Schlachtalter, Monate</b>	14-16		14-16		14-16		14-16	
<b>Mastintensität</b>	hoch		hoch		hoch		hoch	
<b>Kraftfutter, kg TM</b>	2 - 3		2 - 3		2 - 3		2 - 3	
LM ....Lebendmasse								

Die Versuchstiere wurden an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH am Königshof von 100 bis 150 kg auf 580 bis 630 kg gemästet. Durch die Schlachtung zu zwei verschiedenen Zeitpunkten konnte die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität von den Rassen Fleckvieh und Pinzgauer erfasst und der bessere Schlachtzeitpunkt festgestellt werden. Nach der gemeinsamen Aufzucht im Kälberstall wurden die Stiere auf insgesamt 8 Gruppen je nach Rasse (Fleckvieh, Pinzgauer), Haltungssystem (Anbindehaltung, Koppelhaltung) und vorgesehene Mastendmasse aufgeteilt. Die Auswahl der Väter oblag den einzelnen Zuchtverbänden, wobei darauf Rücksicht genommen wurde, genetisch möglichst einheitliche Tiere auszuwählen.



## 3.2 Tiere und Haltung

Die Versuchstiere wurden von den teilnehmenden Zuchtverbänden der AGÖF (Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Fleckviehzüchter) und der Arbeitsgemeinschaft Pinzgauer Rinderzuchtverbände ausgewählt und an die Betriebsstätte Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH gebracht. Ein Teil der Tiere konnte in Koppelhaltung, der andere in Anbindehaltung untergebracht werden.

Für die Aufstallung in der Außenhaltung (Koppelhaltung) standen zwei überdachte Gebäude in Leichtbauweise mit eingestreuter Liegefläche und je 20 Standplätzen mit Selbstfanggitter (für jedes Tier ein Fressplatz) zur Verfügung (Abbildungen 3.1 – 3.4). Die Koppel war teilweise mit Gras und Bäumen bewachsen und hatte ein Ausmaß von 2350 m<sup>2</sup>.

Die Anbindehaltung bestand aus einem Mittellangstand. Zweimal täglich wurde Langstroh eingestreut und mit einem Schrabber entmistet.

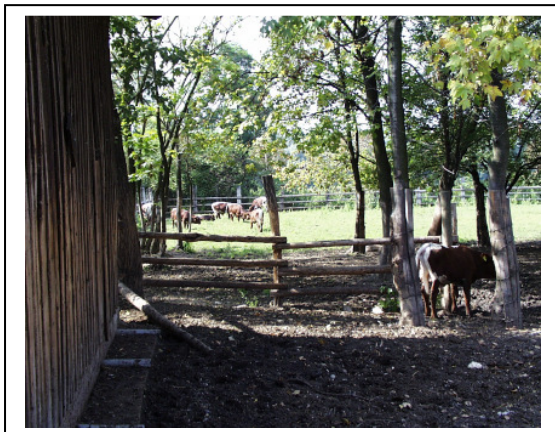
**Abbildung 3.1: Unterstand Koppelhaltung**



**Abbildung 3.2: Fressstand, Liegeplatz**



**Abbildung 3.3: Koppelanlage**



**Abbildung 3.4: Pinzgauer auf der Koppel**





### 3.3 Rationsgestaltung und Fütterung

Sämtliche Tiere bekamen ab Versuchsbeginn (125. Lebenstag) Maissilage ad libitum und bis zum 245. Lebenstag 2 kg Ergänzungskraftfutter pro Tag verabreicht. Ab dem 245. Lebenstag bis Mastende wurden 3 kg Kraftfutter pro Tag ergänzt. Die Zusammensetzung des Ergänzungskraftfutters ist in **Tabelle 3.2** ersichtlich.

Die Bestimmung der individuellen Futteraufnahme war für den Versuchsausgang nicht von wesentlicher Bedeutung und wurde daher in der Anbindehaltung individuell je Stier, in der Koppelhaltung annäherungsweise ermittelt. Die Stiere wurden am Fressstand durch die Scherengitter fixiert, wodurch, die verzehrte Kraftfuttermenge exakt erhoben werden konnte. Die ad libitum gefressene Menge an Maissilage wurde approximativ durch die genaue Erhebung pro Stand ermittelt, nachdem Tierbeobachtungen ergaben, dass die Stiere, entsprechend ihrer Rangordnung, weitgehend immer wieder dieselben Standplätze aufsuchten (FRICKH und KONRAD, 1999).

**Tabelle 3.2: Zusammensetzung des Ergänzungskraftfutters**

<b>Futtermittel</b>	<b>Pelletalleinfutter Aufzuchtfutter-I <sup>*1</sup> Kälberaufzucht</b>	<b>Ergänzungskraftfutter <sup>*2</sup> Rindermast</b>
Mais	43,0	15,0
Triticale	17,3	26,0
Gerste	-	6,0
Erbse	10,0	12,4
Soja-HP	19,0	32,0
Weizenstroh-NaOH	4,6	-
Presshilfsstoff	2,4	2,0
Prämix	3,7	6,6

<sup>\*1</sup> ...Aufzuchtfutter vom Einstelltag bis zum 124. Lebenstag (LT), <sup>\*2</sup> ...vom 125. LT bis Mastende.

### 3.4 Mastleistung

Für die Erhebung der Mastleistung wurden die Merkmale Einstellgewicht, Gewicht am 75., 125., 185., 245., 305., 365. und 425. Lebenstag und am Schlachttag erhoben. Weitere Wiegungen wurden gegen Ende der Mast durchgeführt, um das festgesetzte Mastendgewicht von 580 bzw. 630 kg erreichen zu können. Dadurch konnten der tägliche Futteraufwand und die Tageszunahmen festgehalten werden.

### 3.5 Schlachtleistung

Die Schlachtleistung der Tiere wurde am Schlachthof Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH erfasst.

Die Versuchstiere wurden von ca. 100 kg auf 580 kg oder 630 kg gemästet. Durch die Schlachtung der Tiere zu zwei verschiedenen Schlachtzeitpunkten konnte auch der Einfluss der Lebendmasse bei der Schlachtung auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität erfasst werden. Die Zuteilung der Tiere zu der jeweiligen Schlachtgruppe erfolgte bereits zu Versuchsbeginn zufällig und berücksichtigte die unterschiedlichen Einstelltermine. Die Klassifizierung der Schlachtkörper wurde nach dem EUROP – System durchgeführt, wobei für die Fleischigkeitsklasse E 5 Punkte, für U 4, für R 3, für O 2 und für P 1 Punkt vergeben wurden. Die Fettgewebeklasse wurde mit 1 – 5 Punkten bewertet. Erhoben oder berechnet wurden die Kriterien Schlachthälftengewicht, Schlachtkörperlänge, Schlachtausbeute, Teilstücke, Nettozunahme und Anteil wertvoller Fleischteile.

Die grobgewebliche Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälften nach der am Königshof angepassten Methode erfolgte nach einer Kühldauer von 96 Stunden bei 2 °C. Der Fleischanteil (FLAN) wurde aus den Teilstücken des Vorder Viertels (Schulter, Wadschinken, Brustkern, Spitz und Hals) und des Hinterviertels (Beiried u. Rostbraten, Lungenbraten, Zwerchried u. Riedhüferl, schwarzes Scherzel, Tafelstück, Zapfen, Wadschinken) bezogen auf die rechte Schlachtkörperhälfte berechnet.

Der Muskelfleischanteil (MFA), der Fettgewebeanteil (FA) und der Knochenanteil (KA) wurden zusätzlich mit Hilfe einer Regressionsgleichung nach KÖGEL et al. (1999a,b) geschätzt. Zur Anwendung kam die Variante 2, der folgende Schätzgleichungen zu Grunde liegen:

$$\text{MFA} = 51,36 + \text{Nierentalganteil (\%)} \times (-0,6681) + 3,60 \text{ (bei Fettklasse 2)} + 4 \text{ Füßeanteil (\%)} \times (-1,350) + \text{Schlachtgewicht/Hälftenlänge (kg/cm)} \times (-1,386) + \text{Rückenmuskelfläche/Hälftenlänge (\%)} \times 0,0891 + \text{Ausschlachtung (\%)} \times 0,3801.$$
$$\text{FA} = 35,50 + \text{Nierentalganteil (\%)} \times (1,040) + (-3,90) \text{ (bei Fettklasse 2)} + \text{Pistolenanteil (\%)} \times (-0,1619) + \text{Hälftenlänge (cm)} \times (-0,0636) + \text{Schlachtgewicht/Hälftenlänge (kg/cm)} \times (3,068) + \text{Rückenmuskelfläche/Hälftenlänge (\%)} \times (-0,0778) + \text{Ausschlachtung (\%)} \times (-0,2187).$$
$$\text{KA} = 3,81 + \text{Nierentalganteil (\%)} \times (-0,2305) + \text{Pistolenanteil (\%)} \times (0,0725) + \text{Hälftenlänge (cm)} \times (0,0193) + 4\text{-Füßeanteil (\%)} \times (2,857) + \text{Rückenmuskelfläche/Hälftenlänge (\%)} \times (-0,0210) + 1,25 \text{ (bei Fettklasse 2)}.$$

Entsprechend der Angaben von KÖGEL et al. (1999b) wurden, um das Ausmaß von systematischen Fehleinschätzungen zu reduzieren, die Schätzwerte für die Gewebeanteile korrigiert. Die aus den Formeln von KÖGEL et al. (1999a) errechneten Schätzwerte ( $y$ ) wurden an die Zerlegewerte ( $x$ ) unter der Annahme von  $\bar{y} = \bar{x}$  und  $b_x = B$  mit folgender abgeleitenden Formel angepasst:  $\hat{y} = \bar{y} - (\bar{y} - y)/b_x$ , wobei  $\hat{y}$  den angepassten Wert des Schätzwertes  $y$  darstellt.

## 3.6 Fleischqualität

### 3.6.1 Merkmalerhebung

Die Fleischqualität wurde im Labor der Betriebsstätte Königshof nach den von FRICKH und KONRAD (1999) beschriebenen Methoden (Tabelle 3.2) erhoben. Die Analyse des Nährstoffgehaltes der Fleischproben wurde an das Labor des Institutes für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur vergeben. Die Schlachtbedingungen und die Kühlung der Schlachtkörper war standardisiert (KRAEUSLICH, 1973).

Folgende Parameter wurden für die Beurteilung der Fleischqualität erhoben: Kerntemperatur, pH-Werte, Rückenmuskelgröße, Marmorierung (Kulmbacher System, Videoanalyse), Fleischfarbe ( $L_{10}^*$ ,  $a_{10}^*$ ,  $b_{10}^*$ ,  $C_{ab}^*$ ,  $h_{ab}$ ), Fettfarbe ( $L_{10}^*$ ,  $a_{10}^*$ ,  $b_{10}^*$ ,  $C_{ab}^*$ ,  $h_{ab}$ ), Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust, Scherkraft, Sensorik (Saftigkeit, Zartheit, Geschmack), IMF (intramuskulärer Fettgehalt), nasschemisch: Trockensubstanz, Rohprotein, Rohasche, Gesamtfett, gaschromatographisch: Fettsäuremuster.

Die Scherkraft gegrillt wurde nach dem Erhitzen einer 2,5 cm starken Fleischscheibe auf 60 °C durchgeführt, da nach HONIKEL und SCHWÄGELE (1998) bei einer Kerntemperatur von 50 ° - 60 °C das Zartheitsoptimum erreicht wird.

Der intramuskuläre Fettgehalt wurde mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) durchgeführt. Kalibrierungen für die Fleischinhaltsstoffe Protein, Wasser und Asche wurden in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Tierzucht in Grub, BRD erstellt. Dazu war es notwendig, ein entsprechendes Konzept zu erstellen, das die Aussagesicherheit der zu messenden Daten gewährleistet (s. Punkt 3.6.3).

**Tabelle 3.3: Methoden für die Bestimmung der Fleischbeschaffenheit am *M. longissimus dorsi* und *M. semitendinosus***

<b>Merkmal</b>	<b>Messzeit *</b>	<b>Methode</b>
<b>Analytische Parameter</b>		
Wassergehalt, %	nach Lagerung bei -18° C	Trocknung, NIRS
Fettgehalt, %	nach Lagerung bei -18° C	Gesamtfett, Soxhlet, NIRS
Eiweißgehalt, %	nach Lagerung bei -18° C	Kjeldahl, NIRS
Rohasche, %	nach Lagerung bei -18° C	Veraschung, NIRS
Fettsäuremuster, %	nach Lagerung bei -18° C	Gaschromatograph, NIRS
<b>Physikalische Parameter</b>		
Kerntemperatur, ° C	45°, 24 h und 96 h p. m.	Einstichsonde
pH-Wert	45°, 24 h und 96 h p. m.	BOCCARD et al., 1981; HOFMANN, 1986
Farbe ( $L^*$ , $a_{10}^*$ , $b_{10}^*$ , $C_{ab}^*$ $h_{ab}$ )	96 h p. m.	Spektralphotometer, CODEC400, Fa. Phyma
Marmorierung	96 h p. m.	RISTIC, 1987; FRICKH et al. (1999)
Scherkraft, kg	14 Tage nach Reifung	Warner-Bratzler-Schere
<b>Wasserbindungsvermögen</b>		
Tropfsaftverlust, %	nach 3 Tagen Lagerung	HONIKEL, 1986
Kochverlust; %	nach 3 Tagen Lagerung	HONIKEL, 1986
Grillverlust, %	nach 14 Tagen Reifung	GUHE, 1991; FRICKH, 1993
<b>Sensorische Parameter</b>		
Saftigkeit, %	nach Lagerung bei -18° C	Verkostung; RISTIC, 1987
Zartheit, %	nach Lagerung bei -18° C	Verkostung; RISTIC, 1987
Aroma, %	nach Lagerung bei -18° C	Verkostung; RISTIC, 1987

\* ...Zeit der Lagerung max. 6 Monate.

### 3.6.2 Bewertung der Fleischqualität

Für die Bewertung der Fleischqualität wurden die von verschiedenen Autoren (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b; GROSSE und ENDER, 1990; ENDER, 1995; EILERS et al., 1996; CMA, 1996; HONIKEL, 1998; FRICKH, 2001) beschriebenen und von FRICKH (2001) veröffentlichten Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität herangezogen (Tabelle 3.4).

**Tabelle 3.4:** Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität

<b>Merkmal</b>	<b>Maßeinheit</b>	<b>Wert</b>
<b>Schlachtkörper</b>		
Fettklasse des Schlachtkörpers	Punkte	2-4
Fettgewebeanteil am Schlachtkörper	%	10-15
Nierentalganteil am Schlachtkörper	%	1,5 – 3,0 (3,5)
Fleischigkeitsklasse	EUROP	E,U,R
Reifedauer (+ 2°C)	d	12
<b>pH-Werte</b>		
pH-1	-log(H <sup>+</sup> )	> 5,8
pH-2	-log(H <sup>+</sup> )	5,6-6,0
End-pH	-log(H <sup>+</sup> )	5,4-5,8
<b>Fetteinlagerung im Muskel</b>		
Marmorierung	Punkte	3-4
Intramuskulärer Fettgehalt	%	2,5 – 4,5
<b>Musculus longissimus dorsi (Rückenmuskel)</b>		
Scherkraft für nicht akzeptable Zartheit	kg (N)	≥ 3,9 (≥ 38,3)
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 3,8 (< 37,3)
Scherkraft für außergewöhnliche Zartheit	kg (N)	< 3,2 (< 31,4)
<b>Musculus semitendinosus</b>		
Scherkraft für nicht akzeptable Zartheit	kg (N)	≥ 4,6 (≥ 38,3)
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 4,6 (< 45,1)
Scherkraft für außergewöhnliche Zartheit	kg (N)	< 3,2 (< 45,1)
<b>Sensorik</b>		
annehmbare Saftigkeit	Punkte (1-6)	> 3,0
annehmbare Zartheit	Punkte (1-6)	> 3,0
annehmbares Aroma	Punkte (1-6)	> 3,0
Gesamteindruck	Punkte	≥ 12
<b>Farbe</b>		
<i>L</i> <sub>10</sub> *-Helligkeit (Spektralphotometer, 45/0)		34 – 40
<i>a</i> <sub>10</sub> *-Rotton (Spektralphotometer, 45/0)		≥ 10
<i>C</i> <sub>ab</sub> *-Buntheit		≥ 14
<b>Wasserbindungsvermögen</b>		
Tropfsaftverlust nach 3-tägiger Lagerung	%	3,0 – 4,5
Grillverlust	%	≤ 22

(Quelle: TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b; GROSSE und ENDER, 1990; ENDER, 1995; EILERS et al., 1996; CMA, 1996; HONIKEL, 1998; FRICKH, 2001)

### **3.6.3 Qualitätssicherung im Bereich der Nahinfrarotspektroskopie**

Nach den VDLUFA-Mitteilungen, Heft 1, 1998 hat die Nahinfrarotspektroskopie einen festen Platz in der Untersuchung landwirtschaftlicher Produkte. An der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach (BAFF), BRD (FREUDENREICH, 1999) und an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht (BLT) in Grub (SCHUSTER, 1999) kommt die Nahinfrarotspektroskopie für die Untersuchung von Fleischinhaltsstoffen zur Anwendung und wird von diesen Stellen als sehr zuverlässige Methode mit ausreichender Genauigkeit beschrieben.

Durch die Zusammenarbeit mit der BLT und der BAFF war der Ankauf eines FOSS-NIRS Gerätes für die BVW-GmbH ermöglicht worden. Durch die Nutzung einer einheitlichen Kalibrierung auf zwei NIRS-Geräten und die Erstellung einer eigenen Kalibrationskurve an Hand des von der BVW-GmbH erhobenen Datenmaterials ist die Nutzung des NIRS-Gerätes für die Rindfleischuntersuchung gewährleistet. Die dafür notwendigen Geräte stehen einerseits an der Landesanstalt für Tierzucht in Grub (BLT) und andererseits an der Betriebsstätte Königshof der BVW-GmbH.

#### **3.6.3.1 Ringversuch**

Durch die Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub (BLT), der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach (BAFF) und dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur (INW) wurde es ermöglicht, die Übereinstimmung der Ergebnisse der nasschemischen Analyse mit den Werten aus der NIRS-Messung zu überprüfen. Dies ist ein entscheidender Faktor für die Kalibrierung und die Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse.

Von der BAFF wurde eine Standardprobe (Ringprobe) zur Verfügung gestellt, die von allen Partnern nasschemisch analysiert worden ist. Die Übereinstimmung der drei Institutionen war gegeben.

#### **3.6.3.2 Validierung**

Die Kalibrierfunktion wurde am Muttergerät (BLT) in regelmäßigen Abständen überprüft. Dazu wird aus der Gesamtheit der zu prüfenden Proben eine Stichprobe gezogen und auf die in der Kalibrierung enthaltenen Parameter unter Anwendung der Referenzmethode untersucht. Die Anzahl der Validierproben wurde der Fragestellung entsprechend festgelegt.



Die Referenzuntersuchungen für das Gerät am Königshof wurden im Labor des Institutes für Nutztierwissenschaften durchgeführt, das durch die Teilnahme an einem Ringversuch die Übereinstimmung der Ergebnisse dokumentiert.

### **3.6.3.3 Kalibrierung**

Die Kalibrierung für die Fleischinhaltsstoffe Fett, Eiweiß, Wasser und Asche wurde am zentralen Gerät in Grub erstellt und validiert. Für das Gerät am Königshof wurden die an der BLT in Grub entwickelten Kalibrierungen genutzt.

Dazu wurden die Geräte der BVW-GmbH und der BLT abgeglichen und anschließend die Kalibrierungen übertragen. Die mittlere Abweichung betrug 0,002, die korrelative Übereinstimmung wird mit  $r = 0,99$  dokumentiert. Die Güte der Kalibrierung wird unter Beachtung der in der analytischen Chemie üblichen Qualitätssicherungsmaßnahmen (Referenzmethoden) überwacht. Vom Institut für Nutztierwissenschaften wurden die Referenzuntersuchungen für das Gerät am Königshof durchgeführt.

### **3.6.3.4 Routinen für Ausreißerproben**

Ausreißer wurden nach vorheriger Festlegung eines maximal zulässigen Wertes angezeigt und gesondert betrachtet. Erkannte Ausreißer wurden unter Anwendung der Referenzmethoden auf die in der Kalibrierung enthaltenen Parameter untersucht. Dieser Wert ersetzte den in der NIRS - Messung erhaltenen Wert.

### **3.6.3.5 Schulung und fachliche Beratung**

Um die fachliche Qualifikation der im Projekt beteiligten Personen sicherzustellen, wurde ein dreiteiliges Schulungsprogramm festgelegt.

Durch die Teilnahme an den 24. Kulmbacher Fortbildungstagen vom 12. 10. 1999 bis 13.10. 1999, die unter dem Thema: Analytik bei Fleisch: Schnell-, Schätz- und Messmethoden stehen, wurde das Verständnis um die Thematik der Analytik vertieft. Der Themenbereich Analytik wurde umfassend behandelt. Die Nahinfrarotspektroskopie hat auch hier einen wichtigen Platz.

In einem Fachgespräch, direkt an die Tagung anschließend, wurde zwischen den Betreuern der NIRS-Technik (BAFF, BLT, BVW-GmbH) die weitere Vorgangsweise beraten.

Vom 25.-27. Jänner 2000 und vom 22.-23. März 2000 kam es an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht zu weiteren konkreten Einschulungsmaßnahmen, wo die Themenbe-

reiche Probenaufbereitung, Kalibrierung, Bedienung des Gerätes, Erstellung eines Probenplanes abgehandelt wurden.

Von der Firma Prochaska (Vertretung für FOSS-Geräte) gab es eine Einschulung für die Handhabung des Gerätes.

### **3.6.3.6 Interne Qualitätssicherung**

An Hand von fünf Formularen wurde die Datenerhebung über die NIRS - Technik dokumentiert. Das Formular „Gerätstammlblatt“ ermöglicht die genaue Erfassung des NIRS - Gerätes. Das Formular „Gerätekontrolle“ ordnet in chronologischer Reihenfolge die Eichungen, Kalibrierungen und Justierungen. Das Formular „Prüfmittelauflistung“ dokumentiert die untersuchten Fleischproben und die Art der Muskeln. Das Formular „Wartungsplan“ ermöglicht die Dokumentation der durchzuführenden Wartungen. Das Formular „Dokumentation Wartung“ lässt die Überprüfung des Wartungsplanes zu.

## **3.6.4 Einsatz der Nahinfrarotreflexionsspektroskopie (NIRS) in einem Gerätenetzwerk am Beispiel der Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes in Rindfleisch**

(<sup>1</sup>SCHUSTER, M. und J.J. FRICKH<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub, <sup>2</sup>Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Betriebsstätte Königshof)

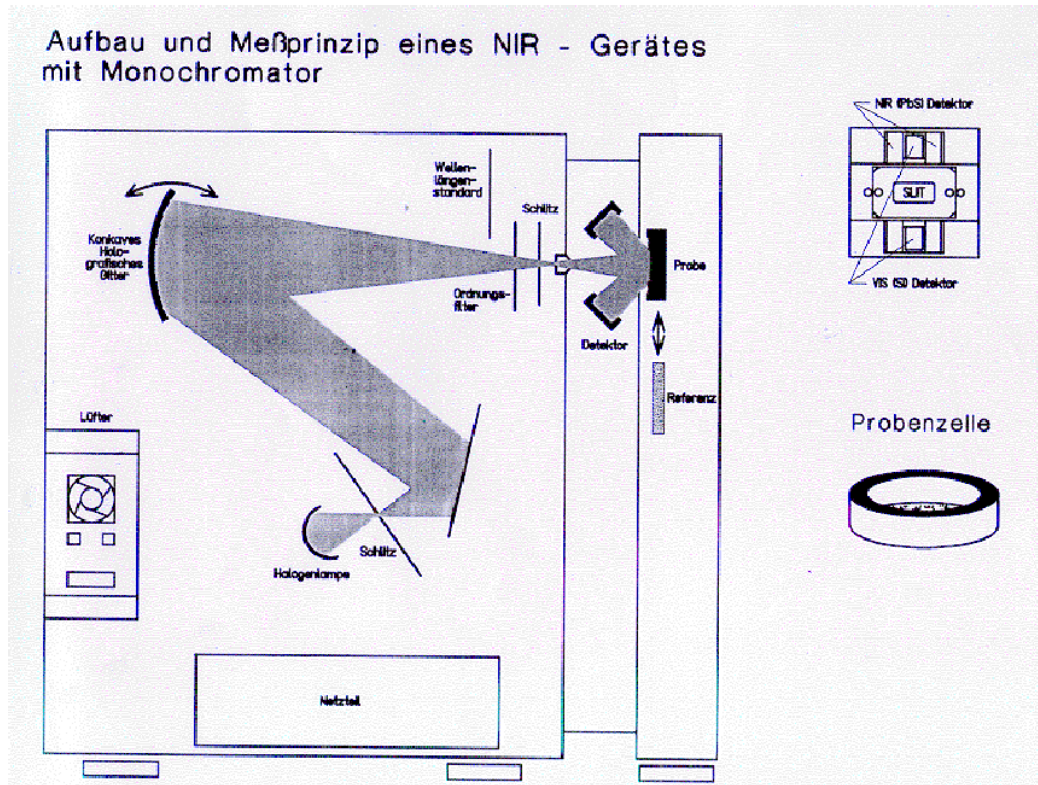
### **3.6.4.1 Allgemeines**

Die NIRS Messtechnik hat sich in der Vergangenheit nicht zuletzt auf Grund der technischen Weiterentwicklungen zur Erfassung wertbestimmender Qualitätsmerkmale sowohl im Bereich der Futtermittel- wie auch in der Lebensmittelanalytik etabliert.

Die Vorzüge dieser Messtechnik sind die kurzen Analysenzeiten, das gleichzeitige Erfassen mehrerer Qualitätsparameter in einem Messvorgang, die hohe Analysengenauigkeit, die Verringerung der kosten- und personalintensiven nasschemischen Analysen, die geringen Kosten pro Analyse im laufenden Betrieb sowie die Möglichkeit, die Analysengeräte im Netzwerk zu betreiben. Im letzten Fall werden die aufwendigen Arbeiten zur Erstellung und Validierung von Kalibrierfunktionen zentral durchgeführt, sodass die Untersuchungsstellen keine eigenen Laborkapazitäten vorhalten oder hohe Kosten für Fremdanalysen bereitstellen müssen. Weitere Vorteile sind die gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die sich daraus ergebende einheitliche Bewertung der untersuchten Produkte.

### 3.6.4.2 Prinzip der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)

Abbildung 3.5 : Aufbau und Messprinzip eines NIRS - Gerätes



**Lichtquelle:** Die Lichtquelle sendet Strahlung aus dem nahen Infrarot Bereich

**Optisches Gitter:** Das optische Gitter lenkt einzelne Wellenlängen im Bereich von 800 nm bis 2400 nm im Abstand von 2 nm auf die Probenzelle

**Probenmaterial:** substanzspezifische Absorption der Lichtenergie in Abhängigkeit der Struktur und der Gehalte der Inhaltsstoffe, diffuse Reflexion der nicht absorbierten Strahlung

**Detektor:** Erfassung und Speicherung der reflektierten Strahlung in Form von Spektren

**Auswertung spektraler Informationen:** Regressionsberechnungen auf der Basis der partiellen kleinsten Quadrate (modified partial least squares, MPLS) unter Berücksichtigung der Art und Variation der Inhaltsstoffe sowie der zugehörigen Spektren

### 3.6.4.3 Kalibriervorgang

Die Erstellung von Eichkurven gliedert sich in die eigentliche Kalibrierung und in die anschließende Validierung der Eichung an Hand eines nicht in der Kalibrierung enthaltenen Probensatzes (siehe [Abbildung 3.5](#)). Die Population muss das volle Variationsspektrum der später zu analysierenden Proben abdecken.

#### 3.6.4.3.1 Kalibrierung

##### 3.6.4.3.1.1 Vermessen der Eichmuster

Vermessen der Eichmuster im NIRS-Gerät, Speichern der Spektren der Kalibrierproben

##### 3.6.4.3.1.2 Chemische Untersuchung

Chemische Untersuchung der Eichproben nach konventionellen Methoden (Referenzmethoden)

##### 3.6.4.3.1.3 Berechnen der Kalibrierfunktion

Berechnen der Kalibrierfunktion nach dem MPLS Verfahren (modifizierte Methode der partiellen kleinsten Quadrate)

##### 3.6.4.3.1.4 Statistische Kennwerte der Kalibrierung

3.6.4.3.1.4.1 SEC: Standardfehler der Kalibrierung

3.6.4.3.1.4.2 SECV: Standardfehler der Kreuzvalidierung

3.6.4.3.1.4.3  $R^2$ : Bestimmtheitsmaß (Aussage über die Güte der Kalibrierung)

#### 3.6.4.3.2 Validierung

##### 3.6.4.3.2.1 Vermessen eines unabhängigen Probensatzes

Vermessen eines unabhängigen Probensatzes aus der Gesamtpopulation Spektren der Validierproben

##### 3.6.4.3.2.2 Berechnen von NIRS-Ergebnissen

Berechnen von NIRS-Ergebnissen unter Anwendung der erarbeiteten Kalibrierfunktion

##### 3.6.4.3.2.3 Vergleich der NIRS-Analysenwerte

Vergleich der NIRS-Analysenwerte mit den Laborwerten der Referenzanalyse

##### 3.6.4.3.2.4 Qualität der Kalibrierung

SEP: Standardfehler der Bestimmung

Bias: Systematischer Fehler der Untersuchung

SEP(C): Zufälliger Fehler der Bestimmung

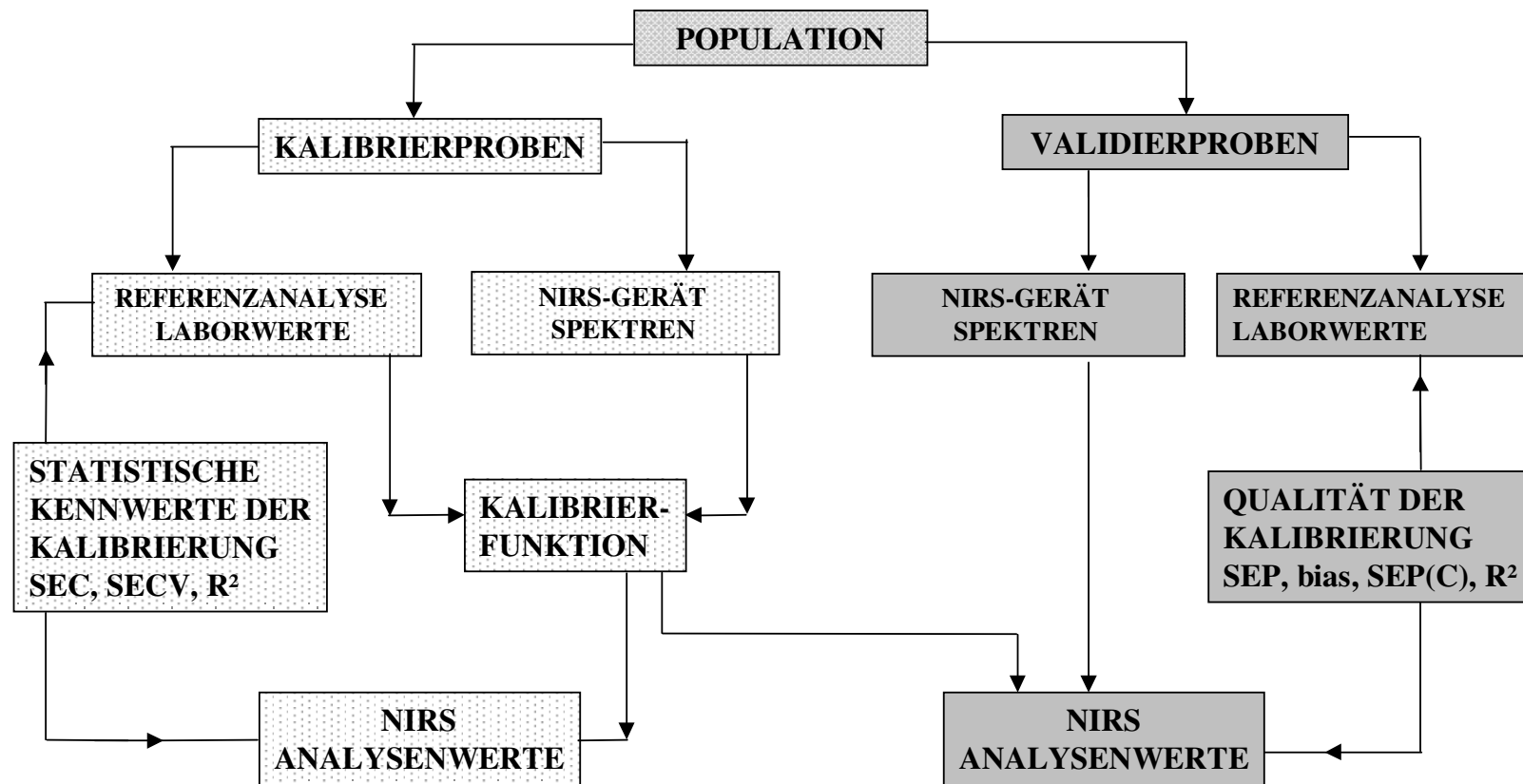
$R^2$ : Bestimmtheitsmaß der Regression der NIRS-Analysenwerte auf die Referenzwerte der Validierproben

### 3.6.4.3.3 Kalibrationstransfer

Die Übertragung von Kalibrierfunktionen auf andere, baugleiche Analysengeräte, wie es der Aufbau eines Gerätenetzwerkes erfordert, ist auf Grund der optischen Toleranzen der Geräte nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

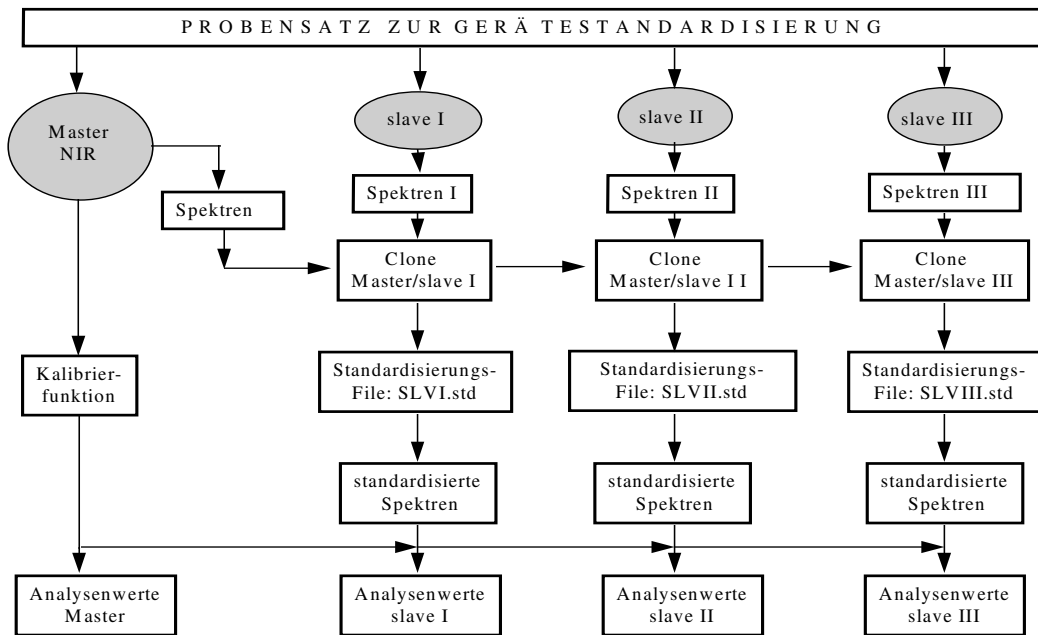
In den vorliegenden Untersuchungen wurde die Vernetzung von NIRS Geräten mittels Gerätestandardisierung durchgeführt (Abbildung 3.6). In diesem Fall wird ein repräsentativer Probensatz sowohl am Master- als auch an den Satellitengeräten vermessen. Mit Hilfe einer speziellen Software werden die Spektren der Satellitengeräte an die des Mastergerätes angepasst (geklont) und die dazu notwendigen mathematischen Funktionen für die einzelnen Wellenlängen in einem Standardisierungsfile gespeichert. Mit Hilfe diese Files lassen sich die später aufgezeichneten Spektren von Satellitengeräten rechnerisch an die des Mastergerätes anpassen und die Kalibrierfunktionen des Mastergerätes können auf die standardisierten Spektren der Satellitengeräte angewandt werden.

Abbildung. 3.6: Kalibrationsentwicklung in der Nahinfrarotreflexionspektroskopie (NIRS)





**Abbildung 3.7.: Kalibrationstransfer nach Gerätestandardisierung**



### 3.6.4.4 Gerätetzwerk

Der Aufbau eines Gerätetzwerkes gliedert sich in folgende Teilbereiche:

#### 3.6.4.4.1 Standardisierung der NIRS Untersuchung hinsichtlich

- NIRS Analysengerät (NIRSSystems 6500 bzw. 5000)
- Festlegung des zu untersuchenden Teilstückes (13. Rippe, *M. longissimus dorsi*)
- Probenbearbeitung nach dem Frosten (alternativ schlachtfrisch)
- Reproduzierbare Probenkonsistenz durch Einsatz von Industriemoulinetten (Grindomix, Fa Retsch) und zeitlich festgelegten Vermusungsintervallen (45s)
- Verarbeitung definierter Probenmengen (70-100g) und darauf abgestimmte Probengefäße
- Einhaltung einer definierten Probentemperatur bei der Messung (11-15 °C)
- Einhalten zeitlich definierter Bearbeitungsabläufe

#### 3.6.4.4.2 Spektrenstandardisierung der NIRS Geräte der BLT und der LBVW (Standardisierungsfile)

**3.6.4.4.3** Übereinstimmung der Ergebnisse der Standardisierungsproben von BLT und LBVW

**3.6.4.4.4** Validierung der Standardisierung mit unbekanntem Proben BLT-LBVW-Chemie

**3.6.4.4.5** Messung an verschiedenen Orten und nach unterschiedlichen Lagerungszeiten

**3.6.4.4.6** Abgleich der nasschemischen Analytik nach Festlegung der Referenzanalytik (hier §35 LMBG).

### **3.6.5 Videoanalyse**

Für die videoanalytische Auswertung der Rückenmuskeln ist das Computerprogramm "PicEd Cora - Farbbildanalyse" der Fa. Metzger EDV in Anwendung. Durch ein Farbkontrastverfahren wurden die Fetteinschlüsse gefärbt und videoanalytisch planimetriert. Dadurch konnte der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche berechnet werden. Die Tauglichkeit dieses Programmes zur Klärung der Fragestellung „objektive Erhebung der Marmorierung“ wurde geprüft. Nachdem dieses spezifische Programm bisher noch nicht für diese Fragestellung im Einsatz war, wurden gemeinsam mit der Fa. Metzger mögliche Ergänzungen bzw. Erweiterungen des Programmes ausgearbeitet. Außerdem wurden verschiedene Beleuchtungskörper (Farbspektren) für eine optimale Bildaufnahme getestet und die photographischen Aufnahmen optimiert. Für die Aufnahme der digitalen Bildern kommen nunmehr Beleuchtungskörper der Fa. Waldmann Lichttechnik zu Anwendung. Schutzrohrleuchte SLCV 111 (Leuchtstoffröhre PL-S11W/840, 4000 °K, 11 W / 230V V/50 HZ/IP 67) in Plexiglasrohr mit Parbolraster.

## **3.7 Statistische Auswertungsmethoden**

Das Datenmaterial für die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung und der Fleischqualität wurde varianzanalytisch mit der GLM-Procedure, Version 8.2 von SAS (2001) ausgewertet. Die paarweisen Gruppenvergleiche erfolgten mit einem multiplen t-Test mit Korrektur der errechneten P-Werte nach Bonferroni-Holm (ESSL, 1987). Signifikante Gruppenunterschiede ( $P < 0,05$ ) sind in den Ergebnistabellen mit verschiedenen hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet. Bei allen quantitativen Kriterien sind die Least-Squares-Gruppenmittelwerte, die Residualstandardabweichungen ( $s_e$ ) und die Signifikanz aus dem Bonferroni-Holm-Test angegeben.

Die nicht normal verteilten Daten wurden mit dem multiplen H-Test nach Kruskal und Wallis (ESSL, 1987) geprüft. Diskontinuierliche Variable, deren Residuen der entsprechenden Modelle annähernd normal verteilt waren, wurden mit der GLM-Procedure nach SAS (2001) berechnet. Die hier ausgewiesenen P-Werte sind dann als entsprechende Approximationen zu verstehen.

Für die Auswertung aller quantitativen Merkmale kamen die unten ausgearbeiteten statistischen Modelle zur Anwendung. Effekte und Regressionsvariable, die nicht signifikant sind, wurden aus den Modellen herausgenommen.

### Modell 1: Für Merkmale der Mast-, Schlachtleistung

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + H_j + S_k + b1(FEA_{ijk} - \overline{FEA}) + b2(FEA_{ijk} - \overline{FEA})^2 + (R_i * H_j * S_k) + e_{ijkl}$$

- $Y_{ijk}$  = Beobachtungswert
- $\mu$  = gemeinsame Konstante
- $R_i$  = fixer Effekt der Rasse i, i = 1, 2
- $H_j$  = fixer Effekt der Haltung j, j = 1, 2
- $S_k$  = fixer Effekt der Schlachtkategorie k, k = 1, 2
- $(R_i * H_j * S_k)$  = Wechselwirkung zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie
- $FEA_{ijk}$  = Kovariable Fettanteil am Schlachtkörper
- $b$  = lineare und quadratische Regressionskoeffizienten
- $e_{ijk}$  = Restkomponente von  $y_{ijk}$

### Modell 2 a und b: Für Merkmale der Fleischqualität

a) 
$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + H_j + S_k + (R_i * H_j * S_k) + e_{ijkl}$$

b) 
$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + H_j + S_k + M_l + V_m + (R_i * H_j * S_k * M_l * V_m) + e_{ijklm}$$

- $Y_{ijklmn}$  = Beobachtungswert
- $\mu$  = gemeinsame Konstante
- $R_i$  = fixer Effekt der Rasse i, i = 1-2

$H_j$	= fixer Effekt der Haltung $j$ , $j = 1-2$
$S_k$	= fixer Effekt der Schlachtkategorie $k$ , $k = 1, 2$
$M_l$	= fixer Effekt des Muskels $l$ , $l = 1-2$
$V_m$	= fixer Effekt der Verkostungsperson $m$ , $m = 1 - 6$
$(R_i * H_j * S_k * M_l * V_m)$	= Wechselwirkung zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie
$e_{ijklmn}$	= Restkomponente von $y_{ijklmn}$

## 3. Versuchstiere und Methoden

### 3.1 Allgemeiner Versuchsaufbau

Insgesamt wurden 80 Tiere, die sich je zur Hälfte auf Fleckvieh und Pinzgauer aufteilen, gemästet. Innerhalb jeder Rasse wurden die Stierkälber gleichmäßig auf 4 Gruppen, je nach vorgesehenem Haltungssystem und Schlachtzeitpunkt aufgeteilt. Damit wird auch ein Bereich der österreichischen Produktionsbedingungen in der Praxis (Anbindehaltung, Koppelhaltung) abgedeckt. Aus dieser Versuchsanstellung ergeben sich 8 Versuchsgruppen mit je 10 Tieren. **Tabelle 3.1** gibt einen Überblick über die Versuchsplanung.

**Tabelle 3.1: Versuchsplan**

Versuchsplan								
Rasse	Fleckvieh				Pinzgauer			
Kategorie	Stiere				Stiere			
Haltungssystem	Anbindehaltung		Koppelhaltung		Anbindehaltung		Koppelhaltung	
Gruppenbezeichnung	FV-I	FV-II	FV-III	FV-IV	PI-I	PI-II	PI-III	PI-IV
Tiere, Anzahl	10	10	10	10	10	10	10	10
Mastanfangsmasse, kg	100-150		100-150		100-150		100-150	
Mastendmasse, kg	580	630	580	630	580	630	580	630
Tageszunahmen, g	1200		1200		1200		1200	
Schlachtalter, Monate	14-16		14-16		14-16		14-16	
Mastintensität	hoch		hoch		hoch		hoch	
Kraftfutter, kg TM	2 - 3		2 - 3		2 - 3		2 - 3	
LM ....Lebendmasse								

Die Versuchstiere wurden an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH am Königshof von 100 bis 150 kg auf 580 bis 630 kg gemästet. Durch die Schlachtung zu zwei verschiedenen Zeitpunkten konnte die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität von den Rassen Fleckvieh und Pinzgauer erfasst und der bessere Schlachtzeitpunkt festgestellt werden. Nach der gemeinsamen Aufzucht im Kälberstall wurden die Stiere auf insgesamt 8 Gruppen je nach Rasse (Fleckvieh, Pinzgauer), Haltungssystem (Anbindehaltung, Koppelhaltung) und vorgesehene Mastendmasse aufgeteilt. Die Auswahl der Väter oblag den einzelnen Zuchtverbänden, wobei darauf Rücksicht genommen wurde, genetisch möglichst einheitliche Tiere auszuwählen.

## 3.2 Tiere und Haltung

Die Versuchstiere wurden von den teilnehmenden Zuchtverbänden der AGÖF (Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Fleckviehzüchter) und der Arbeitsgemeinschaft Pinzgauer Rinderzuchtverbände ausgewählt und an die Betriebsstätte Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH gebracht. Ein Teil der Tiere konnte in Koppelhaltung, der andere in Anbindehaltung untergebracht werden.

Für die Aufstallung in der Außenhaltung (Koppelhaltung) standen zwei überdachte Gebäude in Leichtbauweise mit eingestreuter Liegefläche und je 20 Standplätzen mit Selbstfanggitter (für jedes Tier ein Fressplatz) zur Verfügung (Abbildungen 3.1 – 3.4). Die Koppel war teilweise mit Gras und Bäumen bewachsen und hatte ein Ausmaß von 2350 m<sup>2</sup>.

Die Anbindehaltung bestand aus einem Mittellangstand. Zweimal täglich wurde Langstroh eingestreut und mit einem Schrabber entmistet.

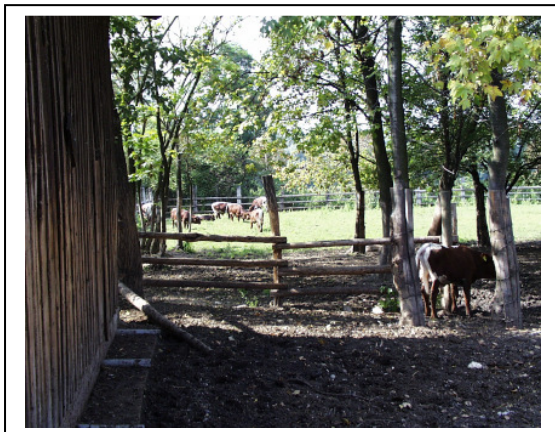
**Abbildung 3.1: Unterstand Koppelhaltung**



**Abbildung 3.2: Fressstand, Liegeplatz**



**Abbildung 3.3: Koppelanlage**



**Abbildung 3.4: Pinzgauer auf der Koppel**



### 3.3 Rationsgestaltung und Fütterung

Sämtliche Tiere bekamen ab Versuchsbeginn (125. Lebenstag) Maissilage ad libitum und bis zum 245. Lebenstag 2 kg Ergänzungskraftfutter pro Tag verabreicht. Ab dem 245. Lebenstag bis Mastende wurden 3 kg Kraftfutter pro Tag ergänzt. Die Zusammensetzung des Ergänzungskraftfutters ist in **Tabelle 3.2** ersichtlich.

Die Bestimmung der individuellen Futteraufnahme war für den Versuchsausgang nicht von wesentlicher Bedeutung und wurde daher in der Anbindehaltung individuell je Stier, in der Koppelhaltung annäherungsweise ermittelt. Die Stiere wurden am Fressstand durch die Scherengitter fixiert, wodurch, die verzehrte Kraftfuttermenge exakt erhoben werden konnte. Die ad libitum gefressene Menge an Maissilage wurde approximativ durch die genaue Erhebung pro Stand ermittelt, nachdem Tierbeobachtungen ergaben, dass die Stiere, entsprechend ihrer Rangordnung, weitgehend immer wieder dieselben Standplätze aufsuchten (FRICKH und KONRAD, 1999).

**Tabelle 3.2: Zusammensetzung des Ergänzungskraftfutters**

<b>Futtermittel</b>	<b>Pelletalleinfutter Aufzuchtfutter-I<sup>*1</sup> Kälberaufzucht</b>	<b>Ergänzungskraftfutter<sup>*2</sup> Rindermast</b>
Mais	43,0	15,0
Triticale	17,3	26,0
Gerste	-	6,0
Erbse	10,0	12,4
Soja-HP	19,0	32,0
Weizenstroh-NaOH	4,6	-
Presshilfsstoff	2,4	2,0
Prämix	3,7	6,6

<sup>\*1</sup> ...Aufzuchtfutter vom Einstelltag bis zum 124. Lebenstag (LT), <sup>\*2</sup> ...vom 125. LT bis Mastende.

### 3.4 Mastleistung

Für die Erhebung der Mastleistung wurden die Merkmale Einstellgewicht, Gewicht am 75., 125., 185., 245., 305., 365. und 425. Lebenstag und am Schlachttag erhoben. Weitere Wiegunen wurden gegen Ende der Mast durchgeführt, um das festgesetzte Mastendgewicht von 580 bzw. 630 kg erreichen zu können. Dadurch konnten der tägliche Futteraufwand und die Tageszunahmen festgehalten werden.



### 3.5 Schlachtleistung

Die Schlachtleistung der Tiere wurde am Schlachthof Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH erfasst.

Die Versuchstiere wurden von ca. 100 kg auf 580 kg oder 630 kg gemästet. Durch die Schlachtung der Tiere zu zwei verschiedenen Schlachtzeitpunkten konnte auch der Einfluss der Lebendmasse bei der Schlachtung auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität erfasst werden. Die Zuteilung der Tiere zu der jeweiligen Schlachtgruppe erfolgte bereits zu Versuchsbeginn zufällig und berücksichtigte die unterschiedlichen Einstelltermine. Die Klassifizierung der Schlachtkörper wurde nach dem EUROP – System durchgeführt, wobei für die Fleischigkeitsklasse E 5 Punkte, für U 4, für R 3, für O 2 und für P 1 Punkt vergeben wurden. Die Fettgewebeklasse wurde mit 1 – 5 Punkten bewertet. Erhoben oder berechnet wurden die Kriterien Schlachthälftengewicht, Schlachtkörperlänge, Schlachtausbeute, Teilstücke, Nettozunahme und Anteil wertvoller Fleischteile.

Die grobgewebliche Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälften nach der am Königshof angepassten Methode erfolgte nach einer Kühldauer von 96 Stunden bei 2 °C. Der Fleischanteil (FLAN) wurde aus den Teilstücken des Vorder Viertels (Schulter, Wadschinken, Brustkern, Spitz und Hals) und des Hinterviertels (Beiried u. Rostbraten, Lungenbraten, Zwerchried u. Riedhüferl, schwarzes Scherzel, Tafelstück, Zapfen, Wadschinken) bezogen auf die rechte Schlachtkörperhälfte berechnet.

Der Muskelfleischanteil (MFA), der Fettgewebeanteil (FA) und der Knochenanteil (KA) wurden zusätzlich mit Hilfe einer Regressionsgleichung nach KÖGEL (1999) geschätzt. Zur Anwendung kam die Variante 2, der folgende Schätzgleichungen zu Grunde liegen:

$$\text{MFA} = 51,36 + \text{Nierentalganteil (\%)} \times (-0,6681) + 3,60 \text{ (bei Fettklasse 2)} + 4 \text{ Füßeanteil (\%)} \times (-1,350) + \text{Schlachtgewicht/Hälftenlänge (kg/cm)} \times (-1,386) + \text{Rückenmuskelfläche/Hälftenlänge (\%)} \times 0,0891 + \text{Ausschlachtung (\%)} \times 0,3801.$$
$$\text{FA} = 35,50 + \text{Nierentalganteil (\%)} \times (1,040) + (-3,90) \text{ (bei Fettklasse 2)} + \text{Pistolenanteil (\%)} \times (-0,1619) + \text{Hälftenlänge (cm)} \times (-0,0636) + \text{Schlachtgewicht/Hälftenlänge (kg/cm)} \times (3,068) + \text{Rückenmuskelfläche/Hälftenlänge (\%)} \times (-0,0778) + \text{Ausschlachtung (\%)} \times (-0,2187).$$
$$\text{KA} = 3,81 + \text{Nierentalganteil (\%)} \times (-0,2305) + \text{Pistolenanteil (\%)} \times (0,0725) + \text{Hälftenlänge (cm)} \times (0,0193) + 4\text{-Füßeanteil (\%)} \times (2,857) + \text{Rückenmuskelfläche/Hälftenlänge (\%)} \times (-0,0210) + 1,25 \text{ (bei Fettklasse 2)}.$$

## 3.6 Fleischqualität

### 3.6.1 Merkmalerhebung

Die Fleischqualität wurde im Labor der Betriebsstätte Königshof nach den von FRICKH und KONRAD (1999) beschriebenen Methoden (Tabelle 3.2) erhoben. Die Analyse des Nährstoffgehaltes der Fleischproben wurde an das Labor des Institutes für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur vergeben. Die Schlachtbedingungen und die Kühlung der Schlachtkörper war standardisiert (KRAEUSSLICH, 1973).

**Tabelle 3.3 Methoden für die Bestimmung der Fleischbeschaffenheit am *M. longissimus dorsi* und *M. semitendinosus***

Merkm <sup>al</sup>	Messzeit *	Methode
<b>Analytische Parameter</b>		
Wassergehalt, %	nach Lagerung bei -18° C	Trocknung, NIRS
Fettgehalt, %	nach Lagerung bei -18° C	Gesamtfett, Soxhlet, NIRS
Eiweißgehalt, %	nach Lagerung bei -18° C	Kjeldahl, NIRS
Rohasche, %	nach Lagerung bei -18° C	Veraschung, NIRS
Fettsäuremuster, %	nach Lagerung bei -18° C	Gaschromatograph, NIRS
<b>Physikalische Parameter</b>		
Kerntemperatur, ° C	45°, 24 h und 96 h p. m.	Einstichsonde
pH-Wert	45°, 24 h und 96 h p. m.	BOCCARD et al., 1981; HOFMANN, 1986
Farbe ( $L^*$ , $a_{10}^*$ , $b_{10}^*$ , $C_{ab}^*$ $h_{ab}$ )	96 h p. m.	Spektralphotometer, CODEC400, Fa. Phyma
Marmorierung	96 h p. m.	RISTIC, 1987
Scherkraft, kg	14 Tage nach Reifung	Warner-Bratzler-Schere
<b>Wasserbindungsvermögen</b>		
Tropfsaftverlust, %	nach 3 Tagen Lagerung	HONIKEL, 1986
Kochverlust; %	nach 3 Tagen Lagerung	HONIKEL, 1986
Grillverlust, %	nach 14 Tagen Reifung	GUHE, 1991; FRICKH, 1993
<b>Sensorische Parameter</b>		
Saftigkeit, %	nach Lagerung bei -18° C	Verkostung; RISTIC, 1987
Zartheit, %	nach Lagerung bei -18° C	Verkostung; RISTIC, 1987
Aroma, %	nach Lagerung bei -18° C	Verkostung; RISTIC, 1987

\* ...Zeit der Lagerung max. 6 Monate.

Folgende Parameter wurden für die Beurteilung der Fleischqualität erhoben: Kerntemperatur, pH-Werte, Rückenmuskelfläche, Marmorierung (Kulmbacher System, Videoanalyse),

Fleischfarbe ( $L_{10}^*$ ,  $a_{10}^*$ ,  $b_{10}^*$ ,  $C_{ab}^*$ ,  $h_{ab}$ ), Fettfarbe ( $L_{10}^*$ ,  $a_{10}^*$ ,  $b_{10}^*$ ,  $C_{ab}^*$ ,  $h_{ab}$ ), Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust, Scherkraft, Sensorik (Saftigkeit, Zartheit, Geschmack), IMF (intramuskulärer Fettgehalt), nasschemisch: Trockensubstanz, Rohprotein, Rohasche, Gesamtfett, gaschromatographisch: Fettsäuremuster.

Die Scherkraft gegrillt wurde nach dem Erhitzen einer 2,5 cm starken Fleischscheibe auf 60 °C durchgeführt, da nach HONIKEL und SCHWÄGELE (1998) bei einer Kerntemperatur von 50 ° - 60 °C das Zartheitsoptimum erreicht wird.

Der intramuskuläre Fettgehalt wurde mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) durchgeführt. Kalibrierungen für die Fleischinhaltsstoffe Protein, Wasser und Asche wurden in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Tierzucht in Grub, BRD erstellt. Dazu war es notwendig, ein entsprechendes Konzept zu erstellen, das die Aussagesicherheit der zu messenden Daten gewährleistet.

### **3.6.2 Bewertung der Fleischqualität**

Für die Bewertung der Fleischqualität wurden die von verschiedenen Autoren (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b; GROSSE und ENDER, 1990; ENDER, 1995; EILERS et al., 1996; CMA, 1996; HONIKEL, 1998; FRICKH, 2001) beschriebenen und von FRICKH (2001) veröffentlichten Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität herangezogen (Tabelle 3.4).

**Tabelle 3.4:** Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität

<b>Merkmal</b>	<b>Maßeinheit</b>	<b>Wert</b>
<b>Schlachtkörper</b>		
Fettklasse des Schlachtkörpers	Punkte	2-4
Fettgewebeannteil am Schlachtkörper	%	10-15
Nierentalganteil am Schlachtkörper	%	1,5 – 3,0 (3,5)
Fleischigkeitsklasse	EUROP	E,U,R
Reifedauer (+ 2°C)	d	12
<b>pH-Werte</b>		
pH-1	-log(H <sup>+</sup> )	> 5,8
pH-2	-log(H <sup>+</sup> )	5,6-6,0
End-pH	-log(H <sup>+</sup> )	5,4-5,8
<b>Fetteinlagerung im Muskel</b>		
Marmorierung	Punkte	3-4
Intramuskulärer Fettgehalt	%	2,5 – 4,5
<b>Musculus longissimus dorsi (Rückenmuskel)</b>		
Scherkraft für nicht akzeptable Zartheit	kg (N)	≥ 3,9 (≥ 38,3)
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 3,8 (< 37,3)
Scherkraft für außergewöhnliche Zartheit	kg (N)	< 3,2 (< 31,4)
<b>Musculus semitendinosus</b>		
Scherkraft für nicht akzeptable Zartheit	kg (N)	≥ 4,6 (≥ 38,3)
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 4,6 (< 45,1)
Scherkraft für außergewöhnliche Zartheit	kg (N)	< 3,2 (< 45,1)
<b>Sensorik</b>		
annehmbare Saftigkeit	Punkte (1-6)	> 3,0
annehmbare Zartheit	Punkte (1-6)	> 3,0
annehmbares Aroma	Punkte (1-6)	> 3,0
Gesamteindruck	Punkte	≥ 12
<b>Farbe</b>		
<i>L</i> <sub>10</sub> *-Helligkeit (Spektralphotometer, 45/0)		34 – 40
<i>a</i> <sub>10</sub> *-Rotton (Spektralphotometer, 45/0)		≥ 10
<i>C</i> <sub>ab</sub> *-Buntheit		≥ 14
<b>Wasserbindungsvermögen</b>		
Tropfsaftverlust nach 3-tägiger Lagerung	%	3,0 – 4,5
Grillverlust	%	≤ 22

(Quelle: TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b; GROSSE und ENDER, 1990; ENDER, 1995; EILERS et al., 1996; CMA, 1996; HONIKEL, 1998; FRICKH, 2001)

### **3.6.3 Qualitätssicherung im Bereich der Nahinfrarotspektroskopie**

Nach den VDLUFA-Mitteilungen, Heft 1, 1998 hat die Nahinfrarotspektroskopie einen festen Platz in der Untersuchung landwirtschaftlicher Produkte. An der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach (BAFF), BRD (FREUDENREICH, 1999) und an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht (BLT) in Grub (SCHUSTER, 1999) kommt die Nahinfrarotspektroskopie für die Untersuchung von Fleischinhaltsstoffen zur Anwendung und wird von diesen Stellen als sehr zuverlässige Methode mit ausreichender Genauigkeit beschrieben.

Durch die Zusammenarbeit mit der BLT und der BAFF war der Ankauf eines FOSS-NIRS Gerätes für die BVW-GmbH ermöglicht worden. Durch die Nutzung einer einheitlichen Kalibrierung auf zwei NIRS-Geräten und die Erstellung einer eigenen Kalibrationskurve an Hand des von der BVW-GmbH erhobenen Datenmaterials ist die Nutzung des NIRS-Gerätes für die Rindfleischuntersuchung gewährleistet. Die dafür notwendigen Geräte stehen einerseits an der Landesanstalt für Tierzucht in Grub (BLT) und andererseits an der Betriebsstätte Königshof der BVW-GmbH.

#### **3.6.3.1 Ringversuch**

Durch die Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub (BLT), der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach (BAFF) und dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur (INW) wurde es ermöglicht, die Übereinstimmung der Ergebnisse der nasschemischen Analyse mit den Werten aus der NIRS-Messung zu überprüfen. Dies ist ein entscheidender Faktor für die Kalibrierung und die Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse.

Von der BAFF wurde eine Standardprobe (Ringprobe) zur Verfügung gestellt, die von allen Partnern nasschemisch analysiert worden ist. Die Übereinstimmung der drei Institutionen war gegeben.

#### **3.6.3.2 Validierung**

Die Kalibrierfunktion wurde am Muttergerät (BLT) in regelmäßigen Abständen überprüft. Dazu wird aus der Gesamtheit der zu prüfenden Proben eine Stichprobe gezogen und auf die in der Kalibrierung enthaltenen Parameter unter Anwendung der Referenzmethode untersucht. Die Anzahl der Validierproben wurde der Fragestellung entsprechend festgelegt.

Die Referenzuntersuchungen für das Gerät am Königshof wurden im Labor des Institutes für Nutztierwissenschaften durchgeführt, das durch die Teilnahme an einem Ringversuch die Übereinstimmung der Ergebnisse dokumentiert.

### **3.6.3.3 Kalibrierung**

Die Kalibrierung für die Fleischinhaltsstoffe Fett, Eiweiß, Wasser und Asche wurde am zentralen Gerät in Grub erstellt und validiert. Für das Gerät am Königshof wurden die an der BLT in Grub entwickelten Kalibrierungen genutzt.

Dazu wurden die Geräte der BVW-GmbH und der BLT abgeglichen und anschließend die Kalibrierungen übertragen. Die mittlere Abweichung betrug 0,002, die korrelative Übereinstimmung wird mit  $r = 0,99$  dokumentiert. Die Güte der Kalibrierung wird unter Beachtung der in der analytischen Chemie üblichen Qualitätssicherungsmaßnahmen (Referenzmethoden) überwacht. Vom Institut für Nutztierwissenschaften wurden die Referenzuntersuchungen für das Gerät am Königshof durchgeführt.

### **3.6.3.4 Routinen für Ausreißerproben**

Ausreißer wurden nach vorheriger Festlegung eines maximal zulässigen Wertes angezeigt und gesondert betrachtet. Erkannte Ausreißer wurden unter Anwendung der Referenzmethoden auf die in der Kalibrierung enthaltenen Parameter untersucht. Dieser Wert ersetzte den in der NIRS - Messung erhaltenen Wert.

### **3.6.3.5 Schulung und fachliche Beratung**

Um die fachliche Qualifikation der im Projekt beteiligten Personen sicherzustellen, wurde ein dreiteiliges Schulungsprogramm festgelegt.

Durch die Teilnahme an den 24. Kulmbacher Fortbildungstagen vom 12. 10. 1999 bis 13.10. 1999, die unter dem Thema: Analytik bei Fleisch: Schnell-, Schätz- und Messmethoden stehen, wurde das Verständnis um die Thematik der Analytik vertieft. Der Themenbereich Analytik wurde umfassend behandelt. Die Nahinfrarotspektroskopie hat auch hier einen wichtigen Platz.

In einem Fachgespräch, direkt an die Tagung anschließend, wurde zwischen den Betreuern der NIRS-Technik (BAFF, BLT, BVW-GmbH) die weitere Vorgangsweise beraten.

Vom 25.-27. Jänner 2000 und vom 22.-23. März 2000 kam es an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht zu weiteren konkreten Einschulungsmaßnahmen, wo die Themenbe-



reiche Probenaufbereitung, Kalibrierung, Bedienung des Gerätes, Erstellung eines Probenplanes abgehandelt wurden.

Von der Firma Prochaska (Vertretung für FOSS-Geräte) gab es eine Einschulung für die Handhabung des Gerätes.

### **3.6.3.6 Interne Qualitätssicherung**

An Hand von fünf Formularen wurde die Datenerhebung über die NIRS - Technik dokumentiert. Das Formular „Gerätstammlblatt“ ermöglicht die genaue Erfassung des NIRS - Gerätes. Das Formular „Gerätekontrolle“ ordnet in chronologischer Reihenfolge die Eichungen, Kalibrierungen und Justierungen. Das Formular „Prüfmittelauflistung“ dokumentiert die untersuchten Fleischproben und die Art der Muskeln. Das Formular „Wartungsplan“ ermöglicht die Dokumentation der durchzuführenden Wartungen. Das Formular „Dokumentation Wartung“ lässt die Überprüfung des Wartungsplanes zu.

## **3.6.4 Einsatz der Nahinfrarotreflexionsspektroskopie (NIRS) in einem Gerätenetzwerk am Beispiel der Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes in Rindfleisch**

(<sup>1</sup>SCHUSTER, M. und J.J. FRICKH<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub, <sup>2</sup>Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Betriebsstätte Königshof)

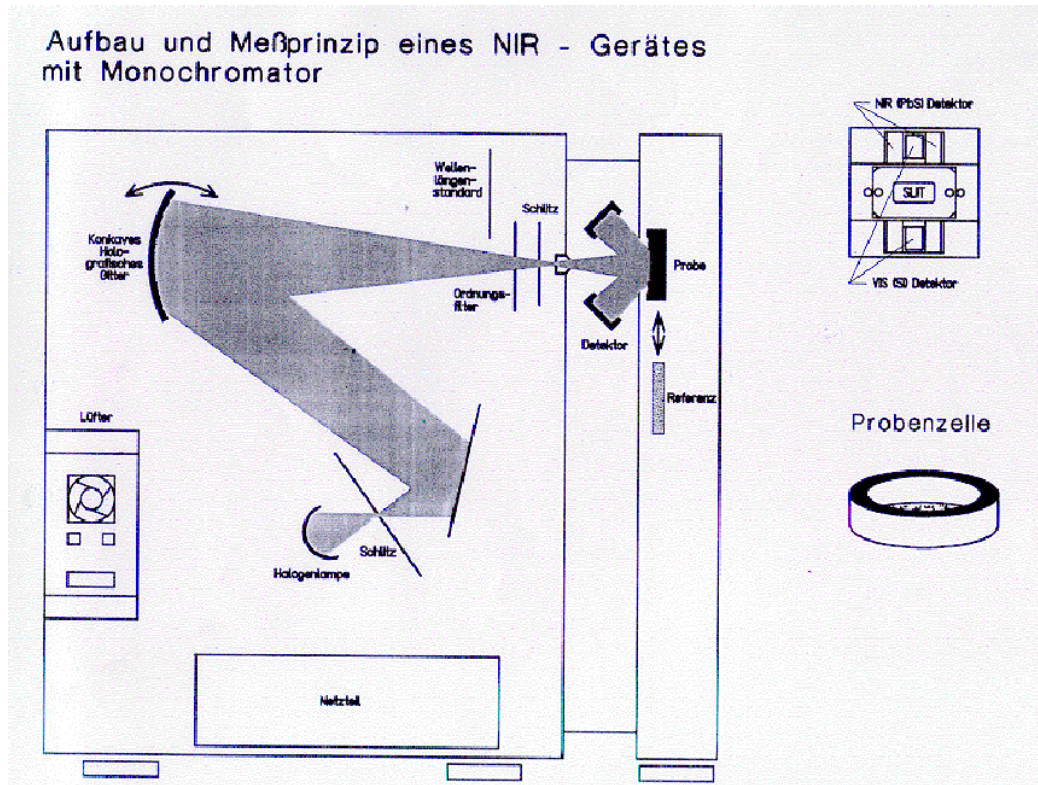
### **3.6.4.1 Allgemeines**

Die NIRS Messtechnik hat sich in der Vergangenheit nicht zuletzt auf Grund der technischen Weiterentwicklungen zur Erfassung wertbestimmender Qualitätsmerkmale sowohl im Bereich der Futtermittel- wie auch in der Lebensmittelanalytik etabliert.

Die Vorzüge dieser Messtechnik sind die kurzen Analysenzeiten, das gleichzeitige Erfassen mehrerer Qualitätsparameter in einem Messvorgang, die hohe Analysengenauigkeit, die Verringerung der kosten- und personalintensiven nasschemischen Analysen, die geringen Kosten pro Analyse im laufenden Betrieb sowie die Möglichkeit, die Analysengeräte im Netzwerk zu betreiben. Im letzten Fall werden die aufwendigen Arbeiten zur Erstellung und Validierung von Kalibrierfunktionen zentral durchgeführt, sodass die Untersuchungsstellen keine eigenen Laborkapazitäten vorhalten oder hohe Kosten für Fremdanalysen bereitstellen müssen. Weitere Vorteile sind die gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die sich daraus ergebende einheitliche Bewertung der untersuchten Produkte.

### 3.6.4.2 Prinzip der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)

Abbildung 3.5 : Aufbau und Messprinzip eines NIRS - Gerätes



**Lichtquelle:** Die Lichtquelle sendet Strahlung aus dem nahen Infrarot Bereich

**Optisches Gitter:** Das optische Gitter lenkt einzelne Wellenlängen im Bereich von 800 nm bis 2400 nm im Abstand von 2 nm auf die Probenzelle

**Probenmaterial:** substanzspezifische Absorption der Lichtenergie in Abhängigkeit der Struktur und der Gehalte der Inhaltsstoffe, diffuse Reflexion der nicht absorbierten Strahlung

**Detektor:** Erfassung und Speicherung der reflektierten Strahlung in Form von Spektren

**Auswertung spektraler Informationen:** Regressionsberechnungen auf der Basis der partiellen kleinsten Quadrate (modified partial least squares, MPLS) unter Berücksichtigung der Art und Variation der Inhaltsstoffe sowie der zugehörigen Spektren

### 3.6.4.3 Kalibriervorgang

Die Erstellung von Eichkurven gliedert sich in die eigentliche Kalibrierung und in die anschließende Validierung der Eichung an Hand eines nicht in der Kalibrierung enthaltenen Probensatzes (siehe Abbildung 3.5). Die Population muss das volle Variationsspektrum der später zu analysierenden Proben abdecken.

#### 3.6.4.3.1 Kalibrierung

##### 3.6.4.3.1.1 Vermessen der Eichmuster

Vermessen der Eichmuster im NIRS-Gerät, Speichern der Spektren der Kalibrierproben

##### 3.6.4.3.1.2 Chemische Untersuchung

Chemische Untersuchung der Eichproben nach konventionellen Methoden (Referenzmethoden)

##### 3.6.4.3.1.3 Berechnen der Kalibrierfunktion

Berechnen der Kalibrierfunktion nach dem MPLS Verfahren (modifizierte Methode der partiellen kleinsten Quadrate)

##### 3.6.4.3.1.4 Statistische Kennwerte der Kalibrierung

3.6.4.3.1.4.1 SEC: Standardfehler der Kalibrierung

3.6.4.3.1.4.2 SECV: Standardfehler der Kreuzvalidierung

3.6.4.3.1.4.3  $R^2$ : Bestimmtheitsmaß (Aussage über die Güte der Kalibrierung)

#### 3.6.4.3.2 Validierung

##### 3.6.4.3.2.1 Vermessen eines unabhängigen Probensatzes

Vermessen eines unabhängigen Probensatzes aus der Gesamtpopulation Spektren der Validierproben

##### 3.6.4.3.2.2 Berechnen von NIRS-Ergebnissen

Berechnen von NIRS-Ergebnissen unter Anwendung der erarbeiteten Kalibrierfunktion

##### 3.6.4.3.2.3 Vergleich der NIRS-Analysenwerte

Vergleich der NIRS-Analysenwerte mit den Laborwerten der Referenzanalyse

##### 3.6.4.3.2.4 Qualität der Kalibrierung

SEP: Standardfehler der Bestimmung

Bias: Systematischer Fehler der Untersuchung

SEP(C): Zufälliger Fehler der Bestimmung

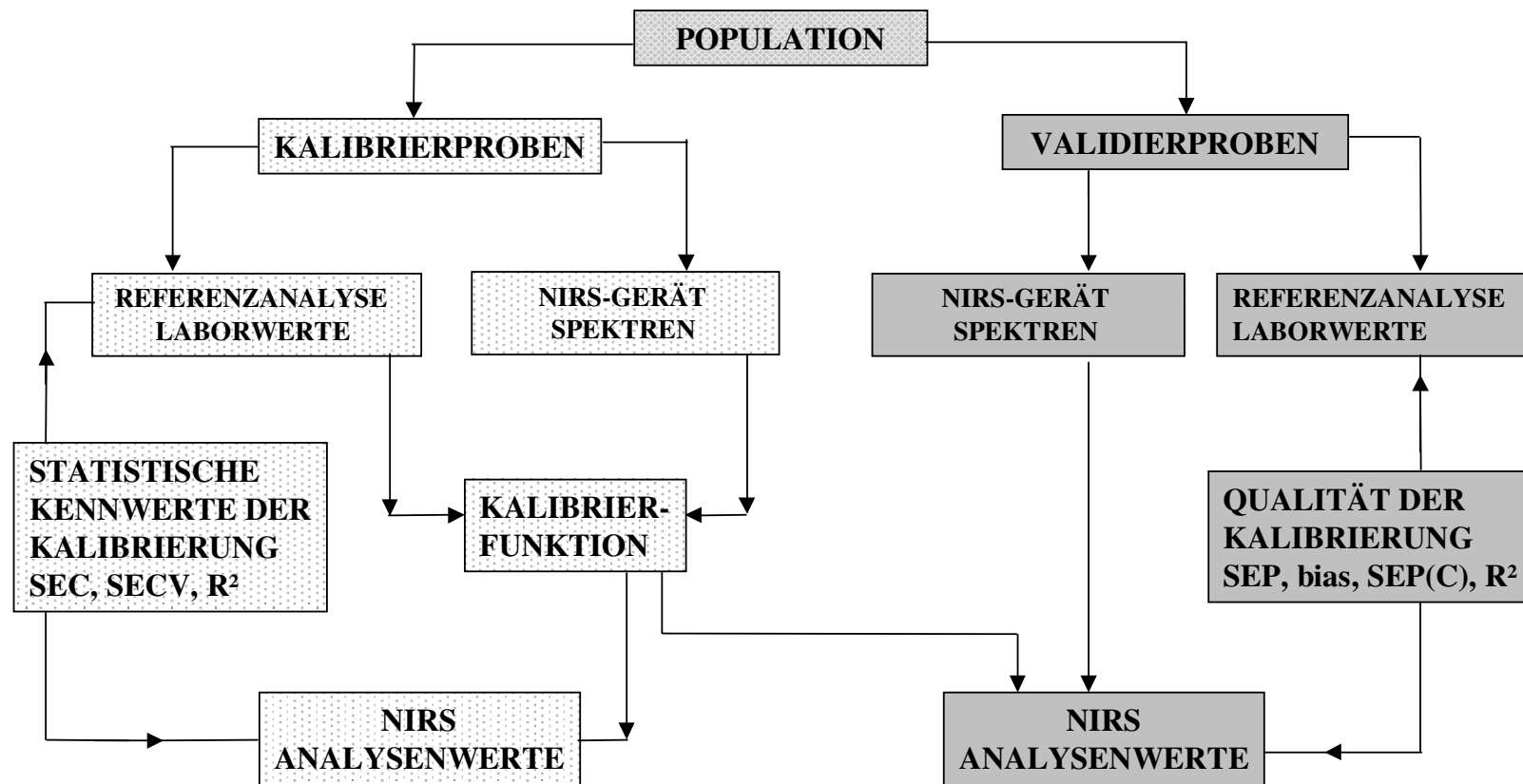
$R^2$ : Bestimmtheitsmaß der Regression der NIRS-Analysenwerte auf die Referenzwerte der Validierproben

### 3.6.4.3.3 Kalibrationstransfer

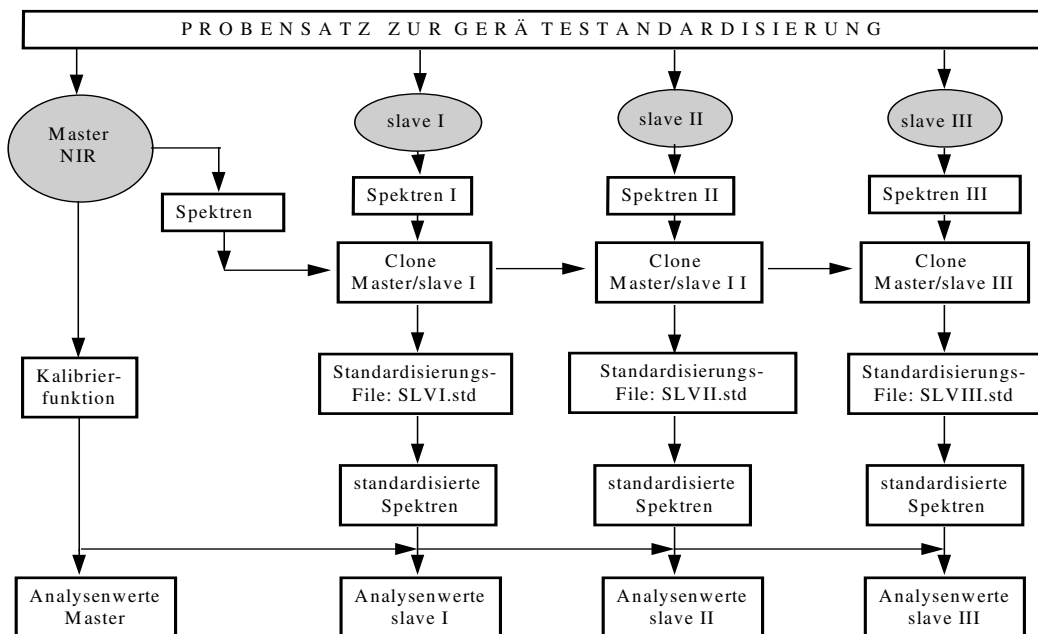
Die Übertragung von Kalibrierfunktionen auf andere, baugleiche Analysengeräte, wie es der Aufbau eines Gerätenetzwerkes erfordert, ist auf Grund der optischen Toleranzen der Geräte nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde die Vernetzung von NIRS Geräten mittels Gerätestandardisierung durchgeführt (Abbildung 3.6). In diesem Fall wird ein repräsentativer Probensatz sowohl am Master- als auch an den Satellitengeräten vermessen. Mit Hilfe einer speziellen Software werden die Spektren der Satellitengeräte an die des Mastergerätes angepasst (geklont) und die dazu notwendigen mathematischen Funktionen für die einzelnen Wellenlängen in einem Standardisierungsfile gespeichert. Mit Hilfe diese Files lassen sich die später aufgezeichneten Spektren von Satellitengeräten rechnerisch an die des Mastergerätes anpassen und die Kalibrierfunktionen des Mastergerätes können auf die standardisierten Spektren der Satellitengeräte angewandt werden.

Abbildung. 3.6: Kalibrationsentwicklung in der Nahinfrarotreflexionspektroskopie (NIRS)



**Abbildung 3.7.: Kalibrationstransfer nach Gerätstandardisierung**



### 3.6.4.4 Gerät Netzwerk

Der Aufbau eines Gerät Netzwerktes gliedert sich in folgende Teilbereiche:

#### 3.6.4.4.1 Standardisierung der NIRS Untersuchung hinsichtlich

- NIRS Analysengerät (NIRSSystems 6500 bzw. 5000)
- Festlegung des zu untersuchenden Teilstückes (13. Rippe, M.long.d.)
- Probenbearbeitung nach dem Frosten (alternativ schlachtfrisch )
- Reproduzierbare Probenkonsistenz durch Einsatz von Industriemoulinetten (Grindomix, Fa Retsch) und zeitlich festgelegten Vermusungsintervallen (45s )
- Verarbeitung definierter Probenmengen (70-100g) und darauf abgestimmte Probengefäße
- Einhaltung einer definierten Probentemperatur bei der Messung (11-15 °C)
- Einhalten zeitlich definierter Bearbeitungsabläufe

#### 3.6.4.4.2 Spektrenstandardisierung der NIRS Geräte der BLT und der LBVW (Standardisierungsfile)



**3.6.4.4.3** Übereinstimmung der Ergebnisse der Standardisierungsproben von BLT und LBVW

**3.6.4.4.4** Validierung der Standardisierung mit unbekanntem Proben BLT-LBVW-Chemie

**3.6.4.4.5** Messung an verschiedenen Orten und nach unterschiedlichen Lagerungszeiten

**3.6.4.4.6** Abgleich der nasschemischen Analytik nach Festlegung der Referenzanalytik (hier §35 LMBG).

### **3.6.5 Videoanalyse**

Für die videoanalytische Auswertung der Rückenmuskeln ist das Computerprogramm "PicEd Cora - Farbbildanalyse" der Fa. Metzger EDV in Anwendung. Durch ein Farbkontrastverfahren wurden die Fetteinschlüsse gefärbt und videoanalytisch planimetriert. Dadurch konnte der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche berechnet werden. Die Tauglichkeit dieses Programmes zur Klärung der Fragestellung „objektive Erhebung der Marmorierung“ wurde geprüft. Nachdem dieses spezifische Programm bisher noch nicht für diese Fragestellung im Einsatz war, wurden gemeinsam mit der Fa. Metzger mögliche Ergänzungen bzw. Erweiterungen des Programmes ausgearbeitet. Außerdem wurden verschiedene Beleuchtungskörper (Farbspektren) für eine optimale Bildaufnahme getestet und die photographischen Aufnahmen optimiert. Für die Aufnahme der digitalen Bildern kommen nunmehr Beleuchtungskörper der Fa. Waldmann Lichttechnik zu Anwendung. Schutzrohrleuchte SLCV 111 (Leuchtstoffröhre PL-S11W/840, 4000 °K, 11 W / 230V V/50 HZ/IP 67) in Plexiglasrohr mit Parbolraster.

## **3.7 Statistische Auswertungsmethoden**

Das Datenmaterial für die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung und der Fleischqualität wurde varianzanalytisch mit der GLM-Procedure, Version 8.2 von SAS (2001) ausgewertet. Die paarweisen Gruppenvergleiche erfolgten mit einem multiplen t-Test mit Korrektur der errechneten P-Werte nach Bonferroni-Holm (ESSL, 1987). Signifikante Gruppenunterschiede ( $P < 0,05$ ) sind in den Ergebnistabellen mit verschiedenen hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet. Bei allen quantitativen Kriterien sind die Least-Squares-Gruppenmittelwerte, die Residualstandardabweichungen ( $s_e$ ) und die Signifikanz aus dem Bonferroni-Holm-Test angegeben.

Die nicht normal verteilten Daten wurden mit dem multiplen H-Test nach Kruskal und Wallis (ESSL, 1987) geprüft. Diskontinuierliche Variable, deren Residuen der entsprechenden Modelle annähernd normal verteilt waren, wurden mit der GLM-Procedure nach SAS (2001) berechnet. Die hier ausgewiesenen P-Werte sind dann als entsprechende Approximationen zu verstehen.

Für die Auswertung aller quantitativen Merkmale kamen die unten ausgearbeiteten statistischen Modelle zur Anwendung. Effekte und Regressionsvariable, die nicht signifikant sind, wurden aus den Modellen herausgenommen.

### Modell 1: Für Merkmale der Mast-, Schlachtleistung

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + H_j + S_k + b1(FEA_{ijk} - \overline{FEA}) + b2(FEA_{ijk} - \overline{FEA})^2 + (R_i * H_j * S_k) + e_{ijkl}$$

- $Y_{ijk}$  = Beobachtungswert
- $\mu$  = gemeinsame Konstante
- $R_i$  = fixer Effekt der Rasse i, i = 1, 2
- $H_j$  = fixer Effekt der Haltung j, j = 1, 2
- $S_k$  = fixer Effekt der Schlachtkategorie k, k = 1, 2
- $(R_i * H_j * S_k)$  = Wechselwirkung zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie
- $FEA_{ijk}$  = Kovariable Fettanteil am Schlachtkörper
- $b$  = lineare und quadratische Regressionskoeffizienten
- $e_{ijk}$  = Restkomponente von  $y_{ijk}$

### Modell 2 a und b: Für Merkmale der Fleischqualität

a) 
$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + H_j + S_k + (R_i * H_j * S_k) + e_{ijkl}$$

b) 
$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + H_j + S_k + M_l + V_m + (R_i * H_j * S_k * M_l * V_m) + e_{ijklm}$$

- $Y_{ijklmn}$  = Beobachtungswert
- $\mu$  = gemeinsame Konstante
- $R_i$  = fixer Effekt der Rasse i, i = 1-2

$H_j$	= fixer Effekt der Haltung $j$ , $j = 1-2$
$S_k$	= fixer Effekt der Schlachtkategorie $k$ , $k = 1, 2$
$M_l$	= fixer Effekt des Muskels $l$ , $l = 1-2$
$V_m$	= fixer Effekt der Verkostungsperson $m$ , $m = 1 - 6$
$(R_i * H_j * S_k * M_l * V_m)$	= Wechselwirkung zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie
$e_{ijklmn}$	= Restkomponente von $y_{ijklmn}$

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Futtermitteluntersuchungen

Die Analysen der Futtermittel wurden im Futtermittellabor Rosenau der Niederösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer durchgeführt. In **Tabelle 4.1** werden die durchschnittlichen Nährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel je kg Trockenmasse aus 3 Untersuchungen dargestellt.

**Tabelle 4.1: Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel**

Nährstoff (g/kg)	Pelletalleinfutter		Maissilage <sup>*2</sup>		Ergänzungskraftfutter <sup>*2</sup>			
	Mastfutter-I <sup>*1</sup>							
	Kälberaufzucht		FM	T	FM	T	FM	T
<b>Trockenmasse (T), g</b>	881	1000	331	1000	869	1000		
<b>Rohprotein, g / kg T</b>	151	171	22	66	236	272		
<b>Rohfett, g / kg T</b>	29	33	9	28	20	23		
<b>Rohfaser, g / kg T</b>	32	36	69	209	33	38		
<b>ME, MJ / kg T</b>	11,59	13,16	3,51	10,61	11,37	13,08		

<sup>\*1</sup>...vom Einstelltag bis zum 124. Lebenstag (LT), <sup>\*2</sup>... vom 125. LT bis Mastende; FM ...Frischmasse; T ...Trockenmasse.

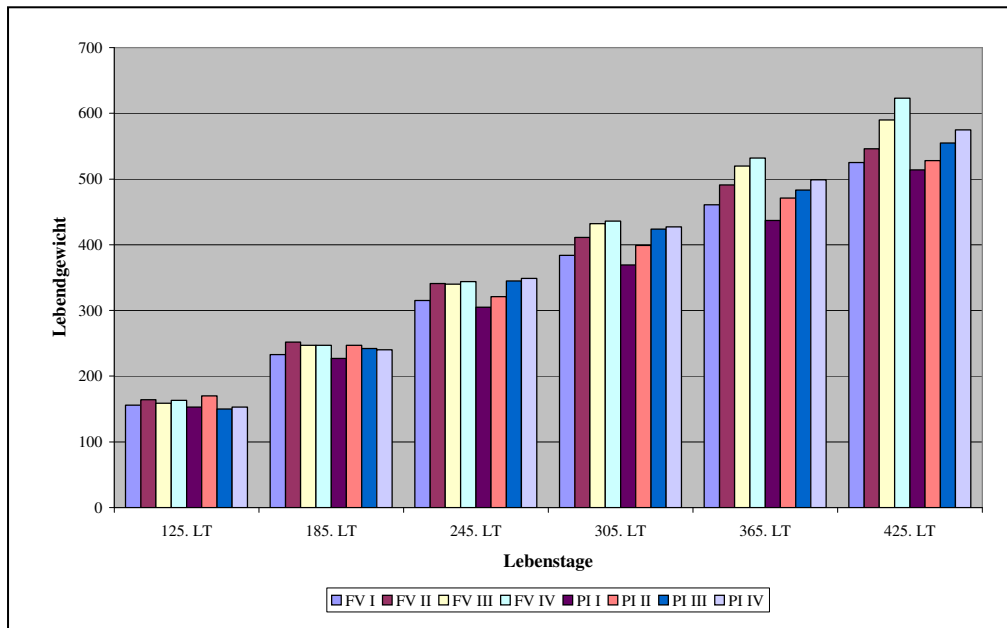
Bei einer Trockenmasse von 331 g beträgt der Rohproteingehalt der Maissilage im Durchschnitt 66 g, der Energiegehalt 10,61 MJ ME und der Rohfasergehalt 209 g je kg Trockenmasse. Nach der Beurteilung der Gärqualität liegt eine gute Maissilage vor. Nach einem Vergleich mit der von SCHWARZ (1999) nach den Nährstoffen definierten Qualität, hat eine gute Maissilage 32 – 36 % Trockensubstanz und einen mittleren Energiegehalt von 10,8 MJ/kg Trockenmasse.

### 4.2 Mast- und Schlachtleistung

#### 4.2.1 Mastleistung

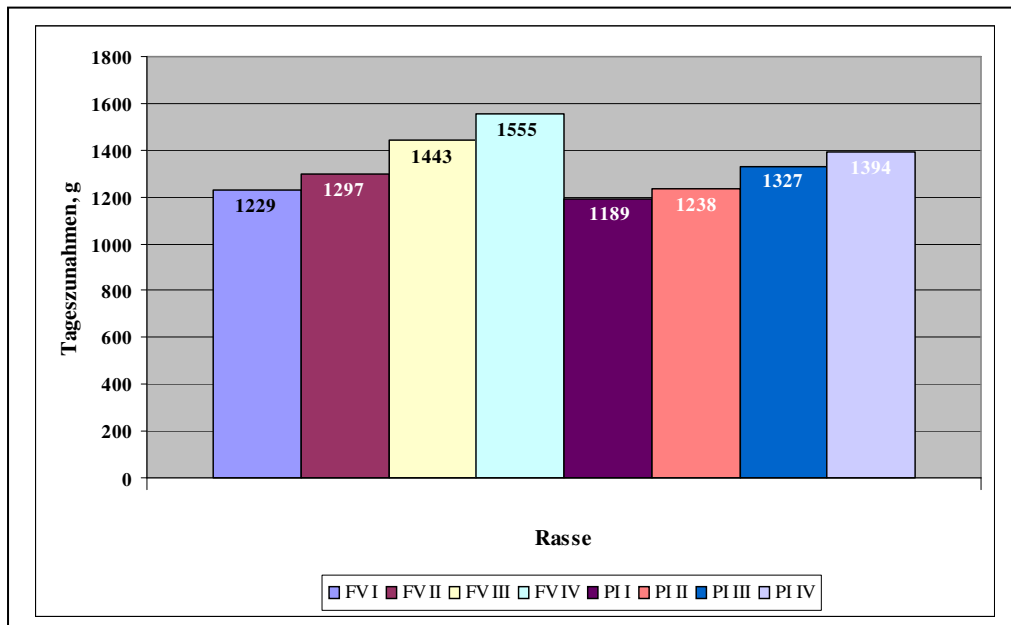
Die Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung sind in den **Tabellen 4.2 – 4.4** eingetragen. **Abbildung 4.1 und 4.2** verdeutlichen die Entwicklung der Lebendmasse und die Unterschiede in den Tageszunahmen in den einzelnen Gruppen vom 125. – 425. Lebenstag. Die Graphiken beruhen auf dem statistisch ausgewerteten Datenmaterial.

**Abbildung 4.1: Entwicklung der Lebendmasse vom 125. bis 425. Lebenstag**



Gruppe ...für die Gruppenbezeichnung siehe Tabelle 3.1 Versuchsplan

**Abbildung 4.2: Entwicklung der Tageszunahmen vom 125. – 425. Lebenstag**



Wie aus den [Abbildungen 4.1 und 4.2](#) hervorgeht, hatte sowohl die Rasse als auch die Haltung einen wesentlichen Einfluss auf die Lebendmasseentwicklung und die Tageszunahmen. Fleckvieh wies eine höhere Gewichtsentwicklung auf als die Pinzgauer Rasse. Die Fleckviehgruppen wogen am 425. Lebenstag im Durchschnitt 571 kg, die Pinzgauer 543 kg. Die Fleckviehstiere erreichten im Durchschnitt aller Gruppen Tageszunahmen von 1381 g, die Pinzgauer 1287 g.

In [Tabelle 4.2](#) können die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Mastleistung im Detail nachvollzogen werden. In den wesentlichen Merkmalen Mastdauer, Lebendmasse am 425. Lebenstag und den Tageszunahmen konnte ein Einfluss von Rasse, Haltung und Lebendmasse (Mastendgewicht) festgestellt werden. Fleckvieh erreichte im Durchschnitt die vorgesehenen Schlachtgewichte mit 337 Tagen, während die Pinzgauer 379 Tage benötigten. In der Koppelhaltung lag die Mastdauer bei 334 Tagen, in Anbindehaltung bei 383 Tagen. Alle Unterschiede waren signifikant. Durch die große Variabilität innerhalb der Rassen war der Einfluss der Lebendmasse bei der Schlachtung auf die Mastdauer nicht signifikant.

Gut erkennbar sind die Unterschiede in Rasse, Haltung und Schlachtalter in der Lebendmasseentwicklung am 425. Lebenstag. Fleckvieh war mit 571 kg im Durchschnitt um 28 kg schwerer als die Pinzgauer mit 543 kg. Die Stiere in der Koppelhaltung waren bereits um 58 kg schwerer als die Stiere in der Anbindehaltung.

Die Tageszunahmen wurden auch vom Schlachtalter beeinflusst. Vom 125. Lebenstag bis zum Mastende erreichten Stiere, die mit 580 kg geschlachtet worden sind, 1250 g, die mit 630 kg geschlachtet worden sind 1306 g Tageszunahmen. Die Stiere in Anbindehaltung unterlagen mit 1167 g den Stieren in Koppelhaltung mit 1389 g. Die Pinzgauer erreichten 1190 g, Fleckvieh 1367 g Tageszunahmen.

Die Futteraufnahmeleistung ([Tabelle 4.3](#)) war bei beiden Rassen gleich. Fleckvieh nahm im Durchschnitt 6,3 kg T/d, die Pinzgauer 6,2 kg T/d auf, wobei die Rohverwertung beim Fleckvieh mit 4,6 kg T/kg Zunahme signifikant besser ausfiel als bei den Pinzgauern mit 5,3 kg T/kg Zunahme. Die in der Koppel gehaltenen Stiere hatten eine um 0,5 kg höhere Trockensmasseaufnahme als die Stiere in Anbindehaltung, wobei die Rohverwertung in dieser Haltungsform mit 5,3 kg T/kg Zunahme signifikant schlechter beziffert war als bei der Koppelhaltung mit 4,6 kg T/kg Zunahme. Durch die Verlängerung des Mast von 580 kg auf 630 kg Mastendmasse verbesserte sich die Rohverwertung von 5,1 auf 4,9 kg T/kg Zunahme.



**Tabelle 4.2: Merkmale der Mastleitung, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ( $s_e$ )**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		$s_e$
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SA 1	SA 2	
<b>n</b>	10	9	9	9	8	10	8	8	37	34	38	34	35	37	
<b>Mastdauer</b>	366 <sup>bc</sup>	366 <sup>bc</sup>	299 <sup>d</sup>	318 <sup>de</sup>	407 <sup>a</sup>	392 <sup>ac</sup>	345 <sup>bc</sup>	373 <sup>ace</sup>	337 <sup>b</sup>	379 <sup>a</sup>	383 <sup>a</sup>	334 <sup>b</sup>	354	362	
<b>Lebendmasse, kg</b>	585	640	597	637	573	616	585	628	614	604	603	612	585 <sup>b</sup>	629 <sup>a</sup>	26,2
<b>Schlachtalter, d</b>	491 <sup>ac</sup>	491 <sup>ac</sup>	424 <sup>b</sup>	443 <sup>bc</sup>	532 <sup>a</sup>	517 <sup>ad</sup>	470 <sup>bd</sup>	498 <sup>acd</sup>	462 <sup>b</sup>	504 <sup>a</sup>	507 <sup>a</sup>	459 <sup>b</sup>	479	487	40,6
<b>LM, 125. LT, kg</b>	156	164	159	163	153	170	150	153	160	156	161	156	154	162	22,9
<b>LM, 185. LT, kg</b>	233	252	247	247	227	247	242	240	245	239	239	244	237	246	28,3
<b>LM, 245. LT, kg</b>	315	341	340	344	305	321	345	349	335	330	320 <sup>b</sup>	345 <sup>a</sup>	326	339	29,3
<b>LM, 305. LT, kg</b>	384	411	432	436	369	399	424	427	415	405	391 <sup>b</sup>	430 <sup>a</sup>	402	418	36,7
<b>LM, 365. LT, kg</b>	461	491	520	532	437	471	483	499	501 <sup>a</sup>	472 <sup>b</sup>	465 <sup>b</sup>	508 <sup>a</sup>	475	498	41,3
<b>LM, 425. LT, kg</b>	525 <sup>b</sup>	546 <sup>bc</sup>	590 <sup>ac</sup>	623 <sup>a</sup>	514 <sup>b</sup>	528 <sup>bc</sup>	555 <sup>bc</sup>	575 <sup>ac</sup>	571 <sup>a</sup>	543 <sup>b</sup>	528 <sup>b</sup>	586 <sup>a</sup>	546 <sup>b</sup>	568 <sup>a</sup>	29,7
<b>TZN, 125.–425. LT, g</b>	1229 <sup>bd</sup>	1297 <sup>bc</sup>	1443 <sup>ac</sup>	1555 <sup>a</sup>	1189 <sup>d</sup>	1238 <sup>bd</sup>	1327 <sup>bc</sup>	1394 <sup>ac</sup>	1381 <sup>a</sup>	1287 <sup>b</sup>	1238 <sup>b</sup>	1430 <sup>a</sup>	1297 <sup>b</sup>	1371 <sup>a</sup>	98,9
<b>TZN, 125. LT–ME, g</b>	1188 <sup>bc</sup>	1306 <sup>b</sup>	1474 <sup>a</sup>	1497 <sup>a</sup>	1050 <sup>c</sup>	1123 <sup>c</sup>	1287 <sup>b</sup>	1297 <sup>b</sup>	1367 <sup>a</sup>	1190 <sup>b</sup>	1167 <sup>b</sup>	1389 <sup>a</sup>	1250 <sup>b</sup>	1306 <sup>a</sup>	129,8
<b>TZN, 125.–185. LT, g</b>	1285	1465	1478	1400	1227	1283	1542	1447	1407	1375	1315 <sup>b</sup>	1467 <sup>a</sup>	1383	1399	241,3
<b>TZN, 185.–245. LT, g</b>	1365 <sup>bc</sup>	1488 <sup>b</sup>	1552 <sup>ab</sup>	1617 <sup>a</sup>	1300 <sup>b</sup>	1233 <sup>c</sup>	1708 <sup>a</sup>	1817 <sup>a</sup>	1505	1514	1346 <sup>b</sup>	1673 <sup>a</sup>	1481	1538	198,8
<b>TZN, 245.–305. LT, g</b>	1150	1163	1520	1520	1077	1309	1314	1305	1338	1252	1175 <sup>b</sup>	1415 <sup>a</sup>	1265	1324	304,0
<b>TZN, 305.–365. LT, g</b>	1285 <sup>ab</sup>	1329 <sup>ab</sup>	1467 <sup>ab</sup>	1606 <sup>a</sup>	1131 <sup>ab</sup>	1192 <sup>b</sup>	983 <sup>b</sup>	1197 <sup>b</sup>	1422 <sup>a</sup>	1126 <sup>b</sup>	1234	1313	1217	1331	323,6
<b>TZN, 365.–425. LT, g</b>	1053 <sup>b</sup>	1269 <sup>b</sup>	1622 <sup>a</sup>	1704 <sup>a</sup>	1170 <sup>b</sup>	1221 <sup>b</sup>	1052 <sup>b</sup>	1183 <sup>b</sup>	1412 <sup>a</sup>	1157 <sup>b</sup>	1179 <sup>b</sup>	1390 <sup>a</sup>	1224	1344	560,0

FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; LM ...Lebendmasse am Schlachttag (Schlachthofgewicht); FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SA 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SA 2 ...Schlachtung mit 630 kg; LT ...Lebenstag; ME ...Mastende; TZN ...Tageszunahmen; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).

**Tabelle 4.3: Futter- und Nährstoffaufnahme, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s<sub>e</sub>)**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		s <sub>e</sub>
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SA 1	SA 2	
n	10	9	9	9	8	10	8	8	37	34	38	34	35	37	
<b>Futteraufnahme</b>															
Maissilage kg / d	7,0 <sup>b</sup>	7,1 <sup>b</sup>	8,8 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>	6,9 <sup>b</sup>	7,3 <sup>b</sup>	8,4 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	7,9	7,8	7,1 <sup>b</sup>	8,5 <sup>a</sup>	7,8	7,9	0,5
Maissilage TM, kg/d	2,6	2,6	3,2	3,1	2,5	2,7	3,1	3,1	2,9	2,8	2,6 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>	2,8	2,9	0,2
Kraftfutter TM, kg/d	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	0,08
Trockenmasse, kg/d	5,9 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,6 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	5,9 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>	6,4 <sup>a</sup>	6,3	6,2	6,0 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>	6,3	6,2	0,2
Rohprotein, g/d	1108 <sup>b</sup>	1114 <sup>bc</sup>	1165 <sup>a</sup>	1145 <sup>ac</sup>	1110 <sup>b</sup>	1124 <sup>bc</sup>	1159 <sup>a</sup>	1128 <sup>bc</sup>	1133	1130	1114 <sup>b</sup>	1149 <sup>a</sup>	1135	1128	24,7
ME, MJ/d	71,7 <sup>b</sup>	72,3 <sup>b</sup>	78,8 <sup>a</sup>	77,5 <sup>a</sup>	71,5 <sup>b</sup>	73,2 <sup>b</sup>	77,5 <sup>a</sup>	75,9 <sup>a</sup>	75,1	74,6	72,2 <sup>b</sup>	77,4 <sup>a</sup>	74,9	74,7	2,2
<b>Futteraufwand</b>															
Trockenmasse, kg/kg	5,1 <sup>bcd</sup>	4,6 <sup>bd</sup>	4,5 <sup>bd</sup>	4,4 <sup>b</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,4 <sup>ac</sup>	5,2 <sup>ad</sup>	5,0 <sup>bcd</sup>	4,6 <sup>b</sup>	5,3 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	4,8 <sup>b</sup>	5,1 <sup>a</sup>	4,9 <sup>b</sup>	0,5
Rohprotein, g/kg	942 <sup>bc</sup>	854 <sup>bd</sup>	796 <sup>d</sup>	772 <sup>d</sup>	1074 <sup>a</sup>	1000 <sup>ac</sup>	919 <sup>bc</sup>	884 <sup>bcd</sup>	841 <sup>b</sup>	969 <sup>a</sup>	968 <sup>a</sup>	843 <sup>b</sup>	933 <sup>a</sup>	878 <sup>b</sup>	93,5
ME, MJ/kg	60,9 <sup>bcd</sup>	55,5 <sup>bd</sup>	53,9 <sup>bd</sup>	52,3 <sup>b</sup>	69,2 <sup>a</sup>	65,1 <sup>ac</sup>	61,5 <sup>ad</sup>	59,4 <sup>bcd</sup>	55,7 <sup>b</sup>	63,8 <sup>a</sup>	62,7 <sup>a</sup>	56,8 <sup>b</sup>	61,4 <sup>a</sup>	58,1 <sup>b</sup>	6,2

**FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; LM ...Lebendmasse am Schlachttag (Schlachthofgewicht); FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SA 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SA 2 ...Schlachtung mit 630 kg; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).**

## 4.2.2 Schlachtleistung

In den Tabellen 4.4 und 4.5 werden die Ergebnisse der Schlachtleistung ausgewiesen. Wie aus Tabelle 4.4 hervorgeht, hatten die Pinzgauer im Durchschnitt mit 135 cm einen um 3 cm längeren Schlachtkörper als Fleckvieh mit 132 cm. Die Haltung hatte auf dieses Merkmal keinen Einfluss. Die Schlachtkategorie wiederum wirkte sich signifikant auf die Schlachtkörperlänge aus. Stiere, die mit 630 kg geschlachtet wurden (Schlachtkategorie 2), hatten um 3 cm längere Schlachtkörper als jene, die mit 580 kg (Schlachtkategorie 1) geschlachtet wurden. Die Haltung hatte keinen Einfluss auf die Schlachtkörperlänge.

Auf die Merkmale Nettozunahme, Ausschlachtung und Rückenmuskelfläche hatten die drei Effekte Rasse, Haltung und Schlachtkategorie einen signifikanten Einfluss. Im Durchschnitt verzeichnete Fleckvieh um 90 g Nettozunahmen, 1,2 %-Punkte Ausschlachtung und 4,3 cm<sup>2</sup> Rückenmuskelfläche mehr als die Pinzgauer. Die Koppelhaltung brachte um 99 g höhere Nettozunahmen, eine um 1,6 %-Punkte höhere Ausschlachtung und eine um 3,1 cm<sup>2</sup> höhere Rückenmuskelfläche. Positiv wirkte sich auch die Verlängerung der Mast von 580 auf 630 kg Mastendmasse aus. Stiere die mit 630 kg geschlachtet wurden, erzielten um 49 g höhere Nettozunahmen und eine um 1,2 Prozentpunkte bessere Ausschlachtung als jene, die mit 580 kg geschlachtet wurden, der Unterschied in der Rückenmuskelfläche war nicht signifikant.

Der Fleischanteil (FLAN) war beim Fleckvieh um 2,1 %-Punkte höher als bei den Pinzgauern, Stiere aus der Koppelhaltung hatten einen um 3,1 %-Punkte höheren FLAN als Stiere aus der Anbindehaltung. Der Einfluss der Schlachtkategorie war nicht signifikant.

Der Fettanteil am Schlachtkörper war bei den Pinzgauern um 15,3 % höher als beim Fleckvieh, bei der Koppelhaltung war er um 25,6 % niedriger als bei der Anbindehaltung, die Schlachtkategorie zeigte keinen Effekt.

Der Knochenanteil brachte keine Rassen- und Haltungsunterschiede, wohl aber war er vom Schlachtzeitpunkt beeinflusst. Mit höherer Mastendmasse (630 kg) war der Knochenanteil mit 18,4 % um 4,2 % niedriger als mit niedrigerem Mastendgewicht (580 kg) mit 19,2 %.

Auch in der Teilstückzerlegung kamen die von Rasse und Haltung hervorgerufenen Unterschiede deutlich, die der Schlachtkategorie kaum zum Vorschein. Im Merkmal Anteil wertvoller Fleischteile (AWFT) liegen die Stiere aus der Koppelhaltung mit 38,7 % signifikant vor den Stieren aus der Anbindehaltung mit 37,6 %. Fleckvieh erreichte 39,2 %, die Pinzgauer 37,0 %, der Unterschied war signifikant.

Die Fleischigkeitsklasse und die Fettgewebeklasse wurde nach dem EUROP System bewertet, wobei für die Fleischigkeitsklasse E 5 Punkte, für P 1 Punkt vergeben wurde. Im

Durchschnitt hatte Fleckvieh eine Fleischigkeitsklasse zwischen U und R (3,3 Punkte) und die Pinzgauer zwischen R und O (2,7 Punkte), die Fettgewebeklasse war mit 2,0 bzw. 2,1 Punkten bei beiden Rassen nicht signifikant verschieden. Die Koppelstiere hatten eine um 15,8 % geringere Fettabdeckung als die Stiere aus der Anbindehaltung.

Der Fleisch-, Fett- und Knochenanteil wurde zusätzlich zu der am Schlachthof Königshof vorgenommenen Zerlegung mit den von KÖGEL (1999 a) vorgeschlagenen Regressionsgleichungen über Hilfsmerkmale geschätzt. Nach der Anpassung der Schätzwerte an die Zerlegewerte (KÖGEL 1999 b) kam es zu einer guten Übereinstimmung von den in **Tabelle 4.4** angegebenen Schätzwerten von Muskelfleischanteil (MFA), Fettanteil (FEA) und Knochenanteil (KNA) und den Zerlegewerten für Fleischanteil (FLAN), Fettanteil und Knochenanteil. Die Korrelation der beiden Fleischanteilsmerkmale (angepasster Schätzwert, Zerlegung) lag bei  $r = 0,98$ , der beiden Fettgewebeanteile bei  $r = 0,86$  und der beiden Knochenanteile bei  $r = 0,57$ . Die mittlere Differenz von MFA und FLAN lag bei  $-0,52$ , von FEA und Fettanteil bei  $-0,44$  und von KNA und Knochenanteil bei  $-0,07$ .

Der MFA wurde wie der FLAN vorwiegend von der Rasse und der Haltungsform beeinflusst. Während die Pinzgauer 69,3 % MFA bzw. 68,7 % FLAN erreichten, kam die Rasse Fleckvieh auf 71,2 % MFA bzw. 70,8 % FLAN. Besonders deutlich kommen in diesem Merkmal die Haltungsunterschiede zur Geltung. Während die Stiere aus der Koppelhaltung einen FLAN von 71,3 % (71,5 % MFA) erreichten, kamen die Stiere aus der Anbindehaltung auf einen FLAN von 68,2 % (68,9 % MFA). Der Fettanteil war in der Koppelhaltung mit 9 % (9,4 FEA) wesentlich geringer als in der Anbindehaltung mit 12,1 % (12,6 %).

In **Tabelle 4.5** werden die Ergebnisse der Teilstückezerlegung beschrieben. Bedingt durch die höhere Ausschachtung und der damit verbundenen höheren Schlachtmasse hatte Fleckvieh ein höheres Gewicht beim Hinter- und Vorderviertel. Bemerkenswert ist aber, dass kein Rassenunterschied im Gewicht von Beiried und Rostbraten besteht, sondern dass eine bessere Bemuskulung des Knöpfels und der Schulter ausschlaggebend für die Unterschiede ist. Das Gewicht von Gekröse und Nierenfett war bei den Pinzgauern deutlich höher als beim Fleckvieh. Durch die Haltung der Stiere auf der Koppel wurde die Ausprägung dieser beiden Merkmale stark verringert. Das Gewicht von Haut, Kopf und Zunge war bei den Pinzgauern höher als beim Fleckvieh. Die Haltung hatte keinen Einfluss auf das Haut- und Zungengewicht, wohl aber auf das Gewicht des Kopfes, welches bei der Koppelhaltung um 0,6 kg höher war als bei der Anbindehaltung. Die Schlachtkategorie wirkt sich auf das Gewicht von Zunge und Kopf aus, welches durch das höhere Mastendgewicht auch erhöht wurde. Das Hautgewicht war nicht beeinflusst.

**Tabelle 4.4: Merkmale der Schlachtleistung, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ( $s_e$ )**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		$s_e$
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SA 1	SA 2	
<b>N (35 FV, 33 PI)</b>	10	9	9	9	8	10	8	8	37	34	38	34	35	37	
<b>Lebendmasse</b>	585	640	597	637	573	616	585	628	614	602	604	612	585	632	26,2
<b>ZHG warm, kg</b>	328 <sup>b</sup>	362 <sup>a</sup>	341 <sup>ab</sup>	361 <sup>a</sup>	308 <sup>b</sup>	341 <sup>ab</sup>	327 <sup>b</sup>	363 <sup>a</sup>	348 <sup>a</sup>	335 <sup>b</sup>	335 <sup>b</sup>	348 <sup>a</sup>	326 <sup>b</sup>	357 <sup>a</sup>	18,4
<b>ZHG kalt, kg</b>	320 <sup>bc</sup>	355 <sup>a</sup>	333 <sup>ab</sup>	354 <sup>a</sup>	302 <sup>c</sup>	334 <sup>ab</sup>	319 <sup>bc</sup>	354 <sup>a</sup>	340 <sup>a</sup>	327 <sup>b</sup>	328 <sup>b</sup>	340 <sup>a</sup>	319 <sup>b</sup>	349 <sup>a</sup>	18,0
<b>Schlachtkörperlänge, cm</b>	131 <sup>b</sup>	134 <sup>ab</sup>	129 <sup>c</sup>	135 <sup>a</sup>	134 <sup>ab</sup>	136 <sup>a</sup>	133 <sup>ab</sup>	136 <sup>a</sup>	132 <sup>b</sup>	135 <sup>a</sup>	134	133	132 <sup>b</sup>	135 <sup>a</sup>	3,5
<b><sup>1</sup>Nettozunahme, g</b>	672 <sup>bc</sup>	744 <sup>ab</sup>	806 <sup>a</sup>	821 <sup>a</sup>	587 <sup>c</sup>	661 <sup>bc</sup>	699 <sup>b</sup>	734 <sup>ab</sup>	761 <sup>b</sup>	671 <sup>a</sup>	666 <sup>b</sup>	765 <sup>a</sup>	691 <sup>b</sup>	740 <sup>a</sup>	73,1
<b>Ausschlachtung, %</b>	56,0 <sup>a</sup>	56,7 <sup>a</sup>	57,1 <sup>a</sup>	56,7 <sup>a</sup>	52,8 <sup>b</sup>	55,3 <sup>a</sup>	55,9 <sup>a</sup>	57,7 <sup>a</sup>	56,6 <sup>a</sup>	55,4 <sup>b</sup>	55,2 <sup>b</sup>	56,8 <sup>a</sup>	55,4 <sup>b</sup>	56,6 <sup>a</sup>	1,7
<b>Rückenmuskelfläche</b>	47,16 <sup>b</sup>	57,67 <sup>a</sup>	59,65 <sup>a</sup>	52,24 <sup>ab</sup>	45,99 <sup>b</sup>	50,06 <sup>b</sup>	51,58 <sup>ab</sup>	52,97 <sup>ab</sup>	54,18 <sup>a</sup>	50,15 <sup>b</sup>	50,22 <sup>b</sup>	54,11 <sup>a</sup>	51,10	53,23	7,1
<b>FLAN, %</b>	69,1 <sup>bd</sup>	70,0 <sup>bcde</sup>	72,6 <sup>a</sup>	71,4 <sup>ac</sup>	66,6 <sup>e</sup>	67,1 <sup>e</sup>	70,5 <sup>ad</sup>	70,6 <sup>ad</sup>	70,8 <sup>a</sup>	68,7 <sup>b</sup>	68,2 <sup>b</sup>	71,3 <sup>a</sup>	69,7	69,8	2,1
<b>Fettanteil, %</b>	10,6 <sup>bd</sup>	11,3 <sup>b</sup>	08,0 <sup>c</sup>	09,3 <sup>cd</sup>	13,0 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	09,3 <sup>cd</sup>	09,5 <sup>cd</sup>	09,8 <sup>b</sup>	11,3 <sup>a</sup>	12,1 <sup>a</sup>	09,0 <sup>b</sup>	10,2	10,9	1,8
<b>Knochenanteil, %</b>	19,4 <sup>a</sup>	17,8 <sup>bc</sup>	18,5 <sup>ac</sup>	18,4 <sup>ac</sup>	19,5 <sup>a</sup>	18,6 <sup>ac</sup>	19,2 <sup>a</sup>	18,9 <sup>ac</sup>	18,5	19,1	18,8	18,7	19,2 <sup>a</sup>	18,4 <sup>b</sup>	1,2
<b>AWFT, %</b>	38,7 <sup>a</sup>	38,8 <sup>a</sup>	39,6 <sup>a</sup>	39,6 <sup>a</sup>	36,4 <sup>b</sup>	36,3 <sup>b</sup>	37,6 <sup>ab</sup>	37,8 <sup>ab</sup>	39,2 <sup>a</sup>	37,0 <sup>b</sup>	37,6 <sup>b</sup>	38,7 <sup>a</sup>	38,1	38,1	1,6
<b>Fleischigkeitsklasse</b>	2,9 <sup>bcd</sup>	3,5 <sup>ac</sup>	3,7 <sup>a</sup>	3,1 <sup>acd</sup>	2,3 <sup>bd</sup>	2,6 <sup>bd</sup>	2,8 <sup>bcd</sup>	3,2 <sup>ad</sup>	3,3 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	3,2 <sup>a</sup>	2,9	3,1	0,6
<b>Fettgewebeklasse</b>	2,0 <sup>ab</sup>	2,3 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	1,9 <sup>ab</sup>	2,2 <sup>ab</sup>	2,3 <sup>a</sup>	2,0 <sup>ab</sup>	2,0 <sup>ab</sup>	2,0	2,1	2,3 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>	2,0	2,1	0,4
<b><sup>2</sup>MFA, %</b>	70,5 <sup>bd</sup>	70,6 <sup>bcde</sup>	72,4 <sup>a</sup>	71,5 <sup>ac</sup>	66,8 <sup>e</sup>	67,9 <sup>e</sup>	70,7 <sup>ad</sup>	71,6 <sup>ad</sup>	71,2 <sup>a</sup>	69,3 <sup>b</sup>	68,9 <sup>b</sup>	71,5 <sup>a</sup>	70,1	70,4	1,8
<b><sup>2</sup>FEA., %</b>	10,6 <sup>bd</sup>	11,3 <sup>b</sup>	08,4 <sup>c</sup>	09,3 <sup>cd</sup>	14,3 <sup>a</sup>	14,3 <sup>a</sup>	10,2 <sup>cd</sup>	09,8 <sup>cd</sup>	09,9 <sup>b</sup>	12,1 <sup>a</sup>	12,6 <sup>a</sup>	09,4 <sup>b</sup>	10,8	11,2	2,6
<b><sup>2</sup>KNA, %</b>	19,6 <sup>a</sup>	18,0 <sup>bc</sup>	18,9 <sup>ac</sup>	19,2 <sup>ac</sup>	19,2 <sup>a</sup>	18,1 <sup>ac</sup>	19,5 <sup>a</sup>	18,6 <sup>ac</sup>	18,9	18,8	18,7	19,0	19,3 <sup>a</sup>	18,5 <sup>b</sup>	1,2

**FV 1** ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; **FV 2** ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **FV 3** ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; **FV 4** ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; **PI 1** ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; **PI 2** ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **PI 3** ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; **PI 4** ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **LM** ...Lebendmasse am Schlachttag (Schlachthofgewicht); **FV** ...Fleckvieh; **PI** ...Pinzgauer; **AH** ...Anbindehaltung; **KO** ...Koppelhaltung; **SA 1** ...Schlachtung mit 580 kg; **SA 2** ...Schlachtung mit 630 kg; **ZHG** ...Zweihälftengewicht; **FLAN** ...Fleischanteil nach Zerlegung; <sup>1</sup> ...korrigiert auf Schlachtreife; <sup>2</sup>**MFA, FEA, KNA** ...Muskelfleischanteil, Fettanteil, Knochenanteil geschätzt nach KÖGEL (1999a,b); **AWFT** ...Anteil wertvoller Fleischteile; **EUROP** ....E = 5 Punkte, P = 1 Punkt, <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).

**Tabelle 4.5: Merkmale der Schlachtleistung, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ( $s_e$ )**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		$s_e$
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SA 1	SA 2	
<b>N (35 FV, 33 PI)</b>	10	9	9	9	8	10	8	8	37	34	38	34	35	37	
<b>Hinterviertel, kg</b>	62,5 <sup>bc</sup>	69,4 <sup>a</sup>	66,5 <sup>ac</sup>	70,5 <sup>a</sup>	55,3 <sup>d</sup>	60,8 <sup>bc</sup>	60,5 <sup>bc</sup>	67,5 <sup>a</sup>	67,2 <sup>a</sup>	61,0 <sup>b</sup>	62,0 <sup>b</sup>	66,2 <sup>a</sup>	61,2 <sup>b</sup>	67,1 <sup>a</sup>	4,7
<b>Vorderviertel, kg</b>	46,7 <sup>bc</sup>	51,5 <sup>a</sup>	50,8 <sup>ac</sup>	52,5 <sup>a</sup>	42,6 <sup>b</sup>	46,8 <sup>bc</sup>	49,2 <sup>ac</sup>	53,6 <sup>a</sup>	50,4 <sup>a</sup>	48,1 <sup>b</sup>	46,9 <sup>b</sup>	51,5 <sup>a</sup>	47,3 <sup>b</sup>	51,1 <sup>a</sup>	3,5
<b>Beiried und Rostbraten</b>	9,3 <sup>ab</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	10,5 <sup>a</sup>	8,7 <sup>b</sup>	9,4 <sup>ab</sup>	9,4 <sup>ab</sup>	10,4 <sup>ab</sup>	10,0	9,4	9,4 <sup>b</sup>	10,1 <sup>a</sup>	9,4 <sup>b</sup>	10,1 <sup>a</sup>	1,3
<b>Tafelstück, kg</b>	17,3 <sup>bc</sup>	19,2 <sup>a</sup>	18,7 <sup>ac</sup>	19,7 <sup>a</sup>	14,3 <sup>d</sup>	16,3 <sup>b</sup>	16,5 <sup>b</sup>	18,6 <sup>ac</sup>	18,7 <sup>a</sup>	16,4 <sup>b</sup>	16,8 <sup>b</sup>	18,4 <sup>a</sup>	16,7 <sup>b</sup>	18,4 <sup>a</sup>	1,3
<b>Gekrösefett (GF), kg</b>	4,1 <sup>b</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	3,8 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	7,8 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	4,6 <sup>ab</sup>	4,8 <sup>ab</sup>	4,3 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>	4,2 <sup>b</sup>	5,0	5,4	2,5
<b>Nierenfett (NF), kg</b>	4,9 <sup>bc</sup>	6,5 <sup>abc</sup>	3,4 <sup>c</sup>	3,9 <sup>c</sup>	9,4 <sup>ab</sup>	11,3 <sup>a</sup>	4,4 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>	4,7 <sup>b</sup>	7,4 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	4,1 <sup>b</sup>	5,5	6,6	4,1
<b>Nierentalganteil, %</b>	1,49 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	1,01 <sup>b</sup>	1,08 <sup>b</sup>	3,00 <sup>a</sup>	3,31 <sup>a</sup>	1,33 <sup>b</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>	2,22 <sup>a</sup>	2,40 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	1,71	1,86	1,2
<b>Zunge, kg</b>	2,3 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,4 <sup>ab</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,5	2,5	2,4 <sup>b</sup>	2,6 <sup>a</sup>	0,3
<b>Kopf, kg</b>	16,4 <sup>b</sup>	16,6 <sup>bc</sup>	16,9 <sup>bc</sup>	17,5 <sup>ab</sup>	17,5 <sup>ab</sup>	17,7 <sup>ac</sup>	17,3 <sup>ab</sup>	18,5 <sup>a</sup>	16,9 <sup>b</sup>	17,7 <sup>a</sup>	17,0 <sup>b</sup>	17,6 <sup>a</sup>	17,0 <sup>b</sup>	17,6 <sup>a</sup>	1,0
<b>Haut, kg</b>	54,6	56,4	53,6	56,0	58,4	60,4	55,6	60,8	55,2 <sup>b</sup>	58,8 <sup>a</sup>	57,4	56,5	55,5	58,4	4,7
<b>Hautanteil, %</b>	9,3 <sup>ab</sup>	8,8 <sup>b</sup>	9,0 <sup>bc</sup>	8,8 <sup>b</sup>	10,2 <sup>a</sup>	9,8 <sup>ac</sup>	9,5 <sup>ab</sup>	9,7 <sup>ac</sup>	9,0 <sup>b</sup>	9,8 <sup>a</sup>	9,5	9,3	9,5	9,3	0,7

FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; LM ...Lebendmasse am Schlachttag (Schlachthofgewicht); FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SA 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SA 2 ...Schlachtung mit 630 kg; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).

## 4.3 Fleischqualität

### 4.3.1 Fleischinhaltsstoffe

In **Tabelle 4.6** werden die Einflüsse von Rasse, Haltungssystem und Schlachtkategorie auf die Fleischinhaltsstoffe (Wasser, Fett, Eiweiß, Asche) vorgestellt. Angeführt sind die Daten aus der nahen Infrarotmessung (NIRS).

Im Wassergehalt waren Haltungssysteme zu verzeichnen. In der Anbindehaltung erreichten die Stiere 73,97 % Wasser, in der Koppelhaltung 74,98 %. Die Unterschiede bei Rasse und Schlachtkategorie waren nicht signifikant. Den höchsten Wassergehalt enthielt Fleisch der Gruppe FV 3 (75,42 %). Diese Stiere waren auf der Koppel untergebracht und wurden mit 580 kg geschlachtet.

In den Merkmalen Eiweiß und Fett wurden signifikante Unterschiede zwischen den Rassen und Haltungssystemen erfasst. Fleisch von Fleckvieh enthielt 22,26 % Eiweiß und 1,81 % Fett, das der Pinzgauer 21,98 % und 2,20 % Fett. Im Fleisch aus der Anbindehaltung wurden 22,25 % Eiweiß und 2,56 % Fett, in dem aus der Koppelhaltung 21,98 % Eiweiß und 1,46 % Fett registriert. Den höchsten intramuskulären Fettgehalt (2,92 %) erreichten die Pinzgauer in Anbindehaltung, welche mit 630 kg geschlachtet worden waren (PI 2). Im Aschegehalt waren keine signifikante Unterschiede vorhanden.

Bei der Schätzung des intramuskulären Fettgehaltes innerhalb des *M. longissimus dorsi* (Rückenmuskel) erreichten die Pinzgauer einen Fettgehalt von 2,56 %, das Fleckvieh 1,91 %. Im *M. semitendinosus* (weißes Scherzel) waren die Unterschiede nicht signifikant (1,84 : 1,72 %). Die Eiweißgehalte waren innerhalb beider Muskeln nicht signifikant verschieden.

### 4.3.2 Fettsäuremuster

Die qualitative Zusammensetzung der Fettsäuren in den Muskeln *M. longissimus dorsi* und *M. semitendinosus* wird in **Tabelle 4.7** gezeigt. Obwohl es bei keiner der untersuchten Fettsäuren gravierende Unterschiede gab, konnten teilweise signifikante Haltungssystem- und Rassenunterschiede festgehalten werden. Bei den am häufigsten vorkommenden Fettsäuren (Ölsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure) wurden keine Unterschiede zwischen den Rassen festgestellt. Fleisch von Fleckvieh und Pinzgauern enthielt im Durchschnitt 40,67 % Ölsäure, 27,25 % Palmitinsäure und 16,2 % Stearinsäure. Rassenunterschiede gab es im Linol- und Linolensäuregehalt, nicht aber bei der Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und den



**Tabelle 4.6: Fleischinhaltsstoffe: NIRS –Analyse, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s<sub>e</sub>)**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		s <sub>e</sub>
	FV 1	FV2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SK 1	SK 2	
<b>n</b>	20	18	18	18	16	20	16	16	74	68	74	68	70	72	
<b>NIRS</b>															
<b>Wasser</b>	73,70 <sup>bc</sup>	74,32 <sup>bc</sup>	75,42 <sup>a</sup>	74,52 <sup>bc</sup>	74,12 <sup>b</sup>	73,76 <sup>b</sup>	75,14 <sup>ac</sup>	74,84 <sup>ac</sup>	74,49	74,47	73,97 <sup>b</sup>	74,98 <sup>a</sup>	74,59	74,36	1,38
<b>Gesamtfett (IMF)</b>	2,36 <sup>b</sup>	2,11 <sup>b</sup>	1,15 <sup>c</sup>	1,64 <sup>c</sup>	2,86 <sup>a</sup>	2,92 <sup>a</sup>	1,34 <sup>c</sup>	1,70 <sup>c</sup>	1,81 <sup>b</sup>	2,20 <sup>a</sup>	2,56 <sup>a</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,93	2,09	0,86
<b>Eiweiß</b>	22,61	22,39	21,80	22,26	21,86	22,14	21,92	21,93	22,26 <sup>a</sup>	21,96 <sup>b</sup>	22,25 <sup>b</sup>	21,98 <sup>b</sup>	22,04	22,18	0,73
<b>Asche</b>	1,10	1,09	1,08	1,13	1,10	1,10	1,11	1,13	1,10	1,11	1,10	1,11	1,10	1,12	0,05
<b>NIRS</b>															
<b>Innerhalb M. long. dorsi</b>															
<b>Wasser</b>	73,74	74,66	75,03	74,89	73,92	73,77	75,31	74,70	74,58	74,43	73,62 <sup>b</sup>	74,89 <sup>a</sup>	74,50	74,51	1,11
<b>Gesamtfett (IMF)</b>	2,43 <sup>b</sup>	2,35 <sup>b</sup>	1,26 <sup>c</sup>	1,58 <sup>c</sup>	3,34 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	1,51 <sup>c</sup>	1,91 <sup>c</sup>	1,91 <sup>b</sup>	2,56 <sup>a</sup>	2,91 <sup>a</sup>	1,56 <sup>b</sup>	2,14	2,33	0,92
<b>Eiweiß</b>	22,57	22,20	22,05	22,23	21,89	22,00	21,96	21,96	22,26	21,95	22,17	22,05	22,12	22,10	0,62
<b>Asche</b>	1,08	1,06	1,10	1,13	1,08	1,09	1,10	1,13	1,09	1,10	1,08 <sup>b</sup>	1,11 <sup>a</sup>	1,09	1,10	0,05
<b>Innerhalb M. semitendi.</b>															
<b>Wasser</b>	73,66	73,98	75,80	74,14	74,33	73,74	74,97	75,00	74,40	74,51	73,93 <sup>b</sup>	74,98 <sup>a</sup>	74,69	74,21	1,65
<b>Gesamtfett (IMF)</b>	2,28 <sup>ac</sup>	1,87 <sup>acd</sup>	1,03 <sup>b</sup>	1,70 <sup>bc</sup>	2,38 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	1,49 <sup>bd</sup>	1,72	1,84	2,22 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,72	1,85	0,80
<b>Eiweiß</b>	22,66	2,57	21,56	22,28	21,82	22,28	21,87	21,90	22,27	21,97	22,33 <sup>a</sup>	21,90 <sup>b</sup>	21,98	22,26	0,85
<b>Asche</b>	1,12	1,13	1,07	1,14	1,11	1,12	1,12	1,13	1,12	1,12	1,12	1,11	1,11	1,13	0,05

FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SK 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SK 2 ...Schlachtung mit 630 kg; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).

**Tabelle 4.7: Fettsäuren, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s<sub>e</sub>)**

Fettsäure, mol-%	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		s <sub>e</sub>
	FV 1	FV2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SK 1	SK 2	
<b>n</b>	20	18	18	18	16	20	16	16	74	68	74	68	70	72	
<b>Myristinsäure C14:0</b>	2,98	2,62	2,86	2,90	3,11	3,05	2,76	2,80	2,84	2,93	2,94	2,83	2,93	2,85	0,58
<b>Myristoleinsäure C14:1</b>	0,87	0,99	0,85	0,98	0,82	0,80	1,03	1,03	0,92	0,92	0,87	0,97	0,89	0,95	0,39
<b>Palmitinsäure C16:0</b>	28,24 <sup>a</sup>	28,12 <sup>a</sup>	26,63 <sup>ab</sup>	27,70 <sup>a</sup>	28,60 <sup>a</sup>	27,94 <sup>a</sup>	24,60 <sup>b</sup>	26,13 <sup>ab</sup>	27,67	26,82	28,22 <sup>a</sup>	26,26 <sup>b</sup>	27,02	27,47	2,30
<b>Palmitoleinsäure C16:1</b>	3,78	3,87	4,44	4,19	3,92	3,93	4,03	3,72	4,07	3,90	3,88	4,09	4,04	3,93	0,75
<b>Margarinsäure C17:0</b>	0,97	1,00	1,25	1,24	1,02	0,99	1,14	1,18	1,12	1,08	1,00 <sup>b</sup>	1,20 <sup>a</sup>	1,09	1,10	0,47
<b>Margaroleinsäure C17:1</b>	0,98 <sup>ab</sup>	0,71 <sup>b</sup>	1,26 <sup>a</sup>	1,07 <sup>ab</sup>	0,89 <sup>ab</sup>	0,97 <sup>ab</sup>	1,14 <sup>ab</sup>	1,24 <sup>ab</sup>	1,01	1,06	0,89 <sup>b</sup>	1,18 <sup>a</sup>	1,07	1,00	0,44
<b>Stearinsäure C18:0</b>	16,42	16,31	16,14	15,56	15,60	16,75	15,86	16,97	16,11	16,29	16,27	16,13	16,00	16,40	2,08
<b>Ölsäure C18:1</b>	41,15	41,32	39,73	40,39	41,89	40,83	40,85	39,15	40,65	40,68	41,30 <sup>a</sup>	40,03 <sup>b</sup>	40,91	40,42	2,47
<b>Linolsäure C18:2</b>	3,63 <sup>bd</sup>	3,74 <sup>bd</sup>	5,47 <sup>c</sup>	4,99 <sup>bc</sup>	3,31 <sup>d</sup>	3,87 <sup>bd</sup>	7,06 <sup>a</sup>	6,58 <sup>a</sup>	4,46 <sup>b</sup>	5,20 <sup>a</sup>	3,63 <sup>b</sup>	6,02 <sup>a</sup>	4,86	4,79	1,66
<b>Linolensäure C18:3</b>	0,94 <sup>ab</sup>	0,94 <sup>ab</sup>	1,15 <sup>a</sup>	0,74 <sup>ab</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,89 <sup>ab</sup>	0,89 <sup>ab</sup>	0,94 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>	0,93 <sup>a</sup>	0,85	0,73	0,74
<b>SFA</b>	48,61 <sup>a</sup>	48,05 <sup>a</sup>	46,87 <sup>ab</sup>	47,40 <sup>a</sup>	48,34 <sup>a</sup>	48,73 <sup>a</sup>	44,35 <sup>b</sup>	47,08 <sup>ab</sup>	47,74	47,12	48,43 <sup>a</sup>	46,43 <sup>b</sup>	47,04	47,82	3,00
<b>UFA</b>	51,35 <sup>a</sup>	51,57 <sup>a</sup>	52,90 <sup>ab</sup>	52,36 <sup>a</sup>	51,25 <sup>a</sup>	50,75 <sup>a</sup>	54,99 <sup>b</sup>	52,61 <sup>ab</sup>	52,04	52,40	51,23 <sup>b</sup>	53,21 <sup>a</sup>	52,62	51,82	3,00
<b>MUFA</b>	46,79	46,89	46,28	46,63	47,52	46,53	47,05	45,13	46,65	64,56	46,93	46,27	46,91	46,30	2,58
<b>PUFA</b>	4,57 <sup>bd</sup>	4,68 <sup>bd</sup>	6,62 <sup>ac</sup>	5,73 <sup>bc</sup>	3,73 <sup>d</sup>	4,22 <sup>d</sup>	7,94 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>	5,40	5,84	4,30 <sup>b</sup>	6,94 <sup>a</sup>	5,71	5,52	1,97
<b>SFA / UFA</b>	0,96 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,92	0,90	0,95 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>	0,90	0,93	0,11
<b>MUFA / SFA</b>	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,96	1,07	0,97	0,99	1,00	0,98	1,00	1,01	0,98	0,11
<b>PUFA / SFA</b>	0,10 <sup>bd</sup>	0,10 <sup>bd</sup>	0,14 <sup>ac</sup>	0,12 <sup>cd</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,09 <sup>bd</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,16 <sup>ac</sup>	0,12	0,13	0,09 <sup>b</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,13	0,12	0,05

**FV 1** ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; **FV 2** ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **FV 3** ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; **FV 4** ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; **PI 1** ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; **PI 2** ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **PI 3** ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; **PI 4** ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **FV** ...Fleckvieh; **PI** ...Pinzgauer; **AH** ...Anbindehaltung; **KO** ...Koppelhaltung; **SK 1** ...Schlachtung mit 580 kg; **SK 2** ...Schlachtung mit 630 kg; **SFA** ...gesättigte Fettsäuren (FS); **UFA** ...ungesättigte FS; **MUFA** ...einfach ungesättigte FS; **PUFA** ...mehrfach ungesättigte FS; **VHMUS** ...Verhältnis MUFA:SFA; **VHPUS** ...Verhältnis PUFA:SFA; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).

gesamten ungesättigten und gesättigten Fettsäuren. Während Fleckvieh auf 4,46 % Linolensäure, 0,94 % Linolensäure und 5,4 % PUFA kam, wies das Fleisch der Pinzgauer 5,20 % Linolensäure, 0,64 % Linolensäure und 5,84 % PUFA auf. Die Quotienten aus den einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) und den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) zu den gesättigten Fettsäuren (SFA) wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen auf.

Die Haltung hatte einen signifikanten Einfluss auf die Palmitin-, Margaritin-, Margarolein-, Öl-, Linol- und Linolensäure, nicht aber auf die Stearinsäure, die den dritt größten Anteil hatte. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren war bei der Anbindehaltung mit 48,43 % gegenüber 46,43 % bei der Koppelhaltung signifikant höher, der Anteil an ungesättigten Fettsäuren mit 51,23 % zu 53,21 % signifikant niedriger. Das Verhältnis von gesättigten zu ungesättigten Fettsäuren und das Verhältnis von mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu gesättigten Fettsäuren fiel zu Gunsten der Koppelhaltung aus.

Die Schlachtkategorie hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Fettsäuremuster.

### 4.3.3 Kerntemperatur

Wie aus [Tabelle 4.8](#) ersichtlich ist, ist der Kühlverlauf bei allen Gruppen normal verlaufen. Die Schlachtkörper hatten 45 min nach der Schlachtung eine Fleischkerntemperatur von ca. 39 °C. Nach 24 h waren sie ordnungsgemäß auf ca. 5 bis 6 °C herabgekühlt. Vor der Zerlegung (96 h p. m.) hatten die Schlachtkörper ca. 3 °C im Fleischkern. Die tatsächlichen Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant verschieden.

Unterschiede im Kühlverlauf gab es zwischen den Muskeln *M. longissimus dorsi* und *M. semitendinosus* 24 h nach der Schlachtung (4,21 °C : 7,01 °C). 96 h post mortem war der Unterschied lediglich 0,5 °C. Der Schlögell, welcher das weiße Scherzel (*M. semitendinosus*) enthält, nahm mehr Zeit in Anspruch um die angestrebte Kühltemperatur von  $\leq 7$  °C nach 24 h anzunehmen, als der Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*).

### 4.3.4 pH-Werte

Die pH-Werte der Gruppen ([Tabelle 4.8](#)) waren unabhängig von Rasse, Haltung und Schlachtkategorie. Sie wurden entsprechend den Angaben von BOCCARD et al. (1981) und HOFMANN, 1986 gemessen. Die pH-Werte 45 min nach der Schlachtung lagen zwischen

6,59 und 6,81. 24 h post mortem erreichten sie Werte zwischen 5,49 und 5,57 und 96 Stunden p. m. schließlich 5,51 – 5,59.

### 4.3.5 Marmorierung

Für die Beurteilung der Marmorierung kamen zwei Methoden zur Anwendung. Einerseits wurde subjektiv nach Punkten (RISTIC, 1987) bewertet und andererseits wurde eine videoanalytische Methode getestet (FRICKH und IBI, 1999). Der Zusammenhang zwischen subjektiver Bewertung nach Punkten und der Videoanalyse erreichte eine Korrelation von  $r = 0,96$ .

Im Merkmal Rückenmuskelfläche gab es deutliche Unterschiede zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie. Fleckvieh kam auf eine Rückenmuskelfläche von  $54,99 \text{ cm}^2$ , die Pinzgauer auf  $50,43 \text{ cm}^2$ , Stiere aus der Koppelhaltung auf  $54,55 \text{ cm}^2$ , aus der Anbindehaltung auf  $50,87 \text{ cm}^2$ . Stiere, die mit 580 kg geschlachtet wurden kamen auf  $51,15 \text{ cm}^2$ , die mit 630 kg auf  $54,27 \text{ cm}^2$ . Alle Unterschiede waren signifikant. Der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche wurde durch die Haltung und die Schlachtkategorie signifikant beeinflusst. Die Koppelhaltung wurde mit 2,40 % signifikant niedriger bewertet als die Anbindehaltung mit 3,70 %. Die Schlachtkategorie 1 erwirkte 2,62 %, die Kategorie 2 3,47 % Fettanteil am Rückenmuskel.

### 4.3.6 Wasserbindungsvermögen

Die Ergebnisse der Auswertung zum Wasserbindungsvermögen werden in [Tabelle 4.8](#) dargestellt.

#### 4.3.6.1 Tropfsaftverlust

Für die Bestimmung des Tropfsaftverlustes wurden die Proben wie für Rindfleisch üblich, drei Tage gelagert. Der Einfluss von Haltung und Schlachtkategorie war signifikant. Der Tropfsaftverlust in der Koppelhaltung war mit 4,06 % signifikant niedriger als der in der Anbindehaltung mit 4,59 %. Die Schlachtung mit höherem Gewicht (630 kg) verursachte einen höheren Tropfsaftverlust (4,60 %) als die Schlachtung mit 580 kg (4,05 %). Fleckvieh erreichte einen Tropfsaftverlust von 4,48 %, die Pinzgauer 4,18 %. Den niedrigsten Tropfsaftverlust hatte die Gruppe PI 3 (Koppelhaltung, Schlachtung mit 580 kg). Der Rückenmuskel hatte mit 3,61 % einen signifikant geringeren Tropfsaftverlust als das weiße Scherzel (5,05

%). Die Wechselwirkungen zwischen Muskel und Gruppe (Rasse, Haltungssystem, Schlachtkategorie) waren nicht signifikant.

#### 4.3.6.2 Grill- und Kochverlust

Auch auf die Merkmale Grill- und Kochverlust hatte die Schlachtkategorie einen signifikante Einfluss. Bei der Schlachtkategorie 2 (SKA 2) waren sowohl die Grillverluste (18,57 % und 30,43 %) als auch der Kochverlust (32,02) höher als bei der Schlachtkategorie 1 (SKA 1: 17,33 %, 29,65 % und 31,12%). Der M. semitendinosus (MST) hatte signifikant höhere Grillverluste als der M. longissimus dorsi (MLD). Der MST erreichte einen Grillverlust warm von 20,2 %, der MLD von 15,7 %. Die absoluten Werte des Grillverlustes warm lagen bei allen Gruppen unter dem Maximalwert für Qualitätsrindfleisch von höchstens 22 % (CMA, 1996).

#### 4.3.7 Scherkraft

Die Scherkraft (Tabelle 4.8) wurde am rohen und am gegrillten Fleisch gemessen. Für die Ermittlung der Scherkraft gegrillt wurde ein 2,5 cm starkes Fleisch auf 60 °C erhitzt (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998).

Auf die Ausprägung der Scherkraft gemessen am rohen Fleisch, hatten sowohl Rasse und Haltung als auch die Schlachtkategorie einen Einfluss, am gegrillten Fleisch war insbesondere ein Rasseneffekt festzustellen. Die Scherkraft roh erreichte beim Fleckvieh einen Wert von 5,91 kg, bei den Pinzgauern 7,62 kg, bei der Anbindehaltung 7,04 kg, bei der Koppelhaltung 6,48 kg, bei der Schlachtkategorie 1 7,10 kg und bei der Schlachtkategorie 2 6,43 kg auf. Das Fleisch der Pinzgauer wies mit einer Scherkraft gegrillt von 2,95 kg einen signifikant niedrigeren Scherkraftwert auf als das Fleisch von Fleckvieh mit 3,60 kg. Die von der CMA (1996) als Grenzwert angegebenen Scherkraftwerte für gegrilltes Fleisch von unter 4 kg wurden von allen Gruppen unterschritten.

**Tabelle 4.8: Physikalisch - strukturelle Eigenschaften, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ( $s_e$ )**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		$s_e$
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SK 1	SK 2	
<b>N (35 FV, 33 PI)</b>	20	18	18	18	16	20	16	16	74	68	74	68	70	72	
Kerntemp., °C, 45' p. m.	38,70	38,73	39,08	39,09	38,72	38,33	38,91	39,29	38,80	38,84	38,84	39,00	38,76	38,89	0,72
Kerntemp., °C, 24 h p. m.	5,19	5,48	5,35	4,74	5,00	5,80	5,84	5,68	6,44	6,36	5,62	6,18	5,37	6,43	2,17
Kerntemp., °C, 96 h p. m.	2,83	2,91	3,18	2,66	3,05	4,11	3,88	3,75	2,90	2,70	2,23	3,37	3,24	3,36	1,63
pH-Wert, 45' p. m.	6,77	6,76	6,65	6,79	6,72	6,74	6,59	6,81	6,74	6,72	6,75	6,71	6,68	6,78	0,21
pH-Wert, 24 h p. m.	5,53	5,50	5,57	5,53	5,54	5,49	5,50	5,55	5,53	5,52	5,52	5,54	5,54	5,52	0,09
pH-Wert, 96 h p. m.	5,51	5,56	5,59	5,54	5,50	5,50	5,55	5,58	5,57	5,53	5,52	5,59	5,57	5,54	0,14
Rückenmuskelfläche, cm <sup>2</sup>	48,65 <sup>c</sup>	57,67 <sup>a</sup>	58,38 <sup>a</sup>	55,26 <sup>ab</sup>	45,99 <sup>c</sup>	51,17 <sup>b</sup>	51,58 <sup>b</sup>	52,96 <sup>a</sup>	54,99 <sup>a</sup>	50,43 <sup>b</sup>	50,87 <sup>b</sup>	54,55 <sup>a</sup>	51,15 <sup>b</sup>	54,27 <sup>a</sup>	6,28
Fettfläche LD, mm <sup>2</sup>	179 <sup>ac</sup>	215 <sup>a</sup>	100 <sup>b</sup>	175 <sup>ac</sup>	149 <sup>bc</sup>	208 <sup>a</sup>	96 <sup>b</sup>	146 <sup>ac</sup>	167	150	188 <sup>a</sup>	129 <sup>b</sup>	131 <sup>b</sup>	186 <sup>a</sup>	67,5
Fettanteil LD, %	3,64 <sup>ac</sup>	3,73 <sup>ac</sup>	1,71 <sup>b</sup>	3,28 <sup>ac</sup>	3,26 <sup>ac</sup>	4,16 <sup>a</sup>	1,85 <sup>b</sup>	2,75 <sup>bc</sup>	3,08	3,01	3,70 <sup>a</sup>	2,40 <sup>b</sup>	2,62 <sup>b</sup>	3,47 <sup>a</sup>	1,37
Marmorierung, LD, Pkte	2,50 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	2,36 <sup>ab</sup>	2,56 <sup>a</sup>	2,89 <sup>a</sup>	1,81 <sup>b</sup>	2,25 <sup>ab</sup>	2,29	2,38	2,64 <sup>a</sup>	2,02 <sup>b</sup>	2,14 <sup>b</sup>	2,53 <sup>a</sup>	0,68
<b>Wasserbindungsvermögen</b>															
Tropfsaftverlust, %	4,23 <sup>ab</sup>	4,84 <sup>a</sup>	4,29 <sup>a</sup>	4,54 <sup>a</sup>	4,62 <sup>a</sup>	4,69 <sup>a</sup>	3,08 <sup>b</sup>	4,33 <sup>ab</sup>	4,48	4,18	4,59 <sup>a</sup>	4,06 <sup>b</sup>	4,05 <sup>b</sup>	4,60 <sup>a</sup>	1,33
Grillverlust warm, %	17,62 <sup>ab</sup>	18,41 <sup>ab</sup>	17,94 <sup>ab</sup>	19,10 <sup>a</sup>	16,53 <sup>b</sup>	19,36 <sup>a</sup>	17,23 <sup>b</sup>	17,40 <sup>ab</sup>	18,27	17,63	17,98	17,92	17,33 <sup>b</sup>	18,57 <sup>a</sup>	2,24
Grillverlust kalt, %	30,10	30,37	29,43	31,25	29,39	30,70	29,69	29,41	30,29	29,80	30,14	29,95	29,65 <sup>b</sup>	30,43 <sup>a</sup>	2,30
Kochverlust, %	31,30	32,35	31,83	31,71	30,46	32,13	30,86	31,89	31,80	31,34	31,56	31,57	31,12 <sup>b</sup>	32,02 <sup>a</sup>	2,20
Scherkraft roh, kg	7,02 <sup>bc</sup>	5,59 <sup>b</sup>	5,45 <sup>b</sup>	5,59 <sup>b</sup>	8,57 <sup>a</sup>	7,00 <sup>bc</sup>	7,37 <sup>ac</sup>	7,53 <sup>ac</sup>	5,91 <sup>b</sup>	7,62 <sup>a</sup>	7,04 <sup>a</sup>	6,48 <sup>b</sup>	7,10 <sup>a</sup>	6,43 <sup>b</sup>	1,63
Scherkraft roh, N	68,87 <sup>bc</sup>	54,84 <sup>b</sup>	53,46 <sup>b</sup>	54,84 <sup>b</sup>	84,07 <sup>a</sup>	68,67 <sup>bc</sup>	72,30 <sup>ac</sup>	73,87 <sup>ac</sup>	57,98 <sup>b</sup>	74,75 <sup>a</sup>	69,06 <sup>a</sup>	63,57 <sup>b</sup>	69,65 <sup>a</sup>	63,08 <sup>b</sup>	15,99
Scherkraft gegrillt, kg	3,59 <sup>a</sup>	3,85 <sup>a</sup>	3,60 <sup>a</sup>	3,38 <sup>ab</sup>	2,80 <sup>b</sup>	2,75 <sup>b</sup>	2,78 <sup>b</sup>	3,48 <sup>ab</sup>	3,60 <sup>a</sup>	2,95 <sup>b</sup>	3,25	3,31	3,19	3,37	1,18
Scherkraft gegrillt, N	35,22 <sup>a</sup>	37,77 <sup>a</sup>	35,32 <sup>a</sup>	33,16 <sup>ab</sup>	27,47 <sup>b</sup>	26,98 <sup>b</sup>	27,27 <sup>b</sup>	34,14 <sup>ab</sup>	35,32 <sup>a</sup>	28,94 <sup>b</sup>	31,88	32,47	31,29	33,06	11,58

FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SK 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SK 2 ...Schlachtung mit 630 kg; T° ...Kerntemperatur; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05).

### 4.3.8 Fleisch- und Fettfarbe

Die Ergebnisse der Farbmessungen werden in den Tabellen 4.9 und 4.10 ausgewiesen. 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.

Am frischen Anschnitt wurden bei allen Farbmerkmalen außer bei der Farbhelligkeit signifikante Rassen- und Haltungsunterschiede festgestellt. Die Pinzgauer hatten gegenüber Fleckvieh einen höheren Rotanteil (8,56 vs. 7,30), einen höheren Gelbanteil (6,71 vs. 6,12), einen höhere Buntheit (10,98 vs. 9,61) und einen niedrigeren Farbtonwinkel (37,51 vs. 39,22). Die Koppelhaltung lag gegenüber der Anbindehaltung in den Merkmalen L\*-Helligkeit (37,49 vs. 38,94), a\*-Rotton (8,18 vs. 7,68), b\*-Gelbton (6,64 vs. 6,18), und C<sub>ab</sub>\*-Buntheit (10,67 vs. 9,91) im Vorteil. Im Merkmal h<sub>ab</sub>-Farbtonwinkel waren die Unterschiede nicht signifikant.

Während sich die Rassenunterschiede auch nach der 60-minütigen Oxidation hielten, waren Haltungsunterschiede nicht mehr zu verzeichnen. Die Rasse Pinzgauer war gegenüber der Rasse Fleckvieh in den Merkmalen L\*-Helligkeit (38,37 vs. 39,20), a\*-Rotton (12,44 vs. 10,67), b\*-Gelbton (10,93 vs. 9,92), C<sub>ab</sub>\*-Buntheit (16,65 vs. 14,62) und h<sub>ab</sub>-Farbtonwinkel (37,78 vs. 39,79) im Vorteil.

Die Bewertung der Farbabstände ( $\Delta E^*_{ab-60}$ ) ergab signifikante Unterschiede zwischen den Rassen. Die Pinzgauer weisen mit einem Wert von 6,36 einen größeren Farbabstand aus als das Fleckvieh mit 5,44.

Die Fettfarbe wurde durch das Haltungssystem in allen Merkmalen, durch die Rasse lediglich im Rotton signifikant beeinflusst. Sowohl die Ergebnisse im oxidierten Zustand als auch die Ausprägungen am frischen Anschnitt weisen auf Unterschiede in der Fettfarbe zwischen den auf der Koppel gehaltenen Stieren und jenen der Anbindehaltung hin. Besonders auffallend sind am frischen Anschnitt die Unterschiede in den Merkmalen b<sub>10</sub>\*-Gelbton (3,70 vs. 2,22) und der Farbsättigung C<sub>ab</sub>\* (4,09 vs. 2,48). Das Fett der Koppelstiere war dunkler (65,77 vs. 68,06), gelber und gesättigter. Die Pinzgauer wiesen einen signifikant höheren Rotton auf als Fleckvieh (1,62 vs. 0,53).

### 4.3.9 Sensorische Merkmale

Tabelle 4.11 enthält die Ergebnisse der sensorischen Prüfung, wobei als Ergänzung die Ausprägungen innerhalb der Muskeln angeführt sind. Die sensorische Prüfung wurde nach



dem Kulmbacher System (RISTIC, 1987) durchgeführt. Von 6 geschulten Verkostern (DIN 10950, 1981; DIN 10952 1978) wurden die Bewertungen nach einem 6-teiligen Punktesystem (6 = sehr gut, 1 = sehr schlecht) durchgeführt, die Daten erfasst und ausgewertet. Die Pinzgauer schneiden gegenüber dem Fleckvieh in den Merkmalen Zartheit (4,13 vs. 4,00), Aroma (4,36 vs. 4,18) und Gesamtpunkte (12,88 vs. 12,56) signifikant besser ab. Die Koppelhaltung hat gegenüber der Anbindehaltung in den Merkmalen Zartheit (4,14 vs. 3,99) und Gesamtpunkte (12,85 vs. 12,58) signifikante Vorteile. Die Schlachtkategorie 1 unterscheidet sich signifikant zur Schlachtkategorie 2 in den Merkmalen Saftigkeit (4,45 vs. 4,32) und Zartheit (4,14 vs. 3,99). Bei den Gesamtpunkten waren die Unterschiede nicht signifikant ( $P < 0,06$ ). Die beiden Muskeln *M. longissimus dorsi* und *M. semitendinosus* unterschieden sich in allen sensorischen Merkmalen signifikant zu Gunsten des *M. longissimus dorsi*. In den Merkmalen Saftigkeit, Zartheit, Aroma und Gesamtpunkte kam der Rückenmuskel auf 4,54, 4,23, 4,36 und 13,12 Punkte, das weiße Scherzel auf 4,23, 3,90, 4,18 und 12,31 Punkte.

**Tabelle 4.9: Fleischfarbe, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s<sub>e</sub>)**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		s <sub>e</sub>
	FV 1	FV2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SK 1	SK 2	
<b>N (35 FV, 33 PI)</b>	20	18	18	18	16	20	16	16	74	68	74	68	70	72	
<b>frischer Anschnitt</b>															
<sub>1</sub> L <sub>10</sub> * - Helligkeit	38,84	38,60	37,28	38,41	39,35	38,99	36,75	37,51	38,28	38,15	38,94 <sup>a</sup>	37,49 <sup>b</sup>	38,06	38,38	2,87
<sub>1a</sub> 10* - Rotton	7,39 <sup>b</sup>	6,98 <sup>b</sup>	7,54 <sup>b</sup>	7,31 <sup>b</sup>	7,88 <sup>bc</sup>	8,47 <sup>ac</sup>	8,71 <sup>a</sup>	9,16 <sup>a</sup>	7,30 <sup>b</sup>	8,56 <sup>a</sup>	7,68 <sup>b</sup>	8,18 <sup>a</sup>	7,88	7,98	1,13
<sub>1b</sub> 10* - Gelbton	6,20 <sup>b</sup>	5,76 <sup>b</sup>	6,48 <sup>ab</sup>	6,03 <sup>b</sup>	6,12 <sup>b</sup>	6,64 <sup>ab</sup>	7,26 <sup>a</sup>	6,81 <sup>ab</sup>	6,12 <sup>b</sup>	6,71 <sup>a</sup>	6,18 <sup>b</sup>	6,64 <sup>a</sup>	6,51	6,31	1,34
<sub>1C</sub> ab* - Buntheit	9,69 <sup>b</sup>	9,09 <sup>b</sup>	10,09 <sup>bc</sup>	9,54 <sup>b</sup>	10,04 <sup>bc</sup>	10,83 <sup>ac</sup>	11,50 <sup>a</sup>	11,55 <sup>a</sup>	9,61 <sup>b</sup>	10,98 <sup>a</sup>	9,91 <sup>b</sup>	10,67 <sup>a</sup>	10,33	10,25	1,37
<sub>1h</sub> ab - Farbtonwinkel	39,68	38,77	39,76	38,70	37,17	37,89	38,92	36,07	39,22 <sup>a</sup>	37,51 <sup>b</sup>	38,38	38,36	38,88	37,86	5,83
<b>nach 60 Minuten</b>															
<sub>2</sub> L <sub>10</sub> * - Helligkeit	39,74 <sup>b</sup>	39,71 <sup>b</sup>	38,14 <sup>b</sup>	39,21 <sup>b</sup>	40,24 <sup>b</sup>	39,46 <sup>b</sup>	36,68 <sup>a</sup>	37,11 <sup>a</sup>	39,20 <sup>a</sup>	38,37 <sup>b</sup>	39,79 <sup>a</sup>	37,78 <sup>b</sup>	38,70	38,87	2,42
<sub>2a</sub> 10* - Rotton	11,04 <sup>b</sup>	10,44 <sup>b</sup>	10,16 <sup>b</sup>	11,05 <sup>b</sup>	11,41 <sup>b</sup>	12,87 <sup>a</sup>	13,04 <sup>a</sup>	12,44 <sup>a</sup>	10,67 <sup>b</sup>	12,44 <sup>a</sup>	11,44	11,67	11,41	11,70	1,50
<sub>2b</sub> 10* - Gelbton	10,40 <sup>bc</sup>	9,81 <sup>bc</sup>	9,28 <sup>b</sup>	10,20 <sup>bc</sup>	9,96 <sup>bc</sup>	11,12 <sup>ac</sup>	12,42 <sup>a</sup>	10,23 <sup>bc</sup>	9,92 <sup>b</sup>	10,93 <sup>a</sup>	10,32	10,53	10,51	10,34	2,12
<sub>2C</sub> ab* - Buntheit	15,19 <sup>bc</sup>	14,34 <sup>bc</sup>	13,88 <sup>bc</sup>	15,08 <sup>c</sup>	15,17 <sup>bc</sup>	17,05 <sup>a</sup>	18,17 <sup>a</sup>	16,20 <sup>abc</sup>	14,62 <sup>b</sup>	16,65 <sup>a</sup>	15,44	15,83	15,60	15,67	2,28
<sub>2h</sub> ab - Farbtonwinkel	43,10 <sup>a</sup>	42,90 <sup>a</sup>	41,46 <sup>ab</sup>	42,35 <sup>a</sup>	40,94 <sup>ab</sup>	40,61 <sup>ab</sup>	42,56 <sup>a</sup>	38,55 <sup>b</sup>	39,79 <sup>a</sup>	37,78 <sup>b</sup>	41,89	41,23	42,01	41,10	4,23
<b>ΔE*<sub>ab</sub>-60</b>	5,76 <sup>b</sup>	5,78 <sup>b</sup>	4,33 <sup>c</sup>	5,90 <sup>b</sup>	5,88 <sup>b</sup>	6,59 <sup>ab</sup>	7,30 <sup>a</sup>	5,69 <sup>b</sup>	5,44 <sup>b</sup>	6,36 <sup>a</sup>	6,00	5,81	5,82	5,99	1,63

FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SK 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SK 2 ...Schlachtung mit 630 kg; 1 ...gemessen am frischen Anschnitt; 2 ...gemessen 60 min nach dem Anschnitt; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05);.

**Tabelle 4.10: Fettfarbe, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ( $s_e$ )**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		$s_e$
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SK 1	SK 2	
<b>n</b>	20	18	18	18	16	20	16	16	74	68	74	68	70	72	
<b>Anschnitt</b>															
1L <sub>10</sub> <sup>*</sup>	67,60 <sup>ab</sup>	68,01 <sup>ab</sup>	66,68 <sup>ab</sup>	67,32 <sup>ab</sup>	68,01 <sup>ab</sup>	68,62 <sup>a</sup>	63,78 <sup>b</sup>	65,29 <sup>ab</sup>	67,40	66,42	68,06 <sup>a</sup>	65,77 <sup>b</sup>	66,52	67,31	3,54
1a <sub>10</sub> <sup>*</sup>	1,18 <sup>bc</sup>	1,09 <sup>bc</sup>	2,21 <sup>a</sup>	1,45 <sup>ac</sup>	0,01 <sup>d</sup>	0,11 <sup>d</sup>	1,78 <sup>ac</sup>	1,06 <sup>ac</sup>	1,48 <sup>a</sup>	0,68 <sup>b</sup>	0,53 <sup>b</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>	0,84
1b <sub>10</sub> <sup>*</sup>	1,81 <sup>b</sup>	2,45 <sup>ab</sup>	4,48 <sup>a</sup>	3,64 <sup>ab</sup>	2,15 <sup>bc</sup>	2,48 <sup>bc</sup>	4,10 <sup>ac</sup>	2,57 <sup>ab</sup>	3,09	2,83	2,22 <sup>b</sup>	3,70 <sup>a</sup>	3,14	2,79	1,60
1C <sub>ab</sub> <sup>*</sup>	2,29 <sup>b</sup>	2,72 <sup>bc</sup>	5,06 <sup>a</sup>	3,96 <sup>ab</sup>	2,34 <sup>bc</sup>	2,57 <sup>bc</sup>	4,51 <sup>ac</sup>	2,80 <sup>ab</sup>	3,51	3,06	2,48 <sup>b</sup>	4,09 <sup>a</sup>	3,55	3,01	1,65
1h <sub>ab</sub>	56,08 <sup>b</sup>	65,26 <sup>ab</sup>	63,16 <sup>ab</sup>	67,18 <sup>ab</sup>	66,61 <sup>ab</sup>	76,43 <sup>a</sup>	64,49 <sup>ab</sup>	66,57 <sup>ab</sup>	62,92	68,52	66,10	67,31	62,58	68,86	12,97
<b>Oberfläche</b>															
3L <sub>10</sub> <sup>*</sup>	59,40 <sup>ab</sup>	61,39 <sup>ab</sup>	59,49 <sup>ab</sup>	59,64 <sup>ab</sup>	62,44 <sup>a</sup>	61,15 <sup>a</sup>	56,31 <sup>b</sup>	57,66 <sup>ab</sup>	59,98	59,39	61,09 <sup>a</sup>	58,28 <sup>b</sup>	59,41	59,96	3,88
3a <sub>10</sub> <sup>*</sup>	3,01 <sup>ab</sup>	2,46 <sup>ab</sup>	4,29 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>	1,12 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>	3,93 <sup>a</sup>	2,05 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>a</sup>	2,09 <sup>b</sup>	1,96 <sup>b</sup>	3,44 <sup>a</sup>	3,09	2,31	1,67
3b <sub>10</sub> <sup>*</sup>	6,57 <sup>ab</sup>	6,33 <sup>b</sup>	9,00 <sup>a</sup>	7,95 <sup>ab</sup>	5,91 <sup>b</sup>	6,63 <sup>ab</sup>	8,51 <sup>ab</sup>	6,74 <sup>ab</sup>	7,46	6,95	6,36 <sup>b</sup>	8,05 <sup>a</sup>	7,50	6,91	2,03
3C <sub>ab</sub> <sup>*</sup>	7,35 <sup>ab</sup>	6,92 <sup>ab</sup>	10,00 <sup>a</sup>	8,71 <sup>ab</sup>	6,14 <sup>b</sup>	6,79 <sup>bc</sup>	9,39 <sup>ac</sup>	7,05 <sup>ab</sup>	8,25	7,34	6,80 <sup>b</sup>	8,79 <sup>a</sup>	8,22	7,37	2,41
3h <sub>ab</sub>	69,13 <sup>bc</sup>	71,73 <sup>ab</sup>	64,98 <sup>b</sup>	67,08 <sup>bc</sup>	75,36 <sup>ac</sup>	79,67 <sup>a</sup>	65,51 <sup>b</sup>	72,77 <sup>ab</sup>	68,23 <sup>b</sup>	73,32 <sup>a</sup>	73,97 <sup>a</sup>	67,58 <sup>b</sup>	68,74 <sup>b</sup>	72,81 <sup>a</sup>	7,23

**FV 1** ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; **FV 2** ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **FV 3** ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; **FV 4** ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; **PI 1** ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; **PI 2** ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **PI 3** ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; **PI 4** ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; **FV** ...Fleckvieh; **PI** ...Pinzgauer; **AH** ...Anbindehaltung; **KO** ...Koppelhaltung; **SK 1** ...Schlachtung mit 580 kg; **SK 2** ...Schlachtung mit 630 kg; **1** ...gemessen am frischen Anschnitt; **3** ...gemessen 96 h p. m. an der Oberfläche; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ( $P < 0,05$ ).

**Tabelle 4.11: Sensorische Merkmale, LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ( $s_e$ )**

Merkmal	Gruppe								Rasse		Haltung		Schlachtung		$s_e$
	FV 1	FV2	FV 3	FV 4	PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	FV	PI	AH	KO	SK 1	SK 2	
<b>n</b>	120	108	108	108	96	120	96	96	444	408	444	408	420	432	
<b>M. long. d., semit.</b>															
<b>Saftigkeit</b>	4,38	4,34	4,41	4,37	4,38	4,29	4,63	4,28	4,37	4,40	4,35	4,42	4,45 <sup>a</sup>	4,32 <sup>b</sup>	0,82
<b>Zartheit</b>	3,87 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	4,14 <sup>ab</sup>	4,07 <sup>ab</sup>	4,17 <sup>ab</sup>	4,00 <sup>b</sup>	4,38 <sup>a</sup>	3,96 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>	4,13 <sup>a</sup>	3,99 <sup>b</sup>	4,14 <sup>a</sup>	4,14 <sup>a</sup>	3,99 <sup>b</sup>	0,90
<b>Aroma</b>	4,12 <sup>b</sup>	4,28 <sup>ab</sup>	4,14 <sup>b</sup>	4,18 <sup>b</sup>	4,25 <sup>ab</sup>	4,31 <sup>ab</sup>	4,55 <sup>a</sup>	4,32 <sup>ab</sup>	4,18 <sup>b</sup>	4,36 <sup>a</sup>	4,24	4,30	4,26	4,27	0,88
<b>Gesamtpunkte</b>	12,36 <sup>b</sup>	12,56 <sup>b</sup>	12,68 <sup>b</sup>	12,62 <sup>b</sup>	12,81 <sup>b</sup>	12,60 <sup>b</sup>	13,56 <sup>a</sup>	12,55 <sup>b</sup>	12,56 <sup>b</sup>	12,88 <sup>a</sup>	12,58 <sup>b</sup>	12,85 <sup>a</sup>	12,85	12,58	2,11
<b>M. longissimus dorsi</b>															
<b>Saftigkeit</b>	4,42 <sup>b</sup>	4,43 <sup>b</sup>	4,36 <sup>b</sup>	4,53 <sup>ab</sup>	4,64 <sup>ab</sup>	4,45 <sup>b</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,55 <sup>ab</sup>	4,44 <sup>b</sup>	4,64 <sup>a</sup>	4,49	4,58	4,58	4,49	0,86
<b>Zartheit</b>	3,85 <sup>b</sup>	4,96 <sup>bd</sup>	3,95 <sup>bd</sup>	4,08 <sup>bd</sup>	4,54 <sup>ac</sup>	4,34 <sup>cd</sup>	4,89 <sup>a</sup>	4,25 <sup>bc</sup>	3,96 <sup>b</sup>	4,50 <sup>a</sup>	4,17	4,29	4,31	4,16	0,89
<b>Aroma</b>	4,03 <sup>b</sup>	4,17 <sup>bc</sup>	4,17 <sup>bc</sup>	4,23 <sup>bc</sup>	4,50 <sup>ac</sup>	4,37 <sup>bc</sup>	4,85 <sup>a</sup>	4,53 <sup>ac</sup>	4,15 <sup>b</sup>	4,56 <sup>a</sup>	4,27 <sup>b</sup>	4,44 <sup>a</sup>	4,39	4,32	0,88
<b>Gesamtpunkte</b>	12,30 <sup>b</sup>	12,57 <sup>b</sup>	12,47 <sup>b</sup>	12,83 <sup>bc</sup>	13,67 <sup>ac</sup>	13,16 <sup>bc</sup>	14,64 <sup>a</sup>	13,32 <sup>bc</sup>	12,54 <sup>b</sup>	13,70 <sup>a</sup>	12,93 <sup>b</sup>	13,32 <sup>a</sup>	13,27	12,97	2,13
<b>M. semitendinosus</b>															
<b>Saftigkeit</b>	4,33	4,25	4,46	4,21	4,13	4,13	4,36	4,00	4,31 <sup>a</sup>	4,16 <sup>b</sup>	4,21	4,26	4,32 <sup>a</sup>	4,15 <sup>b</sup>	0,77
<b>Zartheit</b>	3,90 <sup>bc</sup>	3,90 <sup>ac</sup>	4,32 <sup>a</sup>	4,08 <sup>ac</sup>	3,81 <sup>bc</sup>	3,65 <sup>b</sup>	3,86 <sup>bc</sup>	3,66 <sup>bc</sup>	4,05 <sup>a</sup>	3,75 <sup>b</sup>	3,82 <sup>b</sup>	3,98 <sup>a</sup>	3,97	3,82	0,86
<b>Aroma</b>	4,21	4,40	4,10	4,13	4,00	4,12	4,25	4,10	4,21	4,12	4,18	4,15	4,14	4,19	0,88
<b>Gesamtpunkte</b>	12,45	12,55	12,87	12,42	11,94	12,02	12,48	11,76	12,57 <sup>a</sup>	12,05 <sup>b</sup>	12,24	12,38	12,43	12,19	1,98

FV 1 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; FV 2 ...Fleckvieh, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV 3 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; FV 4 ...Fleckvieh, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 630 kg; PI 1 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 580 kg; PI 2 ...Pinzgauer, Anbindehaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; PI 3 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (KH), Schlachtung mit 580 kg; PI 4 ...Pinzgauer, Koppelhaltung (AH), Schlachtung mit 630 kg; FV ...Fleckvieh; PI ...Pinzgauer; AH ...Anbindehaltung; KO ...Koppelhaltung; SK 1 ...Schlachtung mit 580 kg; SK 2 ...Schlachtung mit 630 kg; <sup>a, b, c</sup> ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ( $P < 0,05$ ).

## 4.3.10 NIRS

### 4.3.10.1 Standardisierung der NIRS Untersuchung

Eine weitestgehende Standardisierung der Probenvorbereitung und Messung ist notwendig, um reproduzierbare exakte Analysenergebnisse zu erhalten.

Die einzelnen Festlegungen sind bereits im vorangegangenen Abschnitt (3.6.3) mit aufgeführt.

### 4.3.10.2 Spektrenstandardisierung und Übereinstimmung der Standardisierungsproben nach Messungen auf den BLT und LBVW Geräten

24 feinvermaste Rindfleischproben wurden nach dem Einstreichen in Quarzküvetten weitestgehend zeitgleich an beiden NIRS Geräten vermessen. Mit der Software „clone“ aus dem Hause Foss Deutschland GmbH wurde ein Standardisierungsfile erstellt, der jeden Wellenlängenpunkt des Satellitengerätes, hier des Gerätes der BVW, an das Spektrum des Mastergerätes, in diesem Fall der BLT, anpasst. Nach Verrechnung der Spektren des Satellitengerätes mit dem Standardisierungsfile erhält man das Spektrum, das auch das Mastergerät liefert. Dieses geklonte Spektrum kann dann mit der Kalibrierfunktion des Mastergerätes ausgewertet werden.

**Tabelle 4.12: Statistische Kennwerte des NIRS Gerätevergleiches nach der Standardisierung (IMF, % FM)**

RIND		LBVW	BLT Master
n = 24	SEP		0,074
	MW	2,316	2,313
	Min	0,897	0,910
	Max	6,830	6,800
	Bias		0,006
	R <sup>2</sup>		0,997

Wie aus der **Tabelle 4.12** hervorgeht, liefern die beiden Geräte nach beschriebener Standardisierung der Spektren praktisch identische IMF Ergebnisse für den Probensatz der

Standardisierung. Demnach werden die Spektren des BVW Gerätes sehr gut an die des BLT Gerätes angeglichen.

#### 4.3.10.3 Validierung der übertragenen Kalibrierfunktion an Hand eines unabhängigen Probensatzes und den zugehörigen nasschemischen IMF Ergebnissen

Die Ergebnisse der **Tabelle 4.13** zeigen die Qualität der IMF Kalibrierung des Mastergerätes (BLT). Der Restfehler (SEP) beträgt 0.099 %. Auch ist die Übereinstimmung der Mittelwerte und der Minimum- und Maximumwerte sehr gut. Die NIR-Bestimmung hat praktisch keinen systematischen Fehler und korreliert sehr hoch mit der Referenzanalytik.

**Tabelle 4.13: Statistische Kennwerte der Validierung der Kalibrierfunktion des Mastergerätes**

RIND		BLT Master	CHEMIE
n = 36	SEP		0,099
	MW	2,382	2,392
	Min	0,938	0,910
	Max	6,962	6,850
	Bias		0,010
	R <sup>2</sup>		0,991

Vergleichbare gute Ergebnisse gegenüber den nasschemischen Werten lassen sich für das Satellitengerät erzielen (**Tabelle 4.14**).

**Tabelle 4.14: Statistische Kennwerte der Validierung der Kalibrierfunktion des Satellitengerätes nach der Standardisierung**

RIND		BVW	CHEMIE
n = 36	SEP		0,109
	MW	2,385	2,392
	Min	0,897	0,910
	Max	6,830	6,850
	Bias		0,005
	R <sup>2</sup>		0,991

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass auch bei Proben mit hohem Wassergehalt eine Übertragung von Kalibrierkurven nach entsprechender Standardisierung der Spektren möglich ist. Dabei standen die Analysengeräte jedoch in einem Raum und die Messungen auf beiden Geräten erfolgten nahezu zeitgleich und ohne Neubefüllung der Messküvetten.

#### 4.3.10.4 Messung an verschiedenen Orten und nach unterschiedlichen Lagerungszeiten

In den folgenden Versuchsanstellungen wurde der Einfluss des Standortes der Messung sowie der Einfluss der Zeit bis zur Messung der Proben untersucht.

Aus der **Tabelle 4.15** wird ersichtlich, dass die Messung in verschiedenen Räumen und Gebäuden innerhalb der BLT zu gleichen Ergebnissen führt.

Der Restfehler der Bestimmung liegt bei ca. 0.1% und liegt damit in einer Größenordnung wie bei der Kalibrierung bzw. Validierung.

**Tabelle 4.15: Statistische Kennwerte der IMF Messung an unterschiedlichen Orten innerhalb der BLT**

<b>RIND</b>		<b>BLT Fleischlab. BLT Mikrolab.</b>	
n = 22	SEP		0,073
	MW	2,410	2,453
	Min	0,813	0,781
	Max	6,830	7,015
	Bias		-0,043
	R <sup>2</sup>		0,988

Zur Prüfung, ob diese gute Übereinstimmung auch über größere Entfernungen erzielt werden kann, wurden 22 feinvermaste Proben nach der Messung in Grub in kleine Kunststoffgefäße mit Schraubdeckel abgefüllt und in einer Kühlbox zu den Landwirtschaftlichen Bundesversuchsanstalten nach Österreich transportiert. Nachdem die Proben auf eine Temperatur von 11°C – 15 °C gebracht wurden, erfolgte die Messung vor Ort und eine Auswertung der Spektren mit der übertragenen Kalibrierkurve der BLT.



Wie die Ergebnisse in **Tabelle 4.16** verdeutlichen, stimmen die Ergebnisse sehr gut überein und es ist kein Genauigkeitsverlust festzustellen, obwohl die Proben einen relativ weiten Transport über mehrere Stunden hinter sich hatten.

**Tabelle 4.16: Statistische Kennwerte der IMF Ergebnisse am NIRS Gerät in Grub und am NIRS Gerät der LBVW in Königshof, Österreich**

<b>RIND</b>		<b>BLT Grub</b>	<b>LBVW</b>
<b>IMF</b> n = 23	<b>SEP</b>		0,084
	MW	2,18	2,19
	Min	1,32	1,13
	Max	3,55	3,66
	R <sup>2</sup>		0,963

Abschließend erfolgten Vergleichsmessungen an 22 Proben um festzustellen, ob die Proben in den Messküvetten bis zur Messung gelagert werden können. Dazu wurden die gefüllten Küvetten im Kühlschrank bei ca. 6 °C zwei Stunden lang gelagert, anschließend auf etwa 13°C temperiert bis kein Kondensniederschlag auf dem Quarzglas erkennbar war und vermessen.

Auch hier zeigte sich kein negativer Einfluss auf die Messgenauigkeit (**Tabelle 4.17**).

Wie in den anderen Versuchen ist der Restfehler < 0,1 %, die Mittelwerte stimmen gut überein und die Korrelation ist mit 0,997 sehr hoch.

**Tabelle 4.17: Einfluss der Lagerungszeit auf die Messgenauigkeit von IMF**

<b>RIND</b>		<b>BLTsofort</b>	<b>BLTnach 2 Std.</b>
n = 22	SEP		0,074
	MW	2,399	2,423
	Min	0,966	0,999
	Max	6,962	7,114
	Bias		-0,024
	R <sup>2</sup>		0,997

#### 4.3.10.5 Abgleichen der nasschemischen Analytik nach Festlegung der Referenzanalytik (hier §35 LMBG)

Nachdem die NIRS Messtechnik keine ausschließliche Alternative der nasschemischen Methodik darstellt, sollten die NIRS Ergebnisse regelmäßig an Hand chemischer Referenzuntersuchungen abgesichert werden.

Hierzu muss zunächst die Methode festgelegt werden nach der in unserem Fall der IMF Gehalt bestimmt wird. Im Labor der BLT ist das die § 35 Methode des LMBG.

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind die Untersuchungsergebnisse von 10 Rindfleischproben dargestellt, die im Labor der BLT und im Institut für Nutztierwissenschaften der Abteilung Tierernährung der Universität für Bodenkultur in Wien (BOKU) ermittelt wurden.

Bei der Fettbestimmung zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung der BLT Ergebnisse mit dem Gesamtfettergebnissen der BOKU. Die Differenz beträgt im Mittel  $-0.09\%$ .

Auf Grund dieses guten Ergebnisses kann das Labor vor Ort als Referenzlabor zur Absicherung der IMF-Werte aus der NIRS Methodik herangezogen werden.

Dies gilt auch für die Bestimmung von Wasser und Asche, wo die Laborabweichungen zwischen  $0.15$  und  $0.11 \%$  liegen.

Die etwas größere Differenz von  $1.0 \%$  beim Protein könnte methodische Ursachen haben. Im Labor Grub wird der Stickstoffgehalt nach der Verbrennungsmethode ermittelt, in Wien nach dem klassischen Kjeldahlverfahren. Diese Abweichung ist noch zu klären.

**Tabelle 4.18: Ergebnisse der Fleischanalysen, Labor Grub - Labor BVW (Österreich)**

Tiernummer	Wasser in %			Protein in %				Asche in %				Fett, %	Rohfett	Gesamt- fett	Fettgehalt
	BLT	BVW	Diff. BLT-BVW	BLT	BVW	Diff. BLT-BVW	BLT	BVW	Diff. BLT-BVW	BLT	BVW	BVW	Differenz BLT- Rohfett	Differenz BLT- Gesamtfett	
12467 mld-B	70,40	70,4	0,00	23,15	23,4	-0,25	0,98	1,1	-0,12	5,84	5,5	5,9	0,34	-0,06	
12517 mld-A	73,90	74,6	-0,70	21,98	23,3	-1,32	1,02	1,1	-0,08	1,54	1,2	1,6	0,34	-0,06	
12518 mld-B	74,70	74,8	-0,10	22,33	23,7	-1,37	0,99	1,1	-0,11	1,24	0,7	1,3	0,54	-0,06	
12522 mld	74,29	74,6	-0,31	21,73	23,3	-1,57	0,95	1,1	-0,15	1,63	1,2	1,7	0,43	-0,07	
12522 Keule	73,72	74,4	-0,68	21,71	22,7	-0,99	1,03	1,1	-0,07	2,07	1,9	2,2	0,17	-0,13	
12462 Keule A	71,36	72,1	-0,74	23,38	24,1	-0,72	1,12	1,1	0,02	3,46	3,1	3,5	0,36	-0,04	
000126006512	74,95	74,8	0,15	22,87	24,0	-1,13	0,96	1,1	-0,14	0,88	0,5	0,9	0,38	-0,02	
000126012512	70,94	70,2	0,74	21,93	23,1	-1,17	0,96	1,0	-0,04	5,73	5,7	6,0	0,03	-0,27	
000126008512	73,65	73,8	-0,15	22,83	23,4	-0,57	0,98	1,2	-0,22	1,95	1,7	2,0	0,25	-0,05	
000126001512	75,02	74,7	0,32	22,53	23,4	-0,87	1,02	1,2	-0,18	1,18	0,9	1,3	0,28	-0,12	
Mittelwerte	73,29	73,44	-0,15	22,44	23,44	-1,00	1,00	1,11	-0,11	2,55	2,24	2,64	0,31	-0,09	

**Analysenmethoden des BLT-Labors:**

Protein:

Stickstoffbestimmung nach Dumas am Macro-N

Fett:

HCl-Aufschluss(45min bei 180°C), Soxhlet-Extraktion mit Petrolether

## 5. Diskussion

### 5.1 Adaptierung von Untersuchungsmethoden

#### 5.1.1 Regressionsschätzung

Nachdem auch HARTJEN et al. (1993) über die hohe Genauigkeit einer Schätzung der Gewebeanteile an Hand von Hilfsmerkmalen berichteten, wurden die Gewebeanteile zusätzlich, zu der am Schlachthof Königshof durchgeführten Zerlegung, mit den von KÖGEL et al. (1999a,b) vorgeschlagenen Regressionsgleichungen über Hilfsmerkmale geschätzt. Die Anpassung der Königshofer Schätzwerte an die Gruber Zerlegewerte (KÖGEL et al., 1999 b) war die Voraussetzung für eine gute Übereinstimmung von den in [Tabelle 4.4](#) angegebenen Schätzwerten von Muskelfleischanteil (MFA), Fettanteil (FEA) und Knochenanteil (KNA) und den am Königshof eruierten Zerlegewerten für Fleischanteil (FLAN), Fettanteil und Knochenanteil. Die Korrelation der beiden Fleischanteilsmerkmale (angepasster Schätzwert, Zerlegung Königshof) lag bei  $r = 0,98$ , der beiden Fettgewebeanteile bei  $r = 0,86$  und der beiden Knochenanteile bei  $r = 0,57$ . Die mittlere Differenz von MFA und FLAN lag bei  $-0,52$ , von FEA und Fettanteil bei  $-0,44$  und von KNA und Knochenanteil bei  $-0,07$ .

Die Schätzung der Gewebeanteile Fleisch, Fett und Knochen ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung, unter Einhaltung der von KÖGEL et al. (1999a,b) beschriebenen Methoden, möglich. Im Rahmen einer künftigen Nachkommenprüfung auf Fleischleistung und Fleischqualität am Königshof kann die Schätzung der Gewebeanteile unterschiedlicher Genotypen grundsätzlich durch nur eine Schätzgleichungen vorgenommen werden und eine grobgewebliche Zerlegung weitgehend ersetzen. Eine regelmäßige Überprüfung der Schätzgenauigkeit durch grobgewebliche Zerlegung einzelner Schlachtkörper kann aber durchaus sinnvoll sein. Bei milchbetonten Rassen und stark bemuskelten Kreuzungstieren aus intensiver Fleischrasse x Fleckvieh/Braunvieh schlägt KÖGEL (1999b) eine Korrektur nach der festzustellenden Rassenkonstante, die der mittleren Unter- oder Überschätzung entspricht, vor.

#### 5.1.2 NIRS

Durch die Kooperation mit der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub (BLT) wurde es möglich, die Analysengeräte der BLT und der BVW-GmbH im Netzwerk zu betreiben und die Vorzüge der NIRS-Messtechnik, kurzen Analysenzeiten, hohe Analysengenauig-

keiten, gleichzeitiges Erfassen mehrerer Qualitätsparameter in einem Messvorgang, zu nutzen. Die kosten- und personalintensiven nasschemischen Analysen, können durch die Etablierung der NIRS-Technik auf das für die Überprüfung der Kalibrierung (Validierung) notwendige Maß verringert werden. Die Verringerung der Kosten für die nasschemische Analyse ist umso größer je mehr Institute sich an dem Netzwerk beteiligen.

Bei der Fettbestimmung zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung der BLT Ergebnisse mit dem Gesamtfettergebnissen des Labors der Universität für Bodenkultur. Die Differenz beträgt im Mittel  $-0.09\%$ .

Auf Grund dieses guten Ergebnisses kann das Labor vor Ort als Referenzlabor zur Absicherung der IMF-Werte aus der NIRS Methodik herangezogen werden.

Dies gilt auch für die Bestimmung von Wasser und Asche, wo die Laborabweichungen zwischen  $0.15$  und  $0.11\%$  liegen.

Die etwas größere Differenz von  $1.0\%$  beim Protein könnte methodische Ursachen haben. Im Labor Grub wird der Stickstoffgehalt nach der Verbrennungsmethode ermittelt, in Wien nach dem klassischen Kjeldahlverfahren. Diese Abweichung ist noch zu klären.

### 5.1.3 Videoanalyse

Unter Marmorierung versteht man vor allem beim Rind, das innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbar eingelagerte Fett (intramuskuläre Fett). Der intramuskuläre Fettgehalt kann objektiv und subjektiv bestimmt werden (RISTIC, 1987). Die Ausprägung der Marmorierung kann objektiv an Hand morphometrischer (Marmorierungspunkte pro Flächeneinheit), planimetrischer (Verhältnis Fettfläche/Muskelfläche) und chemischer (Fettgehalt) Methoden festgestellt werden. Eine häufig angewandte subjektive Methode zur Bestimmung der Marmorierung wurde von RISTIC (1987) beschrieben und kann allgemein als Kulmbacher Methode (FRICKH et al. 2000a) bezeichnet werden. Dabei werden an Hand eines 6-Punkteschemas die Stärke der Marmorierung, die Verteilung und die Feinheit bzw. Größe der Marmorierungspunkte subjektiv nach Punkten beurteilt.

Während den objektiven Methoden (ALBRECHT et al., 1995; ENDER et al., 1997) eine zeitaufwendige Methodik zu Grunde liegt, hat die subjektive Methode (RISTIC, 1987) den Nachteil, immer von der gleichen Person durchgeführt werden zu müssen um exakte Werte zu eruieren. FRICKH et al. (1999) entwickelten eine videoanalytische Methode, die es ermöglicht, den Fettanteil an der Rückenmuskelfläche planimetrisch zu bestimmen und dadurch die Kulmbacher Methode zu objektivieren und personenunabhängig zu machen.

In der vorliegenden Untersuchung lag der Zusammenhang zwischen subjektiver Punktbewertung nach der Kulmbacher Methode und der Videoanalyse bei einer Korrelation von  $r = 0,96$ . Die Ergebnisse aus der Videoanalyse stimmen mit der subjektiven Beurteilung durch eine geschulte Person gut überein. Für den Routineeinsatz zur objektiveren Bewertung der Marmorierung ist die Videoanalyse nach FRICKH et al. (1999) geeignet.

Eine wesentliche Voraussetzung für Anwendung dieser Technik ist ein geschultes Personal, das zur exakten Arbeit befähigt ist. Im Rahmen dieses Projektes wurde die Aufnahme- und Beleuchtungstechnik wesentlich verbessert. Dadurch konnten nicht nur exaktere Ergebnisse erzielt werden, sondern es wurde auch der Zeitaufwand optimiert. Für die Aufnahme der digitalen Bilder kam ein Beleuchtungskörper der Fa. Waldmann Lichttechnik zu Anwendung. Mit der Schutzrohrleuchte SLCV 111 (Leuchtstoffröhre PL-S11W/840, 4000 °K, 11 W / 230V V/50 HZ/IP 67) in Plexiglasrohr mit Parabolraster konnten gute Ergebnisse erzielt werden.

## 5.2 Tiergesundheit

Nach den Aufzeichnungen, die während des Versuches über die tierärztlichen Kontrollen gemacht wurden, waren in der in Anbindehaltung durchgeführten Kälberaufzucht 151 Kälber auf Pneumonie behandelt worden. In der Mast waren insgesamt 50 tierärztliche Behandlungen notwendig, 11 bei auf der Koppel untergebrachten Stieren und 39 bei Stieren, die in Anbindehaltung aufgestellt waren. Von den 11 Behandlungen auf der Koppel wurden 7 zuvor in Anbindehaltung aufgestellte Kälber gegen Pneumonie nachbehandelt und 4 Behandlungen gegen Durchfall durchgeführt. Die Ursache der Durchfallerkrankung konnte nicht exakt festgestellt werden. 38 Stiere in Anbindehaltung wurden gegen Pneumonie behandelt, 1 Stier gegen Durchfall.

Während FRICKH (1999) bei Pelletalleinfütterung in Anbindehaltung über tierärztliche Behandlungen gegen Blähung berichtete, waren beim vorliegenden Versuch auf Grund der wiederkäuergerechten Ration (Stroh, Heu, Maissilage ad libitum, plus Eiweißergänzungsfuttermittel) keine Behandlungen gegen Blähung notwendig. Die Klimaverhältnisse und die Fortbewegungsmöglichkeit in der Koppelhaltung waren die Voraussetzung für die Gesundheit, die normalen Verhaltensabläufe und die Unversehrtheit der Stiere, welche allgemein als Indikatoren für das Wohlbefinden angesehen werden.

## 5.3 Mast- und Schlachtleistung

### 5.3.1 Mastleistung

Nach den Ergebnissen der Mastprüfung hat das Mastendgewicht einen bedeutenden Einfluss auf die Mastleistung. Im vorliegenden Versuch wurden die Rassen Fleckvieh und Pinzgauer mit 580 kg (Schlachtkategorie 1) bzw. 630 kg (Schlachtkategorie 2) Lebendmasse geschlachtet. Die Schlachtung beider Rassen mit 630 kg hatte Vorteile in den Merkmalen Schlachalter und Tageszunahmen.

Wie bei AUGUSTINI (2000) beschrieben, wurden beide Rassen intensiv gemästet. Die Energiekonzentration von Maissilage lag mit 10,61 MJ/kg Trockenmasse über den für intensive Mast geforderten 10,0 MJ. Die Mastvorteile der Jungtiere gegenüber anderen Kategorien (Kalbinnen, Ochsen) konnten genutzt werden.

Signifikante Unterschiede in der Mastdauer waren im Besonderen bei den Effekten Rasse und Haltung festzustellen. Im Durchschnitt benötigten die Stiere aus der Koppelhaltung mit 334 Masttagen um 49 Tage weniger als die Stiere in der Anbindehaltung (383 d) um die festgelegte Mastendmasse zu erreichen. Diese Aussage deckt sich mit den Untersuchungen von FRICKH und KONRAD (2000), die beim Fleckvieh in Außenhaltung eine um 50 Tage kürzere Mastdauer feststellten, um eine Lebendmasse von 570 kg zu erreichen, im Gegensatz zu den Stieren in Anbindehaltung. Die Pinzgauer brauchten um 42 Tage länger als das Fleckvieh. Die Tageszunahmen vom 125. Lebenstag bis Mastende waren bei der Schlachtkategorie 2 mit 1306 g um 4,5 % besser als bei Schlachtkategorie 1 mit 1250 g. Die Koppelhaltung lag um 19 % über der Anbindehaltung. Fleckvieh erreichte 1367 g Tageszunahmen, die Pinzgauer 1190 g. Die höchsten Tageszunahmen erreichte mit 1497 g die Fleckviehgruppe, welche in der Koppel gehalten und mit 630 kg geschlachtet worden war. Dieses Ergebnis bestätigt den von FRICKH et al. (2000 a, b) ermittelten Wert von 1534 g Tageszunahmen für eine adäquate Gruppe. Die geringsten Tageszunahmen waren bei beiden Rassen in den Gruppen zu finden, die in Anbindehaltung standen und mit 580 kg geschlachtet worden waren. Diese Ergebnisse ergänzen die von FRICKH et al. (2000 a, b) gemachten Aussagen im Hinblick auf die Haltungsformen Anbindehaltung und Koppelhaltung (Außenhaltung). Diese Autoren fanden bei Koppelhaltung im Durchschnitt um 119 g höhere Tageszunahmen als bei Anbindehaltung. SCHWARZ et al. (1992) kamen bei Fleckvieh in Laufstallhaltung auf Vollspaltenboden und hohem Futterniveau auf 1251 g Tageszunahmen bei Stieren, die mit 575 kg geschlachtet wurden und auf 1210 g bei Stieren, die mit 650 kg geschlachtet wurden.



### 5.3.2 Schlachtleistung

Mit einer Lebendmasse von 630 kg erreichten beide Rasse eine Zweihälftenmasse von etwa 360 kg. Die Ausschachtung war von der Rasse, der Haltungform und dem Schlachalter beeinflusst. Das Fleckvieh erreichte 56,6 %, die Pinzgauer 55,4 % Ausschachtung, die Stiere in Anbindehaltung 55,2 %, die in Koppelhaltung 56,8 %. Der frühere Schlachtzeitpunkt (580 kg) bewirkte eine Ausschachtung von 55,4 %, der spätere Schlachtzeitpunkt (630 kg) 56,6 %. Die Unterschiede waren signifikant.

Das Fleckvieh erreichte in Koppelhaltung mit 630 kg Lebendmasse einen Fleischanteil (FLAN) nach der Zerlegung von 71,4 % und einen Muskelfleischanteil (MFA) von 71,5 %, die Pinzgauer 70,6 % bzw. 71,6 %.

Die Schätzung des Muskelfleischanteiles (MFA) ergab insgesamt für Fleckvieh einen Wert von 71,2 % und für die Pinzgauer von 69,3 %, der aus der Zerlegung ermittelte Fleischanteil (FLAN) 70,8 % und 68,7 %. Dieses Ergebnis stimmt mit den von KÖGEL (1999) bei der Zerlegung eruierten Werten von 70,7 % für Fleckvieh und 68,7 % für die Pinzgauer sehr gut überein. Eine sehr gute Übereinstimmung kann auch mit KÖGEL et al. (1998) festgestellt werden. Die Autoren kamen bei den Pinzgauern auf 68,0 % Muskelfleisch und beim Fleckvieh auf 69,8 %. AUGUSTINI et al. (1992) ermittelten aus den Zerlegedaten Fleckviehstiere, die mit 575 kg geschlachtet wurden einen Fleischanteil von 65,9 % und 65,7 % für Fleckviehstiere, die mit 650 kg geschlachtet wurden. Gelbvieh kam bei (AUGUSTINI und TEMISAN, 1986) auf 67,2 % und 65,8 % Fleischanteil.

Besonders deutlich wirkte sich die Haltung auf den FLAN bzw. MFA aus. Die Stiere in Koppelhaltung erreichten mit 71,3 % FLAN bzw. 71,5 % MFA einen um 4,3 % (FLAN) bzw. 3,6 % (MFA) höheren Wert als die Stiere in Anbindehaltung (68,2 % FLAN bzw. 68,9 % MFA).

Merkmale, die Rückschlüsse auf den Fettgehalt des Schlachtkörpers zulassen, wie der Fettanteil am Schlachtkörper oder die Fettgewebeklasse waren bei der Koppelhaltung signifikant geringer ausgeprägt als bei der Anbindehaltung (Tabelle 4.4). Daraus könnte geschlossen werden, dass frei laufende Stiere für die Bewegung mehr Fett zur Verbrennung benötigen, als Stiere, denen es nicht möglich ist sich fortzubewegen. Zu dem gleichen Schluss kamen auch JURIE et al. (1998), NÜRNBERG et al. (1998), FRICKH (1999) und FRICKH et al. (2000 a, b). Während in der vorliegenden Untersuchung die Stiere aus der Koppelhaltung 10,6 % Fett bezogen auf die Schlachtkörpermasse aufwiesen, konnte für Stiere aus der Anbindehaltung bei konstantem Schlachalter 13,7 % festgehalten werden. Die Übereinstimmung dieser Werte

mit den von Frickh (2001 a, b) veröffentlichten Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität ist für beide Rassen, Haltungen und Schlachtkategorien möglich. Die Pinzgauer in Anbindehaltung lagen bei einem Schlachthofgewicht (Mastendmasse) von 580 kg mit 14,6 % nur knapp innerhalb der Anforderungen, mit 630 kg und 15,1 % aber bereits außerhalb. Die auf der Koppel gehaltenen Pinzgauer hatten einen Fettanteil von 11,0 % und 10,9 % und lagen damit eindeutig im geforderten Bereich von 10 – 15 % (GROSSE und ENDER, 1990, FRICKH, 2001 a, b). Der Nierentalanteil (Tabelle 4.5) der Pinzgauergruppen in Anbindehaltung ist mit 3,00 % und 3,31 % als zu hoch anzusehen. Daraus kann abgeleitet werden, dass das Pinzgauer Rind für die Ausbildung einer außergewöhnlichen Fleischqualität ein Haltungssystem benötigt, das ihm eine ausreichende Bewegungsmöglichkeit einräumt um die Fettreserven im Schlachtkörper abzubauen. Auf diese Aussage trifft die von STRICKLIN und KAUTZ-SCANAVY (1983/84) beschriebene Theorie zu, nach der bestimmte Genotypen in einer bestimmten Umwelt bessere Leistungen erbringen. In der statistischen Auswertung war die Wechselwirkung zwischen Rasse und Haltung in diesen beiden Merkmalen signifikant. Daraus kann geschlossen werden, dass die Ausprägung dieser Merkmale entscheidend davon abhängig ist, welche Rasse in welcher Haltungsumwelt steht. Die Berechnung innerhalb der Rasse Pinzgauer ergab für die Anbindehaltung einen Fettanteil am Schlachtkörper von 14,84 % und einen Nierentalanteil von 3,16. Für die Koppelhaltung wurden Anteile von 10,98 % und 1,29 % errechnet.

Fleckvieh erreichte im Durchschnitt bei der Beurteilung der Fleischigkeit den Wert 3,5, der mit den Angaben von KÖGEL (1994) übereinstimmt, der in der Schlachtgewichtsklasse 320 – 360 kg einen Wert von 3,5 ermittelte.

Die Knochenanteile bezogen auf das Zweihälftengewicht lagen mit 16,6 % für Fleckvieh und 17,0 % für die Pinzgauer etwas höher als die bei einem vergleichbaren Schlachtgewicht in einigen Literaturstellen (AUGUSTINI und BRANSCHIED, 1991; AUGUSTINI et al., 1992; AUGUSTINI, 2000) angegebenen Werten von 14,3 %. Der Knochenanteil ist aber stark mit der Wachstumsintensität gekoppelt (AUGUSTINI und TEMISAN, 1986). Schlachtkörper aus der Gruppe mit höherem Mastendgewicht (630 kg) hatten mit 16,5 % einen signifikant geringeren Knochenanteil als jene aus der Gruppe mit 580 kg Mastendgewicht (17,2 %). Die kurze Mastdauer und die hohen täglichen Zunahmen führten zu einem sehr hohen Muskelfleischanteil, verbunden mit einem geringen Fettanteil am Schlachtkörper. Insbesondere durch den niedrigen Fettanteil ergab sich eine Verschiebung der Gewebeanteile in Richtung höherer Knochenanteil.

Bemerkenswert sind die Ergebnisse der Teilstückerhebung. Die Pinzgauer hatten mit 9,8 % ein signifikant höheres Hautgewicht bezogen auf das Mastendgewicht als das Fleckvieh mit 9,0 %. Dieses Ergebnis stimmt fast exakt mit jenem von KÖGEL et al. (1997) überein, die für Fleckvieh 9,1 % und für die Pinzgauer 9,8 % Hautanteil bei 627 bzw. 631 kg Mastendgewicht ermittelten.

## 5.4 Fleischqualität

Die Bestimmung der Fleischqualität an Hand objektiver Merkmale wurde mit dem Ziel durchgeführt, festzustellen, ob mit den festgelegten Produktionssystemen Qualitätsrindfleisch erzeugt werden kann und welche Gruppenunterschiede aufgezeigt werden können. Dazu gibt es Arbeiten von TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b), CMA (1996), HOFMANN (1998), HONIKEL (1998) und FRICKH (2001 a, b). Während HOFMANN (1986, 1998) wesentlich zur Begriffsdefinition beitrug, zeigten die anderen Autoren Werte auf, die Qualitätsrindfleisch erreichen soll. FRICKH (2001 a) fasste in einer Tabelle (Tabelle 3.4) Merkmale der Schlachtkörper- und Fleischqualität zusammen und versuchte durch Festlegung von Grenzwerten, die er teils aus der Literatur und teils aus seinen eigenen Untersuchungen entnahm, die Abgrenzung von Qualitätsrindfleisch zu normalem Fleisch zu objektivieren.

### 5.4.1 Fleischinhaltsstoffe

Für die Beurteilung der Fleischinhaltsstoffe (Wasser, Fett, Eiweiß, Asche) wurden die Ergebnisse aus der nahen Infrarotspektroskopie (NIRS) herangezogen.

In Tabelle 4.6 werden die Einflüsse von Rasse und Haltungssystem aufgezeigt. Im Wassergehalt waren Haltungssysteme zu verzeichnen. In der Anbindehaltung erreichten die Stiere 73,97 % Wasser, in der Koppelhaltung 74,98 %. Die Unterschiede bei Rasse und Schlachtkategorie waren nicht signifikant. Im Gegensatz zu AUGUSTINI et al. (1998) wurden in den Merkmalen Eiweiß und Fett signifikante Unterschiede zwischen den Rassen erfasst. Fleisch von Fleckvieh enthielt 22,26 % Eiweiß und 1,81 % Fett (IMF) und das der Pinzgauer 21,96 % Eiweiß und 2,20 % Fett. Bei AUGUSTINI et al. (1998) erreichte Fleckvieh 22,6 % Eiweiß und 2,03 % Fett, die Pinzgauer 22,5 % Eiweiß und 2,51 % Fett. Die Pinzgauer erreichten im Rückenmuskel im Merkmal intramuskulärer Fettgehalt sowohl bei AUGUSTINI et al. (1998) als auch im vorliegenden Versuch die geforderten Werte für außergewöhnliche Fleischqualität von mindestens 2,5 % Fett (Tabelle 3.4). Dies ist bemerkenswert,

da selbst bei einem Rassenvergleich von Aubrac, Shorthorn und Galloway/Highland, wie ihn AUGUSTINI und TROEGER (2000) im Rahmen einer qualitätsorientierten Rindfleischherzeugung beschrieben, lediglich die Shorthorn auf einen IMF-Gehalt von  $> 2,5\%$  kamen.

Die Koppelhaltung lag mit  $1,46\%$  Fett hinter der Anbindehaltung mit  $2,56\%$  Fett. Auswirkungen auf strukturelle Merkmale (ARNETH, 1998) wie die Scherkraft (Tabelle 4.8) oder die sensorischen Merkmale (Tabelle 4.11) waren auf Grund des insgesamt sehr niedrigen Fettniveaus nicht gegeben. Ein positiver Effekt auf die Zartheit wurde von WHEELER et al. (1994) für einen IMF-Gehalt von Fleisch mit  $3\%$  und mehr beobachtet. Auch AUGUSTINI und TEMISAN (1986) berichteten von einer positiven Beziehung, geben aber zu bedenken, dass bei einem höheren IMF auch mit einem sehr hohen Fettgewebeanteil im Schlachtkörper zu rechnen ist, insbesondere im Bereich der Brust und der Platte, der weder vom Frischfleischhandel noch von der Verarbeitung akzeptiert wird. Bei einem Fettgehalt von  $1,5\%$  –  $2,5\%$ , wie es in auch beim vorliegenden Versuch der Fall ist, ist der Beitrag des IMF zur Erklärung der Variation in der Zartheit, wie es DUFÉY und CHAMBAZ (1999 a) beschreiben nur gering. Nach GROSSE und ENDER (1990) gelten für mitteleuropäische Geschmacksgeohnheiten intramuskuläre Fettgehalte zwischen  $2,5\%$  und  $4,5\%$  als optimal, nach WARZECHA et al. (1999)  $2,0\%$  bis  $4,5\%$ , während in den USA intramuskuläre Fettgehalte von über  $10\%$  durchaus erwünscht sind. Dabei spielen aber die amerikanischen Mastrassen Shorthorn, Hereford, Aberdeen-Angus und die Kategorie (Kalbinnen, Ochsen) eine wesentliche Rolle. Zudem übt in den USA bereits seit der 1910er Jahren der Qualitätsgrad, der auch die Marmorierung erfasst, einen wesentlichen Einfluss auf den Preis der Schlachtkörper aus. Eine Preisdifferenzierung am europäischen Markt nach der Qualität von Fleisch wird über Qualitätsprogramme, die aber vor allem Herkunftsnachweise enthalten versucht, der Marktanteil ist aber noch gering. Eine Preisdifferenzierung der Schlachtkörper nach objektiv erhobenen Fleischqualitätskriterien, wie der Marmorierung und die stichprobenweise Kontrolle der Einstufung an Hand einer sensorischen Prüfung sind berechnigte Forderungen der Konsumenten.

## 5.4.2 Fettsäuremuster

Die Ergebnisse der Fettsäurenuntersuchung (Tabelle 4.7) zeigen Rassen- und teilweise Haltungunterschiede auf. Bei den am häufigsten vorkommenden Fettsäuren (Ölsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure) wurden keine Unterschiede zwischen den Rassen festgestellt. Fleisch von Fleckvieh und Pinzgauern enthielt im Durchschnitt  $40,67\%$  Ölsäure (C18:1),

27,25 % Palmitinsäure (C16:0) und 16,2 % Stearinsäure (C18:0). Diese Werte stimmen gut mit den Angaben von FRICKH (1997), PALEARI et al. (1997), BRANSCHIED (1998) und FRICKH und KONRAD (1999) überein. MALAU-ADULI et al. (2000) kamen bei verschiedenen Rassen im Durchschnitt auf 40,99 % C18:1, 29,59 % C16:0 und auf 13,50 % C18:0. Rassenunterschiede gab es im Gehalt der essentiellen (MOSER, 2000) Linol- und Linolensäure, nicht aber bei der Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA). Fleckvieh kam auf 4,46 % Linolsäure, 0,94 % Linolensäure und 5,4 % PUFA, die Pinzgauer auf 5,20 %, 0,64 % und 5,84 %. Auch bei den gesamten gesättigten und ungesättigten Fettsäuren wurden keine Rassenunterschiede festgestellt.

Die Haltung hatte einen signifikanten Einfluss auf die Palmitin-, Margarin-, Margarine-, Öl-, Linol- und Linolensäure, nicht aber auf die Stearinsäure. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren war bei Anbindehaltung mit 48,43 % gegenüber 46,43 % bei Koppelhaltung höher, der Anteil an ungesättigten Fettsäuren mit 51,23 % zu 53,21 % signifikant niedriger. Das Verhältnis von gesättigten zu ungesättigten Fettsäuren und das Verhältnis von mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu gesättigten Fettsäuren fiel zu Gunsten (PALEARI, 1997) der Koppelhaltung aus.

Die Schlachtkategorie hatte keinen Einfluss auf das Fettsäuremuster.

### 5.4.3 Temperatur

Die richtige Kühlung der zur Untersuchung herangezogenen Schlachtkörper ist eine wesentliche Voraussetzung für die Bestimmung der Fleischqualität (SMULDERS et al., 1999) und ermöglicht einen optimalen Ablauf der biologischen Vorgänge während der Fleischreifung (SCHWÄGELE, 1999). Bevor die Schlachtkörper zerlegt werden, sollten sie nach MOJE (1999) Kerntemperaturen von 4 °C erreicht haben. Wie aus [Tabelle 4.8](#) ersichtlich ist, kann der Kühlverlauf auf Grund der Ergebnisse der Kerntemperaturmessungen bei allen Gruppen als normal bezeichnet werden. Unterschiede im Kühlverlauf gab es zwischen den Muskeln *M. longissimus dorsi* und *M. semitendinosus* 24 h nach der Schlachtung. 96 h post mortem war der Unterschied nur mehr 0,5 °C. Der Schlögel, welcher das weiße Scherzel (*M. semitendinosus*) enthält, nahm mehr Zeit in Anspruch um die angestrebte Kühltemperatur von  $\leq 7$  °C nach 24 h anzunehmen, als der Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*). Durch die gezielte Schnellkühlung, wie sie TROEGER (1998) dokumentiert, konnten negative Einflüsse auf die Fleischqualität wie die von HONIKEL (1998) beschriebene Kälte- oder Rigorverkürzung, die infolge falscher Temperaturführung in den ersten 15 bis 20 h p. m. beim Rind auf-

treten können, ausgeschlossen werden. Bei einer Kühldauer von 24 h erreichte der Rückenmuskel 3,7 °C, das weiße Scherzel 7,0 °C.

#### 5.4.4 pH-Werte

Die pH-Werte der Gruppen wurden entsprechend den Angaben von BOCCARD et al. (1981) gemessen. Sämtliche Werte lagen im für Frischfleisch normalen Bereich (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b), die Absenkung des pH-Wertes während des glykolytischen Prozesses im Reifungsverlauf lässt daher auf eine normale Säuerung schließen. Die von der CMA (1996) geforderten End-pH-Werte von 5,4 - 5,8, 36 - 48 h p. m. konnten von allen Gruppen erreicht werden. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass die pH-Werte weder von der Rasse, noch von der Haltungsform oder dem Mastendgewicht beeinflusst wurden.

#### 5.4.5 Marmorierung

Die Marmorierung wurde einerseits an Hand der Kulmbacher Methode subjektiv nach Punkten (RISTIC, 1987) bewertet und andererseits mit Hilfe der von FRICKH et al. (1999) entwickelten Methode über die Videoanalyse ermittelt. Dabei wurde der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche eruiert.

Im Merkmal Rückenmuskelfläche gab es deutliche Unterschiede zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie. Fleckvieh kam auf eine Rückenmuskelfläche von 54,99 cm<sup>2</sup>, die Pinzgauer auf 50,43 cm<sup>2</sup>, Stiere aus der Koppelhaltung auf 54,55 cm<sup>2</sup>, aus der Anbindehaltung auf 50,87 cm<sup>2</sup>. Stiere, die mit 580 kg geschlachtet wurden kamen auf 51,15 cm<sup>2</sup>, die mit 630 kg auf 54,27 cm<sup>2</sup>. Die Unterschiede waren signifikant. Der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche wurde nicht durch die Rasse, sondern durch die Haltung und die Schlachtkategorie beeinflusst. Die Koppelhaltung wurde mit 2,40 % signifikant niedriger bewertet als die Anbindehaltung mit 2,70 %. Die Schlachtkategorie 1 erwirkte 2,62 %, die Kategorie 2 3,47 % Fettanteil am Rückenmuskel. Wie bei FRICKH (1999) und ALBRECHT et al. (1995) konnte kein Zusammenhang zwischen intramuskulären Fettmerkmalen und Sensorik festgestellt werden. Die Korrelationen zwischen diesen Merkmalen lagen durchwegs bei ± 0,0. Ob der allgemein geringe intramuskuläre Fettgehalt dafür verantwortlich ist, müssten weitere Untersuchungen klären.

## 5.4.6 Wasserbindungsvermögen

Die Ergebnisse der Auswertung zum Wasserbindungsvermögen werden in [Tabelle 4.8](#) dargestellt.

### 5.4.6.1 Tropfsaftverlust

Der Tropfsaft enthält vor allem Mineralstoffe, Vitamine und niedermolekulare Substanzen. Nach HONIKEL (1998) ist daher das Merkmal Tropfsaftverlust für die Beurteilung der Fleischqualität beim Frischfleisch sehr wichtig, da diese Stoffe mit steigendem Saftverlust verlorengehen. Normales Fleisch verliert in einer 100 g Scheibe in fünf Tagen 3 - 6 % Flüssigkeit. In der vorliegenden Arbeit wurden die Proben wie üblich drei Tage gelagert. Mit einem Tropfsaftverlust von 4,06 % unterschied sich Fleisch von Stieren aus der Koppelhaltung signifikant zu jenem aus der Anbindehaltung (4,59 %). Die Schlachtung mit höherem Gewicht (630 kg) verursachte einen höheren Tropfsaftverlust als die Schlachtung mit 580 kg. Der Rückenmuskel hatte mit 3,61 % einen signifikant geringeren Tropfsaftverlust als das weiße Scherzel (5,05 %). Dieses Ergebnis stimmt auch mit dem von FRICKH (1999) und FRICKH et al. (2000 a, b) überein, die für dieselben Muskeln einen Tropfsaftverlust von 3,42 % und 3,08 % bzw. 4,91 % und 4,18 % feststellten. Auch KEAN und ALLEN (1998) konnten bei der Rassenkreuzung zwischen Charolais x Friesian keinen Einfluss der von ihnen untersuchten Produktionssysteme (intensive Stallhaltung, extensive Weidehaltung) auf dieses Merkmal feststellen. Diese Autoren eruierten nach einer Lagerung von 96 h bei 4 °C einen Tropfsaftverlust von 2,38 % (intensiv) und 2,20 % (extensiv). Wechselwirkungen zwischen Muskel und Gruppe (Rasse, Haltungssystem, Schlachtkategorie) wurden wie bei FRICKH et al. (2000 a, b) nicht gefunden.

### 5.4.6.2 Grill- und Kochverlust

Signifikante Unterschiede brachten die Auswertungen beim Grill- und Kochverlust für die Schlachtkategorie. Sowohl die Grillverluste als auch der Kochverlust waren bei der Schlachtkategorie 2 (SKA 2) höher als bei der Schlachtkategorie 1 (SKA 1). Die Ergebnisse des Grillverlustes stimmen mit den von AUGUSTINI und BRANSCHIED (1991) veröffentlichten Tabellenwerten gut überein. Sie eruierten im Durchschnitt der beiden Muskeln Grillverluste von 20,35 % für die Schlachtkategorie 1 (575 kg) und 21,8 % für die Schlachtkategorie 2 (650 kg). In der vorliegenden Untersuchung lag der Grillverlust der Schlachtkategorie 1



(580 kg) bei 17,33 %, der Schlachtkategorie 2 (630 kg) bei 18,57 %. Der *M. semitendinosus* (MST) hatte, wie es auch SCHEEDER (1992), AUGUSTINI und BRANSCHIED (1991) sowie FRICKH (1999) beschrieben, signifikant höhere Grillverluste als der *M. longissimus dorsi* (MLD). Der MST erreichte einen Grillverlust von 20,2 %, der MLD von 15,7 %. Die absoluten Werte des Grillverlustes warm lagen bei allen Gruppen unter dem Maximalwert für Qualitätsrindfleisch von höchstens 22 % (CMA, 1996).

Der Kochverlust erreichte bei SKA 1 31,12 %, bei SKA 2 bei 32,02 %.

### 5.4.7 Scherkraft

Nach TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b) gilt die Scherkraft als objektives Maß für die Ermittlung der Zartheit von Rindfleisch. Auf die Ausprägung der Schwerkraft gemessen am rohen Fleisch, hatten sowohl Rasse und Haltung als auch die Schlachtkategorie einen Einfluss. Am gegrillten Fleisch war ein Rasseneffekt festzustellen. Haltungsunterschiede wie sie AUGUSTINI (2000) beschreibt, sind aber streng von den Unterschieden zu trennen, die von der Mastintensität hervorgerufen werden. Die Pinzgauer unterschieden sich mit einem Scherkraftwert von 2,95 kg signifikant zum Fleckvieh, die einen Wert von 3,60 kg aufwiesen. Damit haben die Pinzgauer nach EILERS et al. (1996) und MORGAN et al. (1991) einen Scherkraftwert erreicht, der nur für Fleisch von außergewöhnlicher Qualität vergeben wird. Die CMA (1996) verlangt in ihren Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Rindfleisch eine Ausprägung für Scherkraft bei gegrilltem Fleisch von unter 4 kg ( $\leq 4,0$ ). In der vorgelegten Untersuchung wurde diese Forderung in allen Gruppen erfüllt und die objektive Zartheit ist damit hoch zu bewerten. Wichtig für die Interpretation dieser Ergebnisse ist die methodische Behandlung des Fleisches vor der Scherkraftmessung. Es wurde auf 60 °C erhitzt, eine Temperatur, die sich Zartheitsoptimum von 50 ° bis 65 °C (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998) befindet.

### 5.4.8 Fleisch- und Fettfarbe

Für die Beurteilung der Fleischfarbe standen die Merkmale nach den CIELAB-System (DIN, 1979), gemessen 0 und 60 min nach dem frischen Anschnitt zur Verfügung. Nach den Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität (FRICKH, 2001) sollte die Farbhelligkeit ( $L^*$ -Helligkeit) Werte zwischen 34 und 40, der Rotton  $\geq 10$ , und die Buntheit  $\geq 14$  annehmen. Diese Forderung konnten alle Gruppen unter Berücksichtigung der vorliegenden



Messmethode (Spektralphotometer) erfüllen und können nach diesen Merkmalen als Qualitätsrindfleisch bezeichnet werden.

Am frischen Anschnitt wurden bei allen Farbmerkmalen außer bei der Farbhelligkeit sowohl Rassen- als auch Haltungsunterschiede festgestellt. Während sich die Rassenunterschiede auch nach der 60-minütigen Oxidation hielten, waren Haltungsunterschiede nicht mehr zu verzeichnen.

Die Bewertung der Farbabstände ( $\Delta E^*_{ab-60}$ ) ergab signifikante Unterschiede zwischen den Rassen. Die Pinzgauer weisen größere Farbabstände aus als das Fleckvieh. Demnach ist der oxidative Einfluss bei den Pinzgauern größer als beim Fleckvieh.

Die Fettfarbe wurde durch das Haltungssystem beeinflusst. Sowohl die Ergebnisse im oxidierten Zustand als auch die am frischen Anschnitt weisen auf Unterschiede in der Fettfarbe der auf der Koppel gehaltenen Stiere zu jenen der angebundenen hin. Besonders auffallend sind die Unterschiede in den Merkmalen  $b_{10}^*$ -Gelbton und der Farbsättigung  $C_{ab}^*$ . Das Fett der Koppelstiere war dunkler, gelber und gesättigter.

#### 5.4.9 Sensorische Merkmale

Nach DUMONT (1981), BEILKEN et al. (1986) und AUGUSTINI et al. (1998) ist die Zartheit des Fleisches das wichtigste sensorische Merkmal beim Rindfleischverzehr. Die Pinzgauer schneiden in diesem Merkmal signifikant besser ab als Fleckvieh (Tabelle 4.11). Diesen Trend verdeutlicht das objektive Merkmal Scherkraft, wo die Pinzgauer deutlich bessere Werte aufweisen. Mit einer Scherkraft von 2,95 fällt das Fleisch vom Pinzgauer Rind unter außergewöhnliche Fleischqualität, das von Fleckvieh unter Qualitätsrindfleisch. Im M. longissimus dorsi wurde wie bei AUGUSTINI et al. (1998) in allen sensorischen Merkmalen ein Vorteil für die Pinzgauer festgehalten. Die Unterschiede sind bemerkenswert. Fleckvieh erreichte bei AUGUSTINI et al. (1998) 3,32 Punkte für die Zartheit, 3,63 für die Saftigkeit, 3,33 für das Aroma, die Pinzgauer 4,33, 4,16 und 4,04 Punkte. In der vorliegenden Untersuchung (Tabelle 4.11) erreichte Fleckvieh 3,96, 4,44 und 4,15 Punkte, die Pinzgauer 4,50, 4,64 und 4,56 Punkte.

## 5.5 Schlussfolgerungen

Durch die Etablierung von drei weiteren Methoden am Königshof zur Untersuchung der Rindfleischqualität (Schätzung der Gewebeanteile über Regressionsgleichungen, NIRS-Technik, Videoanalyse), ist es möglich geworden, Fleischqualitätsuntersuchungen auch in einer routinemäßigen Nachkommenschaftsleistungsprüfung kostengünstig zu organisieren.

Wie die Ergebnisse verschiedener Versuche (FRICKH und KONRAD, 1999; FRICKH et al., 2000 a, b) zeigen, ist es durchaus möglich, mit alternativen Produktionsverfahren nicht nur hervorragende Mast- und Schlachtleistungen zu erzielen, sondern darüber hinaus eine sehr gute Fleischqualität zu erzeugen. Wichtige Voraussetzungen dafür sind eine intensive Fütterung der Stiere, eventuell in Form einer Ausmastfütterung, ein geeignetes Kühlverfahren für die Schlachtkörper um eine Kälte- oder Rigorverkürzung (WIRTH, 1979; HONIKEL, 1998) zu verhindern und eine ausreichende Fleischreifungsperiode (DUFEY und CHAMBAZ, 1999 b; SCHWÄGELE, 1998).

Die von STRICKLIN und KAUTZ-SCANAVY (1983/84) beschriebene stimulierende Wirkung von optimalem Wohlbefinden auf die Leistungen wird stark vom Haltungssystem beeinflusst und manifestiert sich nicht nur in den Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung sondern auch in der Fleischqualität.

Die Nachfrage nach alternativen Haltungssystemen dürfte in Zukunft zunehmen, zumal Konsumenten und Großverteiler vermehrt Fleisch aus tierfreundlichen Haltungsformen wünschen. Nach HILTY und STADELMANN (1996) haben Untersuchungen gezeigt, dass alternative Systeme funktionieren, dass aber mit etwas höheren Verfahrenskosten (Arbeit, Stroh und Maschinen) zu rechnen ist. Eingestreute Liegeflächen und die Bewegungsmöglichkeit durch das größere Platzangebot bringen eine wesentliche Verbesserung für die Tiere.

Für die österreichischen Landwirte und Bauern wäre es von großer Bedeutung, wenn in weiteren Untersuchungen verschiedene Haltungsformen im wirtschaftlichen Vergleich beschrieben werden würden.

Um die Ergebnisse dieser Studie einem breiten Publikum zugänglich zu machen wäre ein Informationszentrum für Tierhaltung, wie es BAUMGARTNER (2000) vorschlägt sicher hilfreich.

## 5. Diskussion

### 5.1 Tiergesundheit

Nach den Aufzeichnungen, die während des Versuches über die tierärztlichen Kontrollen gemacht wurden, waren in der in Anbindehaltung durchgeführten Kälberaufzucht 151 Kälber auf Pneumonie behandelt worden. In der Mast waren insgesamt 50 tierärztliche Behandlungen notwendig, 11 bei auf der Koppel untergebrachten Stieren und 39 bei Stieren, die in Anbindehaltung aufgestellt waren. Von den 11 Behandlungen auf der Koppel wurden 7 zuvor in Anbindehaltung aufgestellte Kälber gegen Pneumonie nachbehandelt und 4 Behandlungen gegen Durchfall durchgeführt. Die Ursache der Durchfallerkrankung konnte nicht exakt festgestellt werden. 38 Stiere in Anbindehaltung wurden gegen Pneumonie behandelt, 1 Stier gegen Durchfall.

Während FRICKH (1999) bei Pelletalleinfütterung in Anbindehaltung über tierärztliche Behandlungen gegen Blähung berichtete, waren beim vorliegenden Versuch auf Grund der wiederkäuergerechten Ration (Stroh, Heu, Maissilage ad libitum, plus Eiweißergänzungsfuttermittel) keine Behandlungen gegen Blähung notwendig. Die Klimaverhältnisse und die Fortbewegungsmöglichkeit in der Koppelhaltung waren die Voraussetzung für die Gesundheit, die normalen Verhaltensabläufe und die Unversehrtheit der Stiere, welche allgemein als Indikatoren für das Wohlbefinden angesehen werden.

### 5.2 Mast- und Schlachtleistung

#### 5.2.1 Mastleistung

Nach den Ergebnissen der Mastprüfung hat das Mastendgewicht einen bedeutenden Einfluss auf die Mastleistung. Im vorliegenden Versuch wurden die Rassen Fleckvieh und Pinzgauer mit 580 kg (Schlachtkategorie 1) bzw. 630 kg (Schlachtkategorie 2) Lebendmasse geschlachtet. Die Schlachtung beider Rassen mit 630 kg hatte Vorteile in den Merkmalen Schlachalter und Tageszunahmen.

Wie bei AUGUSTINI (2000) beschrieben, wurden beide Rassen intensiv gemästet. Die Energiekonzentration von Maissilage lag mit 10,61 MJ/kg Trockenmasse über den für intensive Mast geforderten 10,0 MJ. Die Mastvorteile der Jungtiere gegenüber anderen Kategorien (Kalbinnen, Ochsen) konnten genutzt werden.

Signifikante Unterschiede in der Mastdauer waren im Besonderen bei den Effekten Rasse und Haltung festzustellen. Im Durchschnitt benötigten die Stiere aus der Koppelhaltung mit 334 Masttagen um 49 Tage weniger als die Stiere in der Anbindehaltung (383 d) um die festgelegte Mastendmasse zu erreichen. Diese Aussage deckt sich mit den Untersuchungen von FRICKH und KONRAD (2000), die beim Fleckvieh in Außenhaltung eine um 50 Tage kürzere Mastdauer feststellten, um eine Lebendmasse von 570 kg zu erreichen, im Gegensatz zu den Stieren in Anbindehaltung. Die Pinzgauer brauchten um 42 Tage länger als das Fleckvieh. Die Tageszunahmen vom 125. Lebenstag bis Mastende waren bei der Schlachtkategorie 2 mit 1306 g um 4,5 % besser als bei Schlachtkategorie 1 mit 1250 g. Die Koppelhaltung lag um 19 % über der Anbindehaltung. Fleckvieh erreichte 1367 g Tageszunahmen, die Pinzgauer 1190 g. Die höchsten Tageszunahmen erreichte mit 1497 g die Fleckviehgruppe, welche in der Koppel gehalten und mit 630 kg geschlachtet worden war. Dieses Ergebnis bestätigt den von FRICKH et al. (2000 a, b) ermittelten Wert von 1534 g Tageszunahmen für eine adäquate Gruppe. Die geringsten Tageszunahmen waren bei beiden Rassen in den Gruppen zu finden, die in Anbindehaltung standen und mit 580 kg geschlachtet worden waren. Diese Ergebnisse ergänzen die von FRICKH et al. (2000 a, b) gemachten Aussagen im Hinblick auf die Haltungsformen Anbindehaltung und Koppelhaltung (Außenhaltung). Diese Autoren fanden bei Koppelhaltung im Durchschnitt um 119 g höhere Tageszunahmen als bei Anbindehaltung. SCHWARZ et al. (1992) kamen bei Fleckvieh in Laufstallhaltung auf Vollspaltenboden und hohem Futterniveau auf 1251 g Tageszunahmen bei Stieren, die mit 575 kg geschlachtet wurden und auf 1210 g bei Stieren, die mit 650 kg geschlachtet wurden.

### 5.2.2 Schlachtleistung

Mit einer Lebendmasse von 630 kg erreichten beide Rasse eine Zueihälftenmasse von etwa 360 kg. Die Ausschachtung war von der Rasse, der Haltungsform und dem Schlachalter beeinflusst. Das Fleckvieh erreichte 56,6 %, die Pinzgauer 55,4 % Ausschachtung, die Stiere in Anbindehaltung 55,2 %, die in Koppelhaltung 56,8 %. Der frühere Schlachtzeitpunkt (580 kg) bewirkte eine Ausschachtung von 55,4 %, der spätere Schlachtzeitpunkt (630 kg) 56,6 %. Die Unterschiede waren signifikant.

Das Fleckvieh erreichte in Koppelhaltung mit 630 kg Lebendmasse einen Fleischanteil (FLAN) nach der Zerlegung von 70,3 %, die Pinzgauer 68,7 %.

Nachdem auch HARTJEN et al. (1993) über die hohe Genauigkeit einer Schätzung der Gewebeanteile an Hand von Hilfsmerkmalen berichteten, wurden die Gewebeanteile zusätz-

lich zu der am Schlachthof Königshof durchgeführten Zerlegung mit den von KÖGEL (1999) vorgeschlagenen Regressionsgleichungen über Hilfsmerkmale geschätzt. Während der Fettanteil recht gut übereinstimmt, gibt es beim Fleisch- und Knochenanteil Abweichungen. Die Übereinstimmung der beiden Fleischanteilsmerkmale (Zerlegung, Schätzung) lag bei einem Zusammenhang von  $r = 0,83$ , der beiden Fettgewebeanteile bei  $r = 0,90$  und der beiden Knochenanteile bei  $r = 0,50$ . Die Ausprägung des Muskelfleischanteiles (MFA) war stets höher als die des Fleischanteiles (FLAN), der geschätzte Knochenanteil (KNA) niedriger als der in der Zerlegung eruierte. Der FLAN wurde durch den MFA etwas überschätzt. Ein Ersetzen der tatsächlichen Zerlegung am Königshof durch Schätzgleichungen scheint an Hand der bisherigen Ergebnisse nicht zweckmäßig zu sein.

Die Schätzung des Muskelfleischanteiles (MFA) ergab für Fleckvieh einen Wert von 72,7 % und für die Pinzgauer von 70,9 %, der aus der Zerlegung ermittelte Fleischanteil (FLAN) 69,6 % und 67,3 %. Dieses Ergebnis stimmt mit den von KÖGEL (1999) bei der Zerlegung eruierten Werten von 70,7 % für Fleckvieh und 68,7 % für die Pinzgauer relativ gut überein. Eine sehr gute Übereinstimmung kann auch mit KÖGEL et al. (1998) festgestellt werden. Die Autoren kamen bei den Pinzgauern auf 67,96 % Muskelfleisch und beim Fleckvieh auf 69,78 %. AUGUSTINI et al. (1992) ermittelten aus den Zerlegedaten beim Fleckvieh einen Fleischanteil von 65,9 % für Stiere, die mit 575 kg geschlachtet wurden und 65,7 % für Stiere, die mit 650 kg geschlachtet wurden. Gelbvieh kam bei (AUGUSTINI und TEMISAN, 1986) auf 67,2 % und 65,8 % Fleischanteil. Die geschätzten Werte von 72,7 % und 70,9 % MFA überschätzen den in der Zerlegung ermittelten FLAN um ca. 2 Prozentpunkte. Die Ursache ist in der Abweichung bei der in der Zerlegung am Königshof üblichen Gewebetrennung zu suchen.

Besonders deutlich wirkte sich die Haltung auf den FLAN bzw. MFA aus. Die Stiere in Koppelhaltung erreichten mit 69,8 % FLAN bzw. 72,9 % MFA einen um 4,0 % (FLAN) bzw. 3,1 % (MFA) höheren Wert als die Stiere in Anbindehaltung (67,1 % FLAN bzw. 70,7 % MFA).

Merkmale, die Rückschlüsse auf den Fettgehalt des Schlachtkörpers zulassen, wie der Fettanteil am Schlachtkörper oder die Fettgewebeklasse waren bei der Koppelhaltung signifikant geringer ausgeprägt als bei der Anbindehaltung (Tabelle 4.4). Daraus könnte geschlossen werden, dass frei laufende Stiere für die Bewegung mehr Fett zur Verbrennung benötigen, als Stiere, denen es nicht möglich ist sich fortzubewegen. Zu dem gleichen Schluss kamen auch JURIE et al. (1998), NÜRNBERG et al. (1998), FRICKH (1999) und FRICKH et al. (2000 a,

b). Während in der vorliegenden Untersuchung die Stiere aus der Koppelhaltung 10,6 % Fett bezogen auf die Schlachtkörpermasse aufwiesen, konnte für Stiere aus der Anbindehaltung bei konstantem Schlachttalter 13,7 % festgehalten werden. Die Übereinstimmung dieser Werte mit den von Frickh (2001 a, b) veröffentlichten Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität ist für beide Rassen, Haltungen und Schlachtkategorien möglich. Die Pinzgauer in Anbindehaltung lagen bei einem Schlachthofgewicht (Mastendmasse) von 580 kg mit 14,6 % nur knapp innerhalb der Anforderungen, mit 630 kg und 15,1 % aber bereits außerhalb. Die auf der Koppel gehaltenen Pinzgauer hatten einen Fettanteil von 11,0 % und 10,9 % und lagen damit eindeutig im geforderten Bereich von 10 – 15 % (GROSSE und ENDER, 1990, FRICKH, 2001 a, b). Der Nierentalanteil (Tabelle 4.5) der Pinzgauergruppen in Anbindehaltung ist mit 3,00 % und 3,31 % als zu hoch anzusehen. Daraus kann abgeleitet werden, dass das Pinzgauer Rind für die Ausbildung einer außergewöhnlichen Fleischqualität ein Haltungssystem benötigt, das ihm eine ausreichende Bewegungsmöglichkeit einräumt um die Fettreserven im Schlachtkörper abzubauen. Auf diese Aussage trifft die von STRICKLIN und KAUTZ-SCANAVY (1983/84) beschriebene Theorie zu, nach der bestimmte Genotypen in einer bestimmten Umwelt bessere Leistungen erbringen. In der statistischen Auswertung war die Wechselwirkung zwischen Rasse und Haltung in diesen beiden Merkmalen signifikant. Daraus kann geschlossen werden, dass die Ausprägung dieser Merkmale entscheidend davon abhängig ist, welche Rasse in welcher Haltungsumwelt steht. Die Berechnung innerhalb der Rasse Pinzgauer ergab für die Anbindehaltung einen Fettanteil am Schlachtkörper von 14,84 % und einen Nierentalanteil von 3,16. Für die Koppelhaltung wurden Anteile von 10,98 % und 1,29 % errechnet.

Fleckvieh erreichte im Durchschnitt bei der Beurteilung der Fleischigkeit den Wert 3,5, der mit den Angaben von KÖGEL (1994) übereinstimmt, der in der Schlachtgewichtsklasse 320 – 360 kg einen Wert von 3,5 ermittelte.

Die Knochenanteile bezogen auf das Zweihälftengewicht lagen mit 16,6 % für Fleckvieh und 17,0 % für die Pinzgauer etwas höher als die bei einem vergleichbaren Schlachtgewicht in einigen Literaturstellen (AUGUSTINI und BRANSCHIED, 1991; AUGUSTINI et al., 1992; AUGUSTINI, 2000) angegebenen Werten von 14,3 %. Der Knochenanteil ist aber stark mit der Wachstumsintensität gekoppelt (AUGUSTINI und TEMISAN, 1986). Schlachtkörper aus der Gruppe mit höherem Mastendgewicht (630 kg) hatten mit 16,5 % einen signifikant geringeren Knochenanteil als jene aus der Gruppe mit 580 kg Mastendgewicht (17,2 %). Die kurze Mastdauer und die hohen täglichen Zunahmen führten zu einem sehr hohen

Muskelfleischanteil, verbunden mit einem geringen Fettanteil am Schlachtkörper. Insbesondere durch den niedrigen Fettanteil ergab sich eine Verschiebung der Gewebeanteile in Richtung höherer Knochenanteil.

Bemerkenswert sind die Ergebnisse der Teilstückerhebung. Die Pinzgauer hatten mit 9,8 % ein signifikant höheres Hautgewicht bezogen auf das Mastendgewicht als das Fleckvieh mit 9,0 %. Dieses Ergebnis stimmt fast exakt mit jenem von KÖGEL et al. (1997) überein, die für Fleckvieh 9,1 % und für die Pinzgauer 9,8 % Hautanteil bei 627 bzw. 631 kg Mastendgewicht ermittelten.

## 5.3 Fleischqualität

Die Bestimmung der Fleischqualität an Hand objektiver Merkmale wurde mit dem Ziel durchgeführt, festzustellen, ob mit den festgelegten Produktionssystemen Qualitätsrindfleisch erzeugt werden kann und welche Gruppenunterschiede aufgezeigt werden können. Dazu gibt es Arbeiten von TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b), CMA (1996), HOFMANN (1998), HONIKEL (1998) und FRICKH (2001 a, b). Während HOFMANN (1986, 1998) wesentlich zur Begriffsdefinition beitrug, zeigten die anderen Autoren Werte auf, die Qualitätsrindfleisch erreichen soll. FRICKH (2001 a) fasste in einer Tabelle (Tabelle 3.4) Merkmale der Schlachtkörper- und Fleischqualität zusammen und versuchte durch Festlegung von Grenzwerten, die er teils aus der Literatur und teils aus seinen eigenen Untersuchungen entnahm, die Abgrenzung von Qualitätsrindfleisch zu normalem Fleisch zu objektivieren.

### 5.3.1 Fleischinhaltsstoffe

Für die Beurteilung der Fleischinhaltsstoffe (Wasser, Fett, Eiweiß, Asche) wurden die Ergebnisse aus der nahen Infrarotspektroskopie (NIRS) herangezogen.

In Tabelle 4.6 werden die Einflüsse von Rasse und Haltungssystem aufgezeigt. Im Wassergehalt waren Haltungssysteme zu verzeichnen. In der Anbindehaltung erreichten die Stiere 73,97 % Wasser, in der Koppelhaltung 74,98 %. Die Unterschiede bei Rasse und Schlachtkategorie waren nicht signifikant. Im Gegensatz zu AUGUSTINI et al. (1998) wurden in den Merkmalen Eiweiß und Fett signifikante Unterschiede zwischen den Rassen erfasst. Fleisch von Fleckvieh enthielt 22,26 % Eiweiß und 1,81 % Fett (IMF) und das der Pinzgauer 21,96 % Eiweiß und 2,20 % Fett. Bei AUGUSTINI et al. (1998) erreichte Fleckvieh 22,6 % Eiweiß und 2,03 % Fett, die Pinzgauer 22,5 % Eiweiß und 2,51 % Fett. Die Pinz-



gauer erreichten im Rückenmuskel im Merkmal intramuskulärer Fettgehalt sowohl bei AUGUSTINI et al. (1998) als auch im vorliegenden Versuch die geforderten Werte für außergewöhnliche Fleischqualität von mindestens 2,5 % Fett (Tabelle 3.4). Dies ist bemerkenswert, da selbst bei einem Rassenvergleich von Aubrac, Shorthorn und Galloway/Highland, wie ihn AUGUSTINI und TROEGER (2000) im Rahmen einer qualitätsorientierten Rindfleischherzeugung beschrieben, lediglich die Shorthorn auf einen IMF-Gehalt von > 2,5 % kamen.

Die Koppelhaltung lag mit 1,46 % Fett hinter der Anbindehaltung mit 2,56 % Fett. Auswirkungen auf strukturelle Merkmale (ARNETH, 1998) wie die Scherkraft (Tabelle 4.8) oder die sensorischen Merkmale (Tabelle 4.11) waren auf Grund des insgesamt sehr niedrigen Fettlevels nicht gegeben. Ein positiver Effekt auf die Zartheit wurde von WHEELER et al. (1994) für einen IMF-Gehalt von Fleisch mit 3 % und mehr beobachtet. Auch AUGUSTINI und TEMISAN (1986) berichteten von einer positiven Beziehung, geben aber zu bedenken, dass bei einem höheren IMF auch mit einem sehr hohen Fettgewebeanteil im Schlachtkörper zu rechnen ist, insbesondere im Bereich der Brust und der Platte, der weder vom Frischfleischhandel noch von der Verarbeitung akzeptiert wird. Bei einem Fettgehalt von 1,5 % – 2,5 %, wie es in auch beim vorliegenden Versuch der Fall ist, ist der Beitrag des IMF zur Erklärung der Variation in der Zartheit, wie es DUFEY und CHAMBAZ (1999 a) beschreiben nur gering. Nach GROSSE und ENDER (1990) gelten für mitteleuropäische Geschmacksgewohnheiten intramuskuläre Fettgehalte zwischen 2,5 % und 4,5 % als optimal, nach WARZECHA et al. (1999) 2,0 % bis 4,5 %, während in den USA intramuskuläre Fettgehalte von über 10 % durchaus erwünscht sind. Dabei spielen aber die amerikanischen Mastrassen Shorthorn, Hereford, Aberdeen-Angus und die Kategorie (Kalbinnen, Ochsen) eine wesentliche Rolle. Zudem übt in den USA bereits seit der 1910er Jahren der Qualitätsgrad, der auch die Marmorierung erfasst, einen wesentlichen Einfluss auf den Preis der Schlachtkörper aus. Eine Preisdifferenzierung am europäischen Markt nach der Qualität von Fleisch wird über Qualitätsprogramme, die aber vor allem Herkunftsnachweise enthalten versucht, der Marktanteil ist aber noch gering. Eine Preisdifferenzierung der Schlachtkörper nach objektiv erhobenen Fleischqualitätskriterien, wie der Marmorierung und die stichprobenweise Kontrolle der Einstufung an Hand einer sensorischen Prüfung sind berechtigte Forderungen der Konsumenten.

### 5.3.2 Fettsäuremuster



Die Ergebnisse der Fettsäurenuntersuchung (Tabelle 4.7) zeigen Rassen- und teilweise Haltungsunterschiede auf. Bei den am häufigsten vorkommenden Fettsäuren (Ölsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure) wurden keine Unterschiede zwischen den Rassen festgestellt. Fleisch von Fleckvieh und Pinzgauern enthielt im Durchschnitt 40,67 % Ölsäure (C18:1), 27,25 % Palmitinsäure (C16:0) und 16,2 % Stearinsäure (C18:0). Diese Werte stimmen gut mit den Angaben von FRICKH (1997), PALEARI et al. (1997), BRANSCHIED (1998) und FRICKH und KONRAD (1999) überein. MALAU-ADULI et al. (2000) kamen bei verschiedenen Rassen im Durchschnitt auf 40,99 % C18:1, 29,59 % C16:0 und auf 13,50 % C18:0. Rassenunterschiede gab es im Gehalt der essentiellen (MOSEK, 2000) Linol- und Linolensäure, nicht aber bei der Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA). Fleckvieh kam auf 4,46 % Linolsäure, 0,94 % Linolensäure und 5,4 % PUFA, die Pinzgauer auf 5,20 %, 0,64 % und 5,84 %. Auch bei den gesamten gesättigten und ungesättigten Fettsäuren wurden keine Rassenunterschiede festgestellt.

Die Haltung hatte einen signifikanten Einfluss auf die Palmitin-, Margarin-, Margarine-, Öl-, Linol- und Linolensäure, nicht aber auf die Stearinsäure. Der Anteil an gesättigten Fettsäuren war bei Anbindehaltung mit 48,43 % gegenüber 46,43 % bei Koppelhaltung höher, der Anteil an ungesättigten Fettsäuren mit 51,23 % zu 53,21 % signifikant niedriger. Das Verhältnis von gesättigten zu ungesättigten Fettsäuren und das Verhältnis von mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu gesättigten Fettsäuren fiel zu Gunsten (PALEARI, 1997) der Koppelhaltung aus.

Die Schlachtkategorie hatte keinen Einfluss auf das Fettsäuremuster.

### 5.3.3 Temperatur

Die richtige Kühlung der zur Untersuchung herangezogenen Schlachtkörper ist eine wesentliche Voraussetzung für die Bestimmung der Fleischqualität (SMULDERS et al., 1999) und ermöglicht einen optimalen Ablauf der biologischen Vorgänge während der Fleischreifung (SCHWÄGELE, 1999). Bevor die Schlachtkörper zerlegt werden, sollten sie nach MOJE (1999) Kerntemperaturen von 4 °C erreicht haben. Wie aus Tabelle 4.8 ersichtlich ist, kann der Kühlverlauf auf Grund der Ergebnisse der Kerntemperaturmessungen bei allen Gruppen als normal bezeichnet werden. Unterschiede im Kühlverlauf gab es zwischen den Muskeln M. longissimus dorsi und M. semitendinosus 24 h nach der Schlachtung. 96 h post mortem war der Unterschied nur mehr 0,5 °C. Der Schlögel, welcher das weiße Scherzel (M. semitendinosus) enthält, nahm mehr Zeit in Anspruch um die angestrebte Kühltemperatur von

≤ 7 °C nach 24 h anzunehmen, als der Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*). Durch die gezielte Schnellkühlung, wie sie TROEGER (1998) dokumentiert, konnten negative Einflüsse auf die Fleischqualität wie die von HONIKEL (1998) beschriebene Kälte- oder Rigorverkürzung, die infolge falscher Temperaturführung in den ersten 15 bis 20 h p. m. beim Rind auftreten können, ausgeschlossen werden. Bei einer Kühldauer von 24 h erreichte der Rückenmuskel 3,7 °C, das weiße Scherzel 7,0 °C.

### 5.3.4 pH-Werte

Die pH-Werte der Gruppen wurden entsprechend den Angaben von BOCCARD et al. (1981) gemessen. Sämtliche Werte lagen im für Frischfleisch normalen Bereich (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b), die Absenkung des pH-Wertes während des glykolytischen Prozesses im Reifungsverlauf lässt daher auf eine normale Säuerung schließen. Die von der CMA (1996) geforderten End-pH-Werte von 5,4 - 5,8, 36 - 48 h p. m. konnten von allen Gruppen erreicht werden. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass die pH-Werte weder von der Rasse, noch von der Haltungform oder dem Mastendgewicht beeinflusst wurden.

### 5.3.5 Marmorierung

Die Marmorierung wurde einerseits an Hand der Kulmbacher Methode subjektiv nach Punkten (RISTIC, 1987) bewertet und andererseits mit Hilfe der von FRICKH et al. (1999) entwickelten Methode über die Videoanalyse ermittelt. Dabei wurde der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche eruiert. Der Zusammenhang zwischen subjektiver Punktebewertung und Videoanalyse lag bei  $r = 0,96$ . Die Videoanalyse ist demnach für einen Routineeinsatz zur objektiveren Bewertung der Marmorierung geeignet. Um den Zeitaufwand möglichst gering zu halten war es jedoch notwendig, die Aufnahme- und Beleuchtungstechnik zu optimieren. Eine wesentliche Voraussetzung für Anwendung dieser Technik ist ein geschultes Personal, das zur exakten Arbeit befähigt ist. Für die Aufnahme der digitalen Bilder kam ein Beleuchtungskörper der Fa. Waldmann Lichttechnik zu Anwendung. Mit der Schutzrohrleuchte SLCV 111 (Leuchtstoffröhre PL-S11W/840, 4000 °K, 11 W / 230V V/50 HZ/IP 67) in Plexiglasrohr mit Parabolraster konnten gute Ergebnisse erzielt werden.

Im Merkmal Rückenmuskelfläche gab es deutliche Unterschiede zwischen Rasse, Haltung und Schlachtkategorie. Fleckvieh kam auf eine Rückenmuskelfläche von 54,99 cm<sup>2</sup>, die Pinzgauer auf 50,43 cm<sup>2</sup>, Stiere aus der Koppelhaltung auf 54,55 cm<sup>2</sup>, aus der Anbindehal-

tung auf 50,87 cm<sup>2</sup>. Stiere, die mit 580 kg geschlachtet wurden kamen auf 51,15 cm<sup>2</sup>, die mit 630 kg auf 54,27 cm<sup>2</sup>. Die Unterschiede waren signifikant. Der Fettanteil wurde nicht durch die Rasse, sondern durch die Haltung und die Schlachtkategorie beeinflusst. Die Koppelhaltung wurde mit 2,40 % signifikant niedriger bewertet als die Anbindehaltung mit 2,70 %. Die Schlachtkategorie 1 erwirkte 2,62 %, die Kategorie 2 3,47 % Fettanteil am Rückenmuskel. Wie bei FRICKH (1999) und ALBRECHT et al. (1995) konnte kein Zusammenhang zwischen intramuskulären Fettmerkmalen und Sensorik festgestellt werden. Die Korrelationen zwischen diesen Merkmalen lagen durchwegs bei  $\pm 0,0$ . Ob der allgemein geringe intramuskuläre Fettgehalt dafür verantwortlich ist, müssten weitere Untersuchungen klären.

### 5.3.6 Wasserbindungsvermögen

Die Ergebnisse der Auswertung zum Wasserbindungsvermögen werden in [Tabelle 4.8](#) dargestellt.

#### 5.3.6.1 Tropfsaftverlust

Der Tropfsaft enthält vor allem Mineralstoffe, Vitamine und niedermolekulare Substanzen. Nach HONIKEL (1998) ist daher das Merkmal Tropfsaftverlust für die Beurteilung der Fleischqualität beim Frischfleisch sehr wichtig, da diese Stoffe mit steigendem Saftverlust verlorengehen. Normales Fleisch verliert in einer 100 g Scheibe in fünf Tagen 3 - 6 % Flüssigkeit. In der vorliegenden Arbeit wurden die Proben wie üblich drei Tage gelagert. Mit einem Tropfsaftverlust von 4,06 % unterschied sich Fleisch von Stieren aus der Koppelhaltung signifikant zu jenem aus der Anbindehaltung (4,59 %). Die Schlachtung mit höherem Gewicht (630 kg) verursachte einen höheren Tropfsaftverlust als die Schlachtung mit 580 kg. Der Rückenmuskel hatte mit 3,61 % einen signifikant geringeren Tropfsaftverlust als das weiße Scherzel (5,05 %). Dieses Ergebnis stimmt auch mit dem von FRICKH (1999) und FRICKH et al. (2000 a, b) überein, die für dieselben Muskeln einen Tropfsaftverlust von 3,42 % und 3,08 % bzw. 4,91 % und 4,18 % feststellten. Auch KEAN und ALLEN (1998) konnten bei der Rassenkreuzung zwischen Charolais x Friesian keinen Einfluss der von ihnen untersuchten Produktionssysteme (intensive Stallhaltung, extensive Weidehaltung) auf dieses Merkmal feststellen. Diese Autoren eruierten nach einer Lagerung von 96 h bei 4 °C einen Tropfsaftverlust von 2,38 % (intensiv) und 2,20 % (extensiv). Wechselwirkungen zwischen Muskel und Gruppe (Rasse, Haltungssystem, Schlachtkategorie) wurden wie bei FRICKH et al. (2000 a, b) nicht gefunden.

### 5.3.6.2 Grill- und Kochverlust

Signifikante Unterschiede brachten die Auswertungen beim Grill- und Kochverlust für die Schlachtkategorie. Sowohl die Grillverluste als auch der Kochverlust waren bei der Schlachtkategorie 2 (SKA 2) höher als bei der Schlachtkategorie 1 (SKA 1). Die Ergebnisse des Grillverlustes stimmen mit den von AUGUSTINI und BRANSCHEID (1991) veröffentlichten Tabellenwerten gut überein. Sie eruierten im Durchschnitt der beiden Muskeln Grillverluste von 20,35 % für die Schlachtkategorie 1 (575 kg) und 21,8 % für die Schlachtkategorie 2 (650 kg). In der vorliegenden Untersuchung lag der Grillverlust der Schlachtkategorie 1 (580 kg) bei 17,33 %, der Schlachtkategorie 2 (630 kg) bei 18,57 %. Der *M. semitendinosus* (MST) hatte, wie es auch SCHEEDER (1992), AUGUSTINI und BRANSCHEID (1991) sowie FRICKH (1999) beschrieben, signifikant höhere Grillverluste als der *M. longissimus dorsi* (MLD). Der MST erreichte einen Grillverlust von 20,2 %, der MLD von 15,7 %. Die absoluten Werte des Grillverlustes warm lagen bei allen Gruppen unter dem Maximalwert für Qualitätsrindfleisch von höchstens 22 % (CMA, 1996).

Der Kochverlust erreichte bei SKA 1 31,12 %, bei SKA 2 bei 32,02 %.

### 5.3.7 Scherkraft

Nach TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b) gilt die Scherkraft als objektives Maß für die Ermittlung der Zartheit von Rindfleisch. Auf die Ausprägung der Schwerkraft gemessen am rohen Fleisch, hatten sowohl Rasse und Haltung als auch die Schlachtkategorie einen Einfluss. Am gegrillten Fleisch war ein Rasseneffekt festzustellen. Haltungsunterschiede wie sie AUGUSTINI (2000) beschreibt, sind aber streng von den Unterschieden zu trennen, die von der Mastintensität hervorgerufen werden. Die Pinzgauer unterschieden sich mit einem Scherkraftwert von 2,95 kg signifikant zum Fleckvieh, die einen Wert von 3,60 kg aufwiesen. Damit haben die Pinzgauer nach EILERS et al. (1996) und MORGAN et al. (1991) einen Scherkraftwert erreicht, der nur für Fleisch von außergewöhnlicher Qualität vergeben wird. Die CMA (1996) verlangt in ihren Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Rindfleisch eine Ausprägung für Scherkraft bei gegrilltem Fleisch von unter 4 kg ( $\leq 4,0$ ). In der vorgelegten Untersuchung wurde diese Forderung in allen Gruppen erfüllt und die objektive Zartheit ist damit hoch zu bewerten. Wichtig für die Interpretation dieses Ergebnisses ist die methodische Behandlung des Fleisches vor der Scherkraftmessung. Es wurde auf 60 °C erhitzt, eine Tem-

peratur, die sich Zartheitsoptimum von 50 ° bis 65 °C (HONIKEL und SCHWÄGELE, 1998) befindet.

### 5.3.8 Fleisch- und Fettfarbe

Für die Beurteilung der Fleischfarbe standen die Merkmale nach den CIELAB-System (DIN, 1979), gemessen 0 und 60 min nach dem frischen Anschnitt zur Verfügung. Nach den Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität (FRICKH, 2001) sollte die Farbhelligkeit ( $L^*$ -Helligkeit) Werte zwischen 34 und 40, der Rotton  $\geq 10$ , und die Buntheit  $\geq 14$  annehmen. Diese Forderung konnten alle Gruppen unter Berücksichtigung der vorliegenden Messmethode (Spektralphotometer) erfüllen und können nach diesen Merkmalen als Qualitätsrindfleisch bezeichnet werden.

Am frischen Anschnitt wurden bei allen Farbmerkmalen außer bei der Farbhelligkeit sowohl Rassen- als auch Haltungsunterschiede festgestellt. Während sich die Rassenunterschiede auch nach der 60-minütigen Oxidation hielten, waren Haltungsunterschiede nicht mehr zu verzeichnen.

Die Bewertung der Farbabstände ( $\Delta E^*_{ab-60}$ ) ergab signifikante Unterschiede zwischen den Rassen. Die Pinzgauer weisen größere Farbabstände aus als das Fleckvieh. Demnach ist der oxidative Einfluss bei den Pinzgauern größer als beim Fleckvieh.

Die Fettfarbe wurde durch das Haltungssystem beeinflusst. Sowohl die Ergebnisse im oxidierten Zustand als auch die am frischen Anschnitt weisen auf Unterschiede in der Fettfarbe der auf der Koppel gehaltenen Stiere zu jenen der angebundenen hin. Besonders auffallend sind die Unterschiede in den Merkmalen  $b_{10}^*$ -Gelbton und der Farbsättigung  $C_{ab}^*$ . Das Fett der Koppelstiere war dunkler, gelber und gesättigter.

### 5.3.9 Sensorische Merkmale

Nach DUMONT (1981), BEILKEN et al. (1986) und AUGUSTINI et al. (1998) ist die Zartheit des Fleisches das wichtigste sensorische Merkmal beim Rindfleischverzehr. Die Pinzgauer schneiden in diesem Merkmal signifikant besser ab als Fleckvieh (Tabelle 4.11). Diesen Trend verdeutlicht das objektive Merkmal Scherkraft, wo die Pinzgauer deutlich bessere Werte aufweisen. Mit einer Scherkraft von 2,95 fällt das Fleisch vom Pinzgauer Rind unter außergewöhnliche Fleischqualität, das von Fleckvieh unter Qualitätsrindfleisch. Im M. longissimus dorsi wurde wie bei AUGUSTINI et al. (1998) in allen sensorischen Merkmalen

ein Vorteil für die Pinzgauer festgehalten. Die Unterschiede sind bemerkenswert. Fleckvieh erreichte bei AUGUSTINI et al. (1998) 3,32 Punkte für die Zartheit, 3,63 für die Saftigkeit, 3,33 für das Aroma, die Pinzgauer 4,33, 4,16 und 4,04 Punkte. In der vorliegenden Untersuchung (Tabelle 4.11) erreichte Fleckvieh 3,96, 4,44 und 4,15 Punkte, die Pinzgauer 4,50, 4,64 und 4,56 Punkte.

## 5.4 Schlußfolgerungen

Wie die Ergebnisse verschiedener Versuche (FRICKH und KONRAD, 1999; FRICKH et al., 2000 a, b) zeigen, ist es durchaus möglich, mit alternativen Produktionsverfahren nicht nur hervorragende Mast- und Schlachtleistungen zu erzielen, sondern darüber hinaus eine sehr gute Fleischqualität zu erzeugen. Wichtige Voraussetzungen dafür sind eine intensive Fütterung der Stiere, eventuell in Form einer Ausmastfütterung, ein geeignetes Kühlverfahren für die Schlachtkörper um eine Kälte- oder Rigorverkürzung (WIRTH, 1979; HONIKEL, 1998) zu verhindern und eine ausreichende Fleischreifungsperiode (DUFÉY und CHAMBAZ, 1999 b; SCHWÄGELE, 1998).

Die von STRICKLIN und KAUTZ-SCANAVY (1983/84) beschriebene stimulierende Wirkung von optimalem Wohlbefinden auf die Leistungen wird stark vom Haltungssystem beeinflusst und manifestiert sich nicht nur in den Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung sondern auch in der Fleischqualität.

Die Nachfrage nach alternativen Haltungssystemen dürfte in Zukunft zunehmen, zumal Konsumenten und Großverteiler vermehrt Fleisch aus tierfreundlichen Haltungsformen wünschen. Nach HILTY und STADELMANN (1996) haben Untersuchungen gezeigt, dass alternative Systeme funktionieren, dass aber mit etwas höheren Verfahrenskosten (Arbeit, Stroh und Maschinen) zu rechnen ist. Eingestreute Liegeflächen und die Bewegungsmöglichkeit durch das größere Platzangebot bringen eine wesentliche Verbesserung für die Tiere.

Für die österreichischen Landwirte und Bauern wäre es von großer Bedeutung, wenn in weiteren Untersuchungen verschiedene Haltungsformen im wirtschaftlichen Vergleich beschrieben werden würden.

Um die Ergebnisse dieser Studie einem breiten Publikum zugänglich zu machen wäre ein Informationszentrum für Tierhaltung, wie es BAUMGARTNER (2000) vorschlägt sicher hilfreich.



## 6. Zusammenfassung

Über dieses, vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Auftrag gegebene Forschungsprojekt wurden an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH Einrichtungen geschaffen, die es ermöglichen, eine systematische Prüfung auf Fleischqualität zu organisieren. Dazu konnten drei Methoden zur Erfassung von Fleischqualitätsmerkmalen etabliert werden.

Die Regressionsschätzung über Hilfsmerkmale, wie sie von KÖGEL et al. (1999a,b) beschrieben wurde, brachte ein positives Ergebnis. Die Korrelation der beiden Fleischanteilsmerkmale (angepasster Schätzwert, Zerlegung Königshof) lag bei  $r = 0,98$ , der beiden Fettgewebeanteile bei  $r = 0,86$  und der beiden Knochenanteile bei  $r = 0,57$ . Die mittlere Differenz lag bei  $-0,52$ ,  $-0,44$  und bei  $-0,07$ . Im Rahmen einer künftigen Nachkommenschaftsleistungsprüfung auf Fleischleistung und Fleischqualität am Königshof kann die Schätzung der Gewebeanteile unterschiedlicher Genotypen grundsätzlich durch Schätzgleichungen vorgenommen werden und eine grobgewebliche Zerlegung weitgehend ersetzen.

Die an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub entwickelte NIRS-Methode (SCHUSTER, 1999) ist, bei ordnungsgemäßer Anwendung, eine geeignete Schnellmethode um die Fleischinhaltsstoffe Wasser, Eiweiß, Fett und Asche festzustellen. Bei der Fettbestimmung zeigte sich eine sehr gute Übereinstimmung der BLT Ergebnisse mit dem Gesamtfettergebnissen des Labors der Universität für Bodenkultur. Die Differenz betrug im Mittel  $-0,09\%$ . Auf Grund dieses guten Ergebnisses kann das Labor vor Ort als Referenzlabor zur Absicherung der IMF-Werte aus der NIRS Methodik herangezogen werden. Dies gilt auch für die Bestimmung von Wasser und Asche, wo die Laborabweichungen zwischen  $0,15$  und  $0,11\%$  liegen. Die etwas größere Differenz von  $1,0\%$  beim Protein könnte methodische Ursachen haben. Im Labor Grub wird der Stickstoffgehalt nach der Verbrennungsmethode ermittelt, in Wien nach dem klassischen Kjeldahlverfahren. Diese Abweichung muss noch geklärt werden.

FRICKH et al. (1999) entwickelten eine videoanalytische Methode, die es ermöglicht, den Fettanteil an der Rückenmuskelfläche planimetrisch zu bestimmen und dadurch die Kulmbacher Methode zu objektivieren und personenunabhängig zu machen. In der vorliegenden Untersuchung lag der Zusammenhang zwischen subjektiver Punktebewertung nach der Kulmbacher Methode und der Videoanalyse bei einer Korrelation von  $r = 0,96$ . Die Ergebnisse aus der Videoanalyse stimmten mit der subjektiven Beurteilung durch eine geschulte Person gut überein. Für den Routineeinsatz zur objektiveren Bewertung der Marmorierung ist die Videoanalyse nach FRICKH et al. (1999) geeignet.



Weiters wurden zwei österreichische Rassenpopulationen (Fleckvieh, Pinzgauer) unter standardisierten Bedingungen auf ihre Mastleistung, Schlachtleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität geprüft. Damit können den beiden Arbeitsgemeinschaften, Arbeitsgemeinschaft Pinzgauer Rinderzuchtverbände und Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleckviehzüchter erste Ergebnisse über die Fleischqualitätsprüfung bei den vorgestellten Rinderrassen gegeben werden.

Insgesamt standen 40 Stiere der Rasse Fleckvieh und 40 der Rasse Pinzgauer zur Verfügung. Mit dem 125. Lebenstag wurden die Kälber in 8 Gruppen zu je 10 Tieren aufgeteilt. Damit konnte neben der Rasse auch der Einfluss der Haltung (Anbindehaltung, Koppelhaltung) und der Schlachtkategorie (Schlachtung mit 580 kg bzw. 630 kg) festgehalten werden.

Die Ergebnisse der Mastleistung zeigten deutliche Einflüsse der Rasse, des Haltungssystems und der Schlachtkategorie (Mastendgewicht) auf. Die Fleckviehgruppen wiesen am 425. Lebenstag mit durchschnittlich 571 kg höhere Gewichte auf als die Pinzgauer mit 543 kg. Die Tageszunahmen vom 125. Lebenstag bis zum Mastende waren bei den Fleckviehstieren mit 1381 g signifikant höher als jene der Pinzgauer mit 1287 g.

Die im vorgelegten Versuch gestaltete Umwelt in der Koppelhaltung erwies sich als Indikator für die hohen Leistungen. Insbesondere die Bewegung der Stiere gehört zu den leistungssteigernden Faktoren. Die Stiere in Anbindehaltung unterlagen mit 1167 g Tageszunahme den Stieren in Koppelhaltung mit 1389 g. Stiere, die mit 580 kg geschlachtet wurden, erreichten 1250 g Tageszunahmen. Jene Stiere, die mit 630 kg geschlachtet wurden, erreichten 1306 g Tageszunahmen.

Auf die Merkmale Nettozunahme, Ausschachtung und Rückenmuskelfläche hatten die drei Effekte Rasse, Haltung und Schlachtkategorie einen signifikanten Einfluss. Im Durchschnitt verzeichnete Fleckvieh um 90 g höhere Nettozunahmen, eine um 1,2 Prozentpunkte höhere Ausschachtung und eine um 4,3 cm<sup>2</sup> größere Rückenmuskelfläche als die Pinzgauer. Die Koppelhaltung brachte um 99 g höhere Nettozunahmen, eine um 1,6 Prozentpunkte höhere Ausschachtung und eine um 3,1 cm<sup>2</sup> größere Rückenmuskelfläche. Positiv wirkte sich auch die Verlängerung der Mast von 580 auf 630 kg Mastendmasse aus. Stiere die mit 630 kg geschlachtet wurden, erzielten um 49 g höhere Nettozunahmen und eine um 1,2 Prozentpunkte bessere Ausschachtung als jene, die mit 580 kg geschlachtet wurden. Der Fleischanteil (FLAN) war beim Fleckvieh um 2,3 Prozentpunkte höher als bei den Pinzgauern, Stiere aus der Koppelhaltung hatten einen um 2,7 Prozentpunkte höheren FLAN als Stiere aus der Anbindehaltung.

Fleisch von Fleckvieh enthielt 1,81 % Fett, das der Pinzgauer 2,20 %. Im Fleisch aus der Anbindehaltung wurden 2,56 %, in dem aus der Koppelhaltung 1,46 % Fett registriert. Der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche wurde durch die Haltung und die Schlachtkategorie signifikant beeinflusst. Die Koppelhaltung wurde mit 2,40 % signifikant niedriger bewertet als die Anbindehaltung mit 3,70 %. Die Schlachtkategorie 1 erwirkte 2,62 %, die Kategorie 2 3,47 % Fettanteil am Rückenmuskel. Das Fleisch der Pinzgauer wies mit einer Scherkraft gegrillt von 2,95 kg einen signifikant niedrigeren Scherkraftwert auf als das Fleisch von Fleckvieh mit 3,60 kg. Während nach einer 60-minütigen Oxidation in den Farbmerkmalen Rassenunterschiede zu verzeichnen waren, konnten Haltungsunterschiede nur im Merkmal L\*-Helligkeit festgestellt werden. Die Rasse Pinzgauer war gegenüber der Rasse Fleckvieh in den Merkmalen L\*-Helligkeit (38,37 vs. 39,20), a\*-Rotton (12,44 vs. 10,67), b\*-Gelbton (10,93 vs. 9,92), C<sub>ab</sub>\*-Buntheit (16,65 vs. 14,62) und h<sub>ab</sub>-Farbtonwinkel (37,78 vs. 39,79) im Vorteil. Die Koppelhaltung erreichte eine Farbhelligkeit von L<sub>10</sub>\* = 37,78, die Anbindehaltung L<sub>10</sub>\* = 39,79.

Als Ergebnis der Fleischleistungsprüfung kann zusammengefasst werden:

- Die Rasse Fleckvieh hatte in der Mast- und Schlachtleistung Vorteile gegenüber der Rasse Pinzgauer.
- In der Ausprägung der Fleischqualität liegen beide Rassen innerhalb der für Qualitätsrindfleisch geforderten Bereiche. Defizite wurden im intramuskulären Fettgehalt festgestellt. Sie sind aber kennzeichnend für Jungstiere aus der Intensivmast dieser Alters- und Gewichtsstruktur.
- Die Rasse Pinzgauer hebt sich in einigen Merkmalen der Fleischqualität positiv hervor. Statistisch gesichert sind die Unterschiede u.a. in den Merkmalen intramuskulärer Fettgehalt, Scherkraft gegrillt, Fleischfarbe, Zartheit und Aroma.
- Aus den Ergebnissen der vorgelegten Studie ist zu schließen, dass mit den Rassen Pinzgauer und Fleckvieh unter tiergerechten Haltungsbedingungen Rindfleisch mit sehr guter Qualität erzeugt werden kann.

## 7. Summary

To organize a systematic testing for meat quality, facilities were installed on the Agricultural Federal Research Farm Königshof by order of the Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Environment and Water Economy. Therefore three methods to record meat quality characters were established.

Regression estimation with help characters, which were described by KÖGEL et al. (1999a,b), brought positive results. The correlation of the two meat yield characters (adapted estimation value, cutting on the Königshof) was  $r = 0.98$ , the yield of fatty tissue was  $r = 0.86$  and the yield of bones was  $r = 0.57$ . The mean differences were  $-0.52$ ,  $-0.44$  and  $-0.07$ . For the purpose of a future progeny testing for meat performance and meat quality on the Königshof estimation of the rate of tissue of different genotypes can be made in principle only with estimation equations and thus replace a tissue separation.

The NIRS-method which was developed on the Bavarian Institute for Animal Breeding (BLT) in Grub is, by orderly application, a suitable fast method to determine meat content substances like water, protein, fat and ashes. The results of fat analysis on the BLT corresponded very well with those made in the laboratory of the University for Agricultural Sciences. The mean difference amounted to  $-0.09\%$ . Because of this good result the laboratory on the scene can be used as a reference lab to provide security for the IMF-values from the NIRS-method. This applies also for the determination of water and ashes with lab variations between  $0.15$  and  $0.11\%$ . The little higher difference of  $1.0\%$  in protein has possibly methodical reasons. In the laboratory in Grub the nitrogen content is determined with the combustion method, in Vienna the classical Kjeldahl-method is used. This discrepancy has to be clarified.

FRICKH et al. (1999) developed a video-analytic method which allows a planimetric determination of the fat content on the eye muscle area and thus to objectify the “Kulmbacher”- method and to make it independent of a persons’ influence. In the present study the correlation between the subjective valuation with points according to the “Kulmbacher” – method and the video-analysis was  $r = 0.96$ . The results from the video-analysis corresponded well with the subjective rating made by a trained person. Video-analysis by FRICKH et al. (1999) is suitable for a routine application to objectify valuation of marbling.

Furthermore two Austrian breeds of cattle (Simmental, Pinzgauer) were examined under standardised conditions regarding fattening performance, slaughtering performance, carcass

composition and meat quality. Therewith first results concerning meat quality testing of the two breeds can be presented to the Pinzgauer and Simmental breeding associations.

40 bulls of the breed Simmental and 40 bulls of the breed Pinzgauer were available. On the 125<sup>th</sup> day of life the calves were split up into 8 groups with 10 animals in each group. Therewith not only the differences in breed could be investigated, equally the influence of housing (tying system, outdoor housing) and slaughter weight (slaughter with 580 kg or 630 kg respectively) were recorded.

The results in fattening performance showed significant influences of breed, housing and slaughter category (weight at the end of fattening). On the 425<sup>th</sup> day of life the Simmental groups had on an average 571 kg compared to the weights of the Pinzgauer bulls with an average of 543 kg. Daily gains between the 125<sup>th</sup> day of life until the end of fattening were with 1381 g significantly higher in the Simmental groups than those of Pinzgauer with 1287 g. The outdoor housing system turned out to be an indicator for high performances. Especially the movement of the bulls is a part of the efficiency-increasing factors. Bulls from the outdoor housing system were with an average daily gain of 1389 g superior to bulls from the tying system with 1167 g. Those bulls slaughtered with 580 kg reached daily gains of 1250 g, bulls slaughtered with 630 kg reached 1306 g.

Breed, housing and slaughter category had a significant influence on the traits net gain, killing out percentage and eye muscle area. On an average Simmental registered 90 g higher net gains, 1.2 per cent points higher killing out percentage and 4.3 cm<sup>2</sup> larger eye muscle area in comparison to Pinzgauer. Outdoor housing brought 99 g higher net gains, 1.6 per cent points higher killing out percentage and 3.1 cm<sup>2</sup> larger eye muscle area. The extension of fattening from 580 kg to 630 kg slaughter weight had also positive effects. Bulls slaughtered with 630 kg reached 49 g higher net gains and a 1.2 per cent points better killing out percentage than those slaughtered with 580 kg. With 2.3 per cent points, meat proportion was higher in the Simmental than in the Pinzgauer breed. Bulls from the outdoor housing had a 2.7 per cent points higher meat proportion than those from the tying system.

Meat from Simmental contained 1.81 % fat, that from Pinzgauer 2.20 %. In the meat of the tying system 2.56 % fat was registered compared to 1.46 % in the outdoor housing. The portion of fat on the eye muscle area was significantly influenced by the housing systems as well as the slaughter category. Outdoor housing was rated significantly lower with 2.40 % than the tying system with 3.70 %. Slaughter category 1 reached 2.62 %, category 2 showed 3.47 % portion of fat on the eye muscle area. Meat of Pinzgauer presented a significantly

lower shear force value grilled with 2.95 kg in comparison to Simmental with 3.60 kg. Breed differences could be detected in the traits of colour measurement after a 60 minute oxidation, whereas differences in the housing systems were found out only in the trait L\*-brightness. The breed Pinzgauer was superior to Simmental in the traits L\*-brightness (38.37 vs. 39.20), a\*-redness (12.44 vs. 10.67), b\*-jellowness (10.93 vs. 9.92), C<sub>ab</sub>\*-metric-chroma (16.65 vs. 14.62) and h<sub>ab</sub>-hue angle (37.78 vs. 39.79). Outdoor housing reached a brightness of L<sub>10</sub>\* = 37.78, the tying system reached L<sub>10</sub>\* = 39.79.

The results of the meat performance recording can be summarized as follows:

- The Simmental breed had advantages in fattening and slaughtering performance compared to the breed Pinzgauer.
- Regarding meat quality both breeds are within the required range to be considered as quality meat. Deficits were detected in marbling fat. But this is characteristic for young bulls in intensive fattening of this age and weight structure.
- The breed Pinzgauer positively stands out in some traits of meat quality. Statistically secured are among others the differences in the traits marbling fat, shear force grilled, meat colour, tenderness and flavour.
- From the results of the presented study there can be concluded that it is possible to produce meat with very good quality from the breeds Pinzgauer and Simmental under conditions that can be considered as "tiergerecht".

## 8. Literaturverzeichnis

**ALBRECHT, E., WEGNER, J., ENDER, K., AUGUSTINI, C. (1995):** Intramuskuläre Fettverteilung und Fleischqualität bei Rindern verschiedener Rassen. Vortragstagung der DGfZ/GfT 20 - 21.9. 95 in Hannover.

**ALBRECHT, E., WEGNER, J., und K. ENDER (1996):** Eine neue Methode zur objektiven Bewertung der Marmorierung von Rindfleisch. Fleischwirtschaft, 76 (1), 95-98.

**ALPS, H. (1989):** Fleckvieh: Was bringt die Stationsprüfung auf Fleisch? Der Tierzüchter, 479-481.

**ARNETH, W. (1998):** Über die Bestimmung des intramuskulären Fettes. Fleischwirtschaft 78 (3), 218-220.

**AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN (1986):** Einfluss verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen Fleischwirtschaft, 66(8), 1273-1280.

**AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN (1986):** Einfluss verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen. Fleischwirtschaft, 66 (8), 1273-1280.

**AUGUSTINI, C., TEMISAN, V. und L. B. LÜDDEN (1988):** Schlachtwert beim Rind: Grundbegriffe und Erfassung. Fleischwirtschaft, 11, 1-9.

**AUGUSTINI, C. und W. BRANSCHIED (1991):** Fleischqualität und ihre biologischen Grundlagen bei Mastrindern. Abschlussbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, S. 30.

**AUGUSTINI, C., BRANSCHIED, W., SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1992):** Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 2. Mitteilung: Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft, 72 (12), 1-5.

**AUGUSTINI, C., FLACHOWSKY, G. und M. RÖNSCH (1993):** Mast- und Schlachtleistung sowie Kennzahlen der Fleischqualität von Fleckviehbullen und Kreuzungstieren Fleckvieh x Schwarzbuntes Milchrind. Züchtungskunde, 65 (2), 119-130.

**AUGUSTINI, C., PIRCHNER, F., EICHINGER, H., REINSCH, N. und J. KÖGEL (1998):** Fleischleistung der gefährdeten bayerischen Rinderrassen. 2. Mitteilung: Fleischqualität. Züchtungskunde, 70 (5), 328-337.

**AUGUSTINI, C. (2000):** Qualitätsrindfleischerzeugung zwischen extensiver und intensiver Produktion. Mitteilungsblatt BAFF, 12 (150), 859-868.

**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 K. TROEGER, (2000):** Qualitätsorientierte Mitteilungsblatt BAFF, 7 (148), 661-668. Rindfleischerzeugung - Fleischqualität aus einer Spezialproduktion.

**BEILKEN, S. L., BOUTON, P. E. and P. V. HARRIS (1986):** Some effects on the mechanical properties of meat produced by cooking at temperatures between 50 °C and 60 °C. J. Food Sci., 51, 791.

**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.

**BRANSCHIED, W. (1998):** Schlachtnebenprodukte und Schlachtabfälle, Verwertung von Fettgewebe. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 1, 409-432.

**BUCHSTEINER, R. und F. WERKMEISTER (1995):** Eigenleistungsprüfung auf süddeutsch - Fleischleistung dominiert, weitere Merkmale gewinnen an Bedeutung. Der Tierzüchter, 7, 33-35.

**CMA (1996):** Cenrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH: Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Rindfleisch.

**DIN 10950 (1981):** Allgemeine Grundlagen der sensorischen Prüfung. Verlag Beuth, Berlin.

**DIN 10952 (1978):** Sensorische Prüfverfahren: Bewertende Prüfung mit Skale Verlag Beuth, Berlin.

**DIN 6174 (1979):** Farbmetrische Bestimmung von Farbabständen bei Körperfarben nach der CIELAB-Formel. Verlag Beuth Berlin.

**DUFÉY, P.-A. und A. CHAMBAZ (1999 a):** Einfluss von Produktionsfaktoren auf die Rindfleischqualität. Agrar Forschung, 6 (9), 345-348.

**DUFÉY, P.-A. und A. CHAMBAZ (1999 b):** Labelproduktion in der Schweiz und Rindfleischqualität. Agrar Forschung, 6 (9), 349 – 351.



**DUMONT, B. L. (1981):** Beef quality, marketing and the consumer. In: The problem of dark-cutting in beef. Current topics in Vet. Med. and Anim. Sci., 10, 37-55.

**EILERS, J. D., TATUM, J. D., MORGAN, J. B. and G. C. SMITH (1996):** Modification of early-post mortem muscle pH and use of post mortem ageing to improve beef tenderness. J. Anim. Sci., 74, 790-798.

**ENDER, B. (1995):** Vergleichende Untersuchungen zum Schlachtwert und zur Fleischbeschaffenheit bei robusten und fleischbetonten Rindern im Hinblick auf deren Marktfähigkeit. Diplomarbeit, Universität Göttingen.

**ENDER, K., ALBRECHT, E., WEGNER, J. (1997):** Die Video - Bildanalyse zur Messung qualitätsrelevanter Merkmale des Rindfleisches, Arch. Tierz., 40, 148-154.

**ESSL, A. (1987):** Statistische Methoden in der Tierproduktion. Agrarverlag, Wien, S. 104-106, 232-235, 248-250.

**FISCHER, K. (1998):** Verzehrsqualität von Rindfleisch mit unterschiedlichem Fettgehalt. Mitteilungsblatt der BA f. Fleischforschung Kulmbach, 37, 142, 522.

**FREUDENREICH, P. (1999):** Persönliche Mitteilung im Zuge der Besprechung vom 13.10.1999 an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach, BRD.

**FRICKH, J. J. (1997):** Qualitätsmerkmale beim Rindfleisch und Rassenvergleich nach Schlachtzeitpunkten. Dissertation, Universität Wien.

**FRICKH, J. J. (1999):** Einfluss der Haltung und des Fütterungsregimes auf Mast- und Schlachtleistungskriterien sowie auf Merkmale der Fleischqualität und des Verhaltens beim Rind. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1096 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

**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. (2000):** Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. Tagungsunterlage der Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, 1-10.

**FRICKH, J. J., und S. KONRAD (1999):** Einfluss der Haltung und des Fütterungsregimes auf die Mast- und Schlachtleistung, auf das Verhalten sowie auf die Merkmale der Fleischqualität beim Rind. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1096 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

**FRICKH, J. J. und S. KONRAD (2000):** Einfluss der Haltung und des Fütterungsregimes auf die Mast- und Schlachtleistung beim Rind. Der Förderungsdienst, 5, 164-168.



**FRICKH, J. J., STANEK, C., TROXLER, J., KARALL, P., KELLER, M., HINTERHOFER, C. und J. SPERGSER (2000 a):** Einfluss der Haltung und des Fütterungsregimes auf die Klauengesundheit, auf biomechanische Parameter der Klaue und auf die Fleischqualität von Fleckvieh – Masttieren. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1140 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

**FRICKH, J. J., KARALL, P., STANEK, C., TROXLER, J., KELLER, M., HINTERHOFER, C. und J. SPERGSER (2000 b):** Einfluss der Haltung und des Fütterungsregimes auf das Verhalten, die Klauengesundheit und die Fleischleistung von Fleckviehtieren. Der Förderungsdienst, 11 (48), 369-374.

**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.

**GREGOR, G. und A. SCHOLZ (1993):** Videobildanalyse zur Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes und Zuchtzieldiskussion beim Schwein.

**GROSSE, F. und K. ENDER (1990):** Hohe Qualitätsansprüche beim Rindfleisch werden durch optimale Fettgehalte in den Schlachtkörpern realisiert. Tierzucht 44, 316-317.

**HARTJEN, P., PREISINGER, R. und E. ERNST (1993):** Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind, 2. Mitteilung: Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung am geschlachteten Rind mittels Schlachtkörpermerkmale. Arch. Tierz., 36 (5), 499-510.

**HILTY, R. und H. STADELMANN (1996):** Neue Baukonzepte der Rindviehmast: Funktionelle und wirtschaftliche Aspekte alternativer Haltungsformen. FAT - Berichte, 477, 1-8.

**HOFMANN, K. (1986):** Ist Fleischqualität messbar? In: Chemisch - physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reiche, 6, 1-17.

**HOFMANN, K. (1998):** Der Qualitätsbegriff bei Fleisch. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 1, 91-96.

**HONIKEL, K. O. (1998):** Physikalische Methoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 2, 696 - 699.

**HONIKEL, K. O. und F. SCHWÄGELE (1998):** Biochemische Prozesse der Fleischbildung. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 2, 593 - 615.

**JURIE, C., PICARD, B. and Y. GEAY (1998):** Influences of the method of housing bulls on their body composition and muscle fibre types. Meat Science, 50 (4), 457-469.

**KEANE, M. G. and P. ALLEN (1998):** Effect of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Prod. Science* 56 (3), 203-214.

**KLETTNER, P. G. und H. TERSTIEGE (1996):** Einflussmöglichkeiten durch die Beleuchtung auf das Aussehen von Fleisch und Fleischerzeugnissen. *Mitteilungsblatt d. BA f. Fleischforschung (BAFF) Kulmbach*, 204-211.

**KÖGEL, J. (1994):** Schwerere Schlachtkörper zu Recht besser beurteilt. *Der Tierzüchter*, 10, 32-43.

**KÖGEL, J., REINSCH, N., KUSTERMANN, W., EICHINGER, H., THALLER, G. und F. PIRCHNER (1997):** Fleischleistung der gefährdeten bayerischen Rinderrassen. 1. Mitteilung: Mastleistung, Schlachtleistung und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde*, 70 (5), 244-253.

**KÖGEL, J., DEMPFLER, L. und C. AUGUSTINI (1993):** Wiederholbarkeiten, Heritabilitäten und Korrelationen von Merkmalen der Fleischqualität zueinander sowie zu Nettozunahme und Merkmalen der Muskelfülle bei Braunvieh und Braunvieh-Kreuzungstieren. *Züchtungskunde*, 65 (5), 348-369.

**KÖGEL, J. (1998):** Carcass and meat quality of the Pinzgauer breed in comparison to other dual purpose breeds. *Report news for the Pinzgauer cattle breeders all over the world*, 4-6.

**KÖGEL, J., RUTZMOSER, K., HOLLWICH, W. und G. THALLER (1999a):** Schätzung der Gewebezusammensetzung von Mastbullenschlachtkörpern mit einfach erfassbaren Schlachtmerkmalen 1. Mitteilung: Schätzvarianten mit unterschiedlichen Hilfsmerkmalen. Unveröffentlichtes Manuskript der Landesanstalt für Tierzucht in Grub.

**KÖGEL, J., RUTZMOSER, K., HELMINGER, J., HOLLWICH, W., THALLER, G. und D. DOBROWOLSKI (1999b):** Schätzung der Gewebezusammensetzung von Mastbullenschlachtkörpern mit einfach erfassbaren Schlachtmerkmalen 2. Mitteilung: Anpassung der Schätzwerte an die Zerlegewerte. Unveröffentlichtes Manuskript der Landesanstalt für Tierzucht in Grub.

**KÖTTL, H., STEIDL, A. und J. PLANK (1990):** Strategisches Marketing für heimisches Rindfleisch - Mode oder Notwendigkeit. *Der Förderungsdienst*, 8, 4-16.

**KRAEUSSLICH, H. (1973):** Grundsätze für die Durchführung der Eigenleistungs- und Nachkommenprüfung auf Fleischleistung. *Bericht einer Kommission der EVT*, 2-5.

**LEDERER, J. A. (1999):** Rinderzucht: Sonderförderung der Rasse Pinzgauer durch das Land Salzburg. *ARGE Pinzgauer*, 172, 4.

- LUCHAK, G. L., MILLER, R. K., BELK, K. E., HALE, D. S., MICHAELSEN, D. D., JOHNSON, D. D., WEST, R. L., LEAK, F. W., CROSS, H. R. and J. W. SAVELL (1998):** Determination of sensory, chemical and cooking characteristics of retail beef cuts differing in intramuscular and external fat. *Meat Science*, 50 (1), 55-72.
- MALAU-ADULI, A. E. O., EDRISS, M. A., SIEBERT, B. D., BOTTEMA, C. D. K. and W. S. PITCHFORD (2000):** Breed differences and genetic parameters for melting point, marbling score and fatty acid composition of lot-fed cattle. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, 83, 95-105.
- MOJE, M. (1999):** Kühlagerungsverfahren für Frischfleisch. *Fleischwirtschaft* 2, 84,87.
- MORGAN, J. B., SAVELL, J. W., HALE, D. S., MILLER, R. K., GRIFFIN, D. B., CROSS, H. R. and S. D. SHACKELFORD (1991):** National beef tenderness survey. *J. Anim. Sci.*, 69, 3274.
- MOSER, A. (1989):** Untersuchung zur Objektivierung der Rinderklassifizierung in Österreich. Dissertation, Universität für Bodenkultur.
- MOSER, U. (2000):** Langkettige  $\omega$ -3-Fettsäuren. *Ernährung/Nutrition*, 24,10, 426.
- NÜRNBERG, K., WEGNER, J. and K. ENDER (1998):** Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science*, 56, 145-156.
- PIRCHNER, F. (1996):** Züchterische Gesichtspunkte bei Rindfleischqualität unter besonderer Berücksichtigung der Pinzgauer. Vortrag bei der Absolvententagung, Bruck/Glocknerstrasse.
- PALEARI, M., CAMISASCA, S., BERETTA, G., RENON, P., TESSUTO, L., BENEDETTI, G. und G. BERTOLO (1997):** Vergleich der physikalisch - chemischen Eigenschaften von Büffel- und Rindfleisch. *Fleischwirtschaft*, 11, 1027-1029.
- PETAUTSCHNIG, A., STÜCKLER, P., ANDRIGHETTO, I., KÖGEL, J. und C. AUGUSTINI (2000):** Beziehungen zwischen Schlachalter und Merkmalen der Fleischqualität. *Mitteilungsblatt Arbeitsgemeinschaft Alpen-Adria*, 12.
- 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, M. (1987):** Genusswert von Rindfleisch. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe*, 7, 207-234.

**ROHRMOSER, A. (1994):** Entwicklung von Körpermassen und Mastleistung bei Pinzgauer und Pinzgauer x Red Friesian Teststieren auf Station von 1970 - 1992. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur in Wien.

**SAS (2000):** SAS Institute Software V8.2.

**SCHEEDER, M. R. L. (1992):** Untersuchung der Fleischbeschaffenheit verschiedener Muskeln von Jungmastrindern. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.

**SCHOLZ, A., PAULKE, T., EGER, H. (1995):** Bestimmung des Marmorierungsgrades beim Schwein, Einsatz der computergestützten Videobildanalyse. Fleischwirtschaft, 75 (3), 320-322.

**SCHUSTER (1999):** Persönliche Mitteilung im Zuge der Besprechung vom 13.10.1999 an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach, BRD.

**SCHWARZ, F. J., KIRCHGESSNER, M., AUGUSTINI, C. und W. BRANSCHIED (1992):** Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 1. Wachstumsverlauf von Jungbullen, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. Fleischwirtschaft, 72 (11), 1584-1589.

**SCHWARZ, F. J. (1999):** Maissilage: Tipps zum optimalen Einsatz. Der fortschrittliche Landwirt, 21,10.

**SCHWÄGELE, F. (1998):** ): Kühlung, Kühlagerung und Fleischreifung. Chemische und physikalische Grundlagen. In: Köhlen, Zerlegen, Kühlagerung, Reifung – Einfluss auf die Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, 15, 7-34.

**SCHWÄGELE, F. (1999):** Kühlung, Kühlagerung und Fleischreifung. Chemische und physikalische Grundlagen - 2. Biochemische Vorgänge. Fleischwirtschaft, 6, 103-106.

**SMULDERS, F. J. M., HOFBAUER, P., DRANSFIELD, E. und R. TAYLOR (1999):** Der muskelbiologische Hintergrund der Zartheit des Fleisches. Wiener Tierärztl. Mschr., 86, 99-108.

**SORENSEN, S. E., KLASTRUP, S. and F. PETERSEN (1992):** Classification of bovine carcasses by means of video image analysis and reflectance probe measurements.

**STÖCKL, H. (1998):** Pinzgauer – eine österreichische Rinderrasse mit Tradition. Verlag Arbeitsgemeinschaft Pinzgauer Rinderzuchtverbände, Maishofen.

**STRICKLIN, W. R. and C. C. KAUTZ-SCANAVY (1983/84):** The role of behaviour in cattle production: a review of research. Applied Animal Ethology, 11, 359-390.

**TEMISAN, V. (1987):** Abschätzung der grobgeweblichen Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind. Kulmbacher Reihe, 7, 118-151.

**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.

**TROEGER, K. (1998):** Fleischgewinnung und -behandlung: Kühlen und Kühllagern. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 1, 383 - 390.

**WARZECHA, H., HANSCHMANN, G. und R. TREFFLICH (1999):** Fleischrinder auf dem Prüfstand - Rund 20 Genotypen in Mast- und Schlachtleistung verglichen. DLZ, 5, 96-102.

**WHEELER T. L., CUNDIFF L. V. and R. M. KOCH (1994):** Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. J. Anim. Sci. 72, 3145-3151.

**WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., JOHNSON, L. P., MILLER, M. F., MILLER, R. K. and M. KOOHMARAIE (1997):** A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. J. Anim. Sci., 75, 2423-2432.

**WENIGER, J. (1965):** Zusammensetzung und Bewertung des Schlachtkörpers. Tierzucht und Züchtungsbiologie, 82, 199 - 217.

**WIRTH, F. (1979):** Kühlen, Gefrieren, Lagern und Auftauen von Fleisch nach heutigem Erkenntnisstand. Fleischwirtschaft 59, 1787-1797.