



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

F O R S C H U N G S B E R I C H T

Untersuchung des Pinzgauer Rindes auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Fleischleistungsprüfung

Auftraggeber: Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg, Salzburger Rinderzuchtverband, Maishofen

Geschäftsführer (BVW-GmbH): Mag. Gerald Spuller

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

Projektmitarbeiter: Karin Elixhauser und Georg Ibi, Versuchstechnik und Datenaufbereitung; Franz Punz und Herbert Rücklinger, Technik, Fütterung und Haltung; Christian Mikula, Schlachtung und Zerlegung

Kooperationspartner: Salzburger Rinderzuchtverband, Maishofen
Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg

Finanzierungspartner: Salzburger Rinderzuchtverband, Maishofen,
Salzburger Landesregierung

Laufzeit: 1999 bis 2003



INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	4
2. Literaturübersicht	4
3. Versuchstiere und Methoden	6
3.1. Allgemeiner Versuchsaufbau	6
3.2. Tiere und Haltung	6
3.3. Rationsgestaltung und Fütterung	8
3.3.1. Rationsgestaltung	8
3.3.2. Futterqualität	8
3.3.3. Futteraufnahme	8
3.4. Mastleistung	8
3.5. Schlachtleistung	9
3.6. Fleischqualität	10
3.6.1. Methodik	10
3.6.1.1. Temperatur, pH-Wert	13
3.6.1.2. Rückenmuskelfläche, Marmorierung	14
3.6.1.3. Farbmessung	16
3.6.1.4. Wasserbindungsvermögen	18
3.6.1.4.1. Tropfsaftverlust	18
3.6.1.4.2. Grillverlust	18
3.6.1.4.3. Kochverlust	19
3.6.1.5. Scherkraft	19
3.6.1.6. Sensorische Bewertung	20
3.6.1.7. Fleischinhaltsstoffe	21
3.6.2. Fleischreifung	22
3.6.3. Bewertung der Fleischqualität	22

3.7. Statistische Auswertungsmethoden	23
4. Ergebnisse und Diskussion	26
4.1. Allgemeines	26
4.2. Mastleistung	26
4.3. Schlachtleistung	31
4.4. Fleischqualität	34
4.4.1. Temperatur, pH-Wert	34
4.4.2. Fleischinhaltsstoffe, Rückenmuskelfläche	36
Marmorierung	
4.4.3. Wasserbindungsvermögen	38
4.4.4. Sensorik und Scherkraft	40
4.4.5. Fleischfarbe, Fettfarbe	42
4.4.5.1. Fleischfarbe	42
4.4.5.2. Fettfarbe	44
4.5. Einfluss der Fleischreifung	46
4.5.1. Jahrgang 2002	46
4.5.2. Fleischreifung	47
4.5.3. Fleischreifung und Vatergruppen	50
5. Zusammenfassung	51
6. Literaturverzeichnis	52-55

1. Einleitung

Im Zeichen eines von den Verbraucheransprüchen dominierten Marktes wird auch bei der Rindermast ein hohes Gewicht auf die Erzeugung von Fleisch mit hoher Qualität gelegt. Daraus ergibt sich gerade für die Bauern in den Gebirgslagen der hohen Tauern und den angrenzenden Regionen eine bemerkenswerte Chance.

Über die Initiative des Salzburger Tierzuchtdirektors Dr. Josef Lederer ist es gelungen, eine systematische Prüfung auf Fleischqualität von jährlich vier Nachkommenschaftsgruppen von reinen Pinzgauer Besamungstieren zu installieren. Die Prüfungen erheben objektiv die Fleischqualität einzelner Nachkommengruppen und liefern zudem zuverlässige Selektionskriterien für die Auswahl der Stierväter (LEDERER, 1999).

Durch ein vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft finanziertes Forschungsprojekt (FP 1168: FRICKH, 2001 a) konnte die Fleischleistungsprüfung beim Rind an der BVW-GmbH modifiziert und neue Methoden zur Bestimmung der Fleischqualität etabliert werden.

Von besonderem Interesse für eine Qualitätsorientierte Rindfleischerzeugung ist das Pinzgauer Rind. Bereits im Zuchtziel ist die Weiterentwicklung einer Leistungsbetonten mittel- bis großrahmigen Zweinutzungsrasse vorgesehen. Als zweite wichtige Zuchtzielkomponente wird die Fleischleistung genannt, die neben 1.300 g Tageszunahme und 58 % Ausschachtung auch den Erhalt einer hervorragenden Fleischqualität gewährleisten soll. Nur wenige wissenschaftliche Arbeiten liegen über das Pinzgauer Rind vor.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Daten von vier Durchgängen gesammelt und einer gemeinsamen Auswertung in Form eines Vatervergleiches unterzogen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Vatergruppen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Nachkommen beschickt sind. Zusätzlich wurden beim letzten Durchgang die Fleischproben in 4 Reifep perioden eingeteilt und auf Fleischqualität untersucht. Von besonderem Interesse war die Frage, ob und wie lange das Fleisch von Pinzgauer Stieren gereift werden muss um eine besonders gute Fleischqualität zu erreichen.

2. Literaturübersicht

Die außergewöhnliche Fleischqualität wird von Rassevertretern durch eine feine Faserung des Fleisches, eine besondere Saftigkeit und eine gute Marmorierung beschrieben. Untersuchungen gibt es vor allem aus den USA, Kanada und aus Südafrika (STÖCKL, 1998). In der BRD

berichten die Autoren PIRCHNER (1996), KÖGEL et al. (1997) und AUGUSTINI et al. (1998) über das Pinzgauer Rind.

Über züchterische Aspekte der Rindfleischqualität berichtet PIRCHNER (1996). Er beschreibt in seiner Untersuchung das Pinzgauer Rind als lang gestreckten Typ, mit relativ engem Fleisch/Knochenverhältnis, das in der Bemuskelung im Vergleich zu Fleckvieh, Charolais und Limousin etwas abfällt. Als bemerkenswert erscheint dem Autor die Fleischqualität der Pinzgauer, die sich durch hohe Zartheit und einem hohen intramuskulären Fettgehalt auszeichnet. Außerdem werden sehr gute sensorische Werte (Saftigkeit, Zartheit, Aroma) beschrieben. REICHARDT et al. (1997) stellen in ihrer Veröffentlichung fest, dass Milchbetonte Zweinutzungsrasen (Pinzgauer) einen höheren intramuskulären Fettgehalt aufweisen als Fleischbetonte. Durch die Untersuchungen von WARZECHA et al. (1999) wird diese Annahme bestätigt. Bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3,2 % sind die Voraussetzungen für eine sehr gute Fleischqualitätsbeurteilung bezeichnend.

Über Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität der Pinzgauer Rasse berichten KÖGEL et al. (1997) und AUGUSTINI et al. (1998). Mit einer Lebendmasse von 631 kg kommen die 27 untersuchten Pinzgauer Stiere bei intensiver Fütterung auf Lebensstageszunahmen von 1180 g. Die Nettozunahmen lagen bei 688 g. Die Ausschachtung lag bei 57,2 % und das Hautgewicht bei 9,8 % des Schlachtkörpergewichtes. Der Gesamtfettgehalt im Rückenmuskel erreicht bei den Pinzgauern 2,5%. Bei den Farbmerkmalen fällt insbesondere der Rotton (18,4) der Pinzgauer auf. Der Grillverlust ist mit 16,1 % im gewünschten Bereich. Als sehr wichtiges Merkmal für die Fleischqualitätsbeurteilung gilt die Zartheit des Fleisches. Beim objektiven Merkmal Scherkraft erreichen die Pinzgauer 4,7 kg. Im sensorischen Merkmal Zartheit erzielen die Pinzgauer 4,3 Punkte. Die Autoren bestätigen in ihren Schlussfolgerungen dem Pinzgauer Rind eine besonders gute Fleischqualität.

Auf ähnliche Angaben kommt FRICKH (2001 a). Er beschreibt bei den Pinzgauern einen intramuskulären Fettgehalt von 2,2 %, eine Scherkraft von geringen 3,0 kg. Die sensorische Zartheitsbeurteilung erscheint mit 4,5 Punkten überdurchschnittlich gut.

Im Forschungsprojekt von FRICKH (2001 a) wird die Einführung einer videoanalytischen Methode zur objektiveren Bestimmung der Marmorierung besprochen. Die vorgeschlagene Methode ist zur Objektivierung der Marmorierungsbestimmung geeignet und kann in einem Routineeinsatz die subjektive Bestimmung der Marmorierung ersetzen. Zur Bestimmung von Fleischinhaltsstoffen wurde an der BVW-GmbH (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. Die Nahinfrarotspektroskopie vereinfacht wesentlich die Erhebung des Fettgehaltes im Fleisch und ermöglicht den Routineeinsatz auf einer Prüfstation. Die chemische Analyse kann auf die regelmäßige Prüfung der Kalibrationskurve beschränkt werden.

3. Versuchstiere und Methoden

3.1. Allgemeiner Versuchsaufbau

Insgesamt wurden 202 Pinzgauer Stiere in der Auswertung berücksichtigt. Die Kälber wurden in Wolfpassing (bei Wieselburg an der Erlauf) im neuen Forschungsstall der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW-GmbH) eingestellt und bis zur Schlachtreife gemästet. Die Auswahl der Väter oblag dem Zuchtverband.

3.2. Tiere und Haltung

Der Stall in Wolfpassing ist als Zweiraumlaufstall ausgeführt (Abbildung 3:1. und 3:2.), wobei sich ein Raum mit den Fütterungs- und Liegebereichen im Stallbereich befindet, der mit Hilfe eines Einstreuwagens (Castor) (Abbildung 3:3.) mit Stroh eingestreut wird. Der zweite Raum ist ein mit Tränkeanlagen (Kugeltränken) eingerichteter Vorplatzauslauf, zu dem die Tiere ganzjährig und zeitlich unbegrenzt Zugang haben. Die Stiere wurden in Gruppen von je 15 Stück gehalten.

**Abb. 3.1.: Stall Wolfpassing
(Innenraum)**



**Abb. 3.2. Stall Wolfpassing
(Vorplatzauslauf)**



Abb. 3:3. Einstreuwagen (Castor)



14 Tage vor der Schlachtung wurden die Stiere an die Betriebsstätte Königshof der BVW-GmbH zur Schlachtvorbereitung gebracht. Dazu stand eine Koppelanlage (Abbildungen 3:4. und 3.5.) zur Verfügung. Am Vortag der Schlachtung wurden die Stiere mit Hilfe eines Transportwagens in den Schlachtvorbereitungsstall (Abbildungen 3:6. und 3:7.) geführt. Eine stressarme Schlachtung war damit sichergestellt und die Voraussetzung für objektive Fleischqualitätserhebungen gegeben.

Abb. 3:4. Königshof – Koppelanlagen



Abb. 3:5. Königshof – Koppelanlagen



Abb. 3:6. Transportwagen



Abb. 3:7. Schlachtvorbereitungsstall



3.3. Rationsgestaltung und Fütterung

3.3.1. Rationsgestaltung

Als Grundfutter wurde Maissilage ad libitum gefüttert. Die Mastintensität wurde über die Kraftfutterergänzung entsprechend der Gewichtsentwicklung gesteuert.

3.3.2. Futterqualität

Die Bestimmung der Futterqualität und des Nährstoffgehaltes wurde vom Futtermittellabor Rosenau, der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer vorgenommen. Die Rationsberechnung erfolgte nach dem Programm von GUGGENBERGER (2002).

3.3.3. Futteraufnahme

Die Futteraufnahme konnte aufgrund der Versuchsanstellung nicht tierindividuell erhoben werden. Die Grundfuttermischnahme erfolgte mit einem Futtermischwagen, (Abbildung 3.8.) die Kraftfuttermischnahme erfolgte über einem Zuteilwagen.

Abb. 3:8. Futtermischwagen



3.4. Mastleistung

Für die Erhebung der Mastleistung stehen in Wolfpassing Wiegeeinrichtungen zur Verfügung, die es ermöglichen die Stiere alle 14 Tage zu wiegen (Abbildung 3:9.). Die Versuchstiere wurden von ca. 100 kg auf 630 kg gemästet. Nach Erreichen des festgesetzten Mastendgewichtes von 600-630 kg wurden sie zur Schlachtvorbereitung auf die Koppelanlagen am Kö-

nigshof gebracht. Die letzte Verwiegung der Stiere fand am Tag der Schlachtung statt. Für die Beurteilung der Mastleistung wurden die täglichen Zunahmen herangezogen.

Abb. 3:9. Wiegevorgang



3.5. Schlachtleistung

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

Die Schlachtung erfolgte mit ca. 630 kg Lebendmasse. 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, Nettozunahme (NZN), Ausschachtung (AS), Anteil wertvoller Fleischteile (AWFT), Gewebeanteile (Fleisch, Fett, Knochen).

Die grobgewebliche Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälften nach der am Königshof üblichen Methode erfolgte nach einer Kühldauer von 96 Stunden bei 2 °C. Der Anteil wertvoller Teilstücke (AWFT) wurde aus den zerlegten Teilstücken 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.

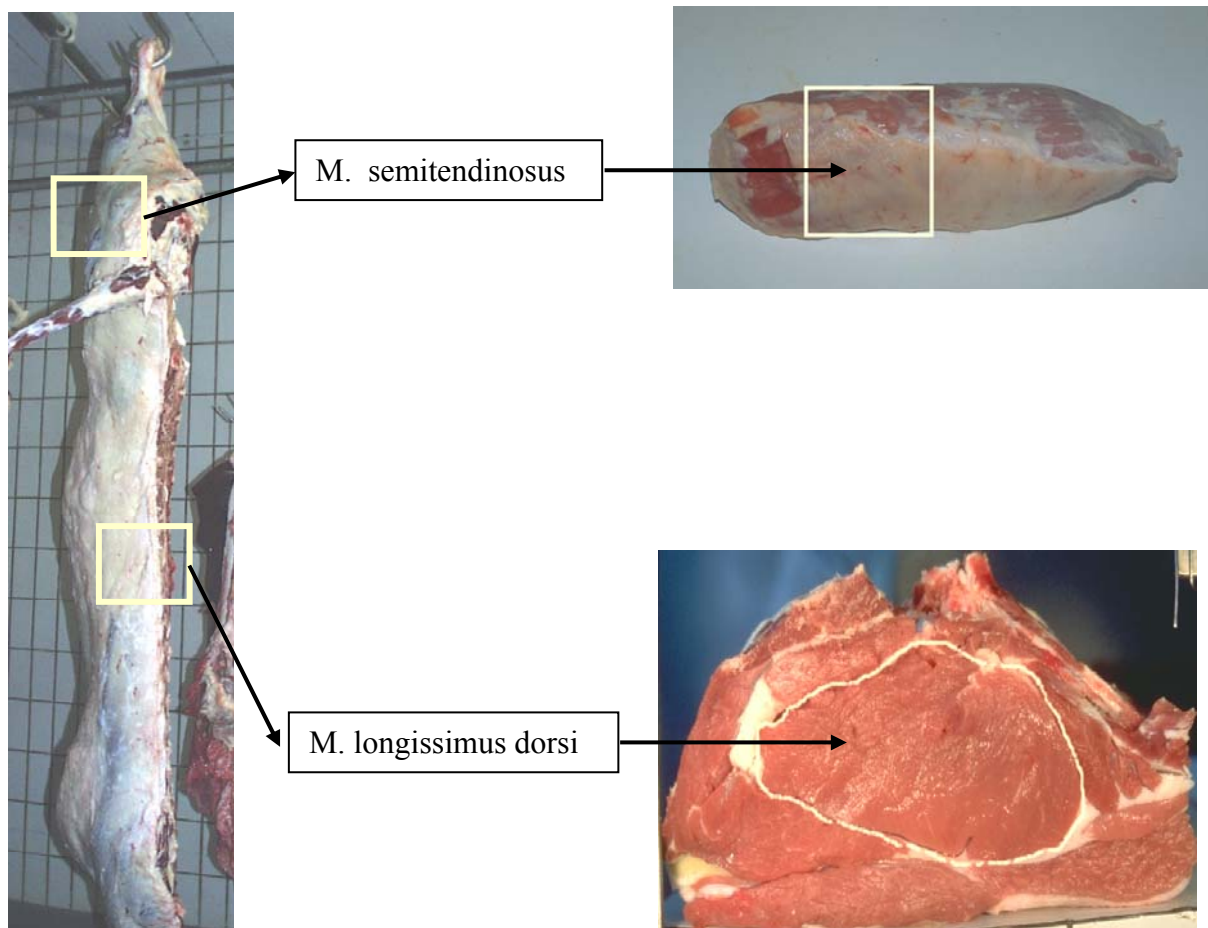
3.6. Fleischqualität

3.6.1. Methodik

Die Fleischqualität wurde im Labor der Betriebsstätte Königshof nach den von LÜDDEN (1991), FRICKH und KONRAD (1999) sowie FRICKH (2001 a) beschriebenen Methoden erhoben. Die Schlachtbedingungen und die Kühlung der Schlachtkörper waren standardisiert (KRAEUSSLICH, 1973).

Die Entnahme der Proben für die Fleischqualitätsuntersuchungen erfolgte 96 Stunden nach der Schlachtung nach dem in **Abbildung 3:10.** gezeigten Schema. Entnommen wurden sie einerseits oberhalb der 7. Rippe aus dem Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) und andererseits vom Schlögel aus dem Weißen Scherzel (M. semitendinosus).

Abb. 3:10. Entnahmestellen der Proben an der rechten Schlachtkörperhälfte



Folgende Parameter wurden für die Beurteilung der Fleischqualität herangezogen: Kerntemperatur, pH-Wert, Marmorierung (Kulmbacher System, Videoanalyse), Rückenmuskelfläche, Fleischfarbe, Fettfarbe (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^* , h_{ab}), Wasserbindungsvermögen (Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust), Scherkraft roh und gegrillt nach Warner Bratzler, Sensorik (Bewertende Prüfung mit Skale: Saftigkeit, Zartheit, Geschmack), Fleischinhaltsstoffe: Gesamtfett, Rohprotein, Wasser, Rohasche (NIRS - Methode). Mit Ausnahme der Marmorierung wurden für alle angeführten Untersuchungen zwei Muskeln (M. longissimus dorsi und M. semitendinosus) herangezogen.

Die *Marmorierung* des Rückenmuskels (M. longissimus dorsi) wurde subjektiv beurteilt, die *Rückenmuskelfläche*, die Fettfläche und der Fettanteil an der Muskelfläche wurden über eine objektivierte, videoanalytische Methode erhoben.

Die *Fleischfarbe* (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^* , h_{ab}) wurde am frischen Anschnitt und 60 min nach Luftoxidation ermittelt.

Die *Fettfarbe* (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^* , h_{ab}) wurde am Oberflächenfett und am frischen Anschnitt erhoben.

Das *Wasserbindungsvermögen* des Fleisches konnte an Hand der Bestimmung des Tropfsaftverlustes, des Grillverlustes und des Kochverlustes beschrieben werden.

Die *Scherkraft* bietet einen objektiven Maßstab für die Zartheit. Die Scherkraft gegrillt wurde nach dem Erhitzen einer 2,5 cm dicken Fleischscheibe auf 60 °C durchgeführt, da nach HONIKEL und SCHWÄGELE (1998) bei einer Kerntemperatur von 50 ° - 60 °C das Zartheitsoptimum erreicht wird.

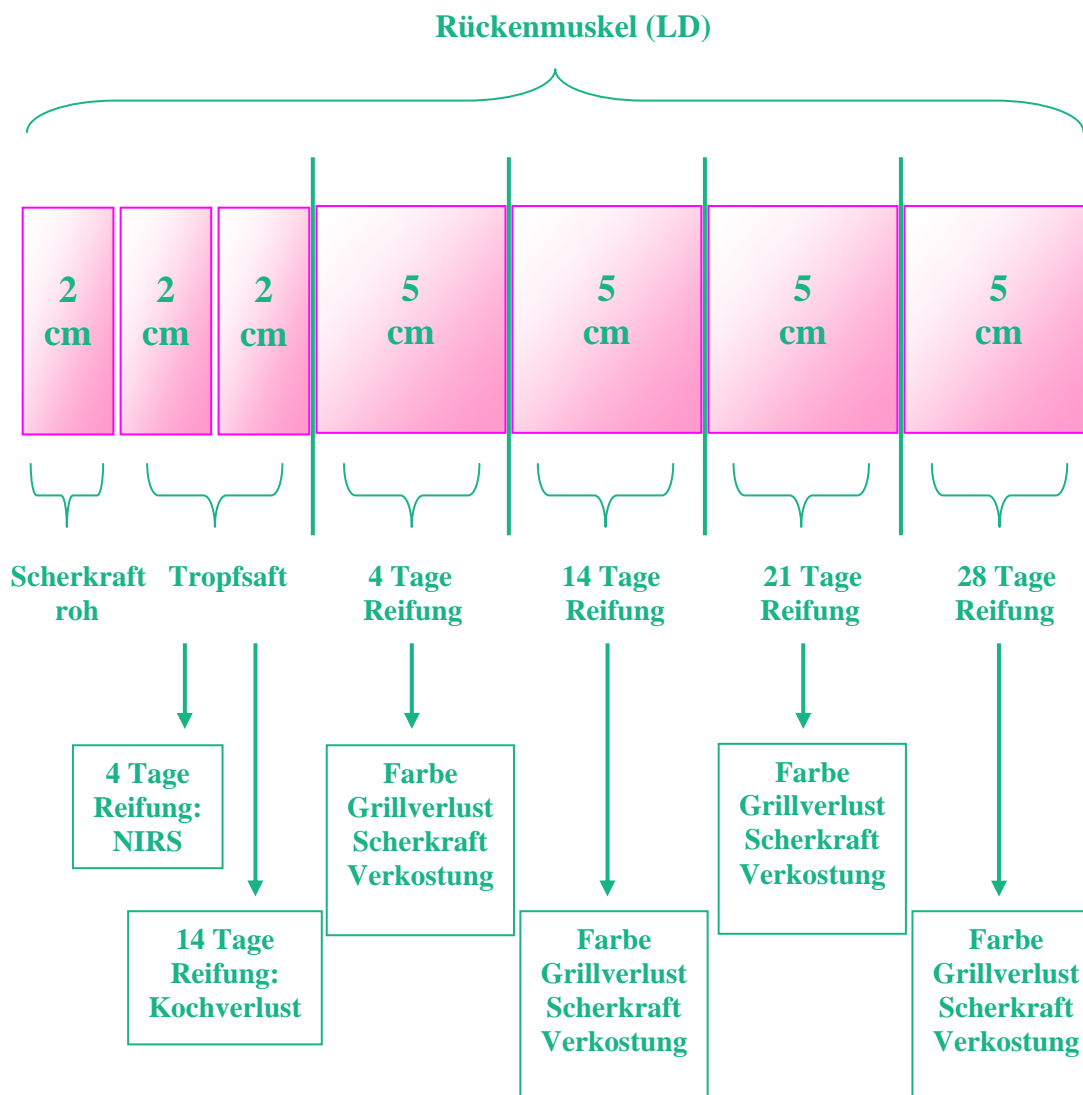
Die bewertende Prüfung wurde von einem Sensoriker geleitet, der mit 6 geschulten Prüfern die *Verkostung* der Prüfproben vornahm (DIN 10950; DIN 10952; DIN 10954).

Die Erfassung der *Fleischinhaltsstoffe* (Wasser, intramuskulärer Fettgehalt, Rohprotein, Rohasche) erfolgte mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS). Dabei wurde das im Forschungsprojekt Nr. 1168 (Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung) formulierte Qualitätssicherungssystem, das die Datenobjektivität gewährleistet, angewandt. Kalibrierungen für die Fleischinhaltsstoffe Protein, Wasser und Asche wurden in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Tierzucht in Grub, BRD erstellt.

Der Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) wurde 96 Stunden p. m. in 7 Teile geschnitten (**Abbildung 3:11**). Die erste Scheibe (2 cm) wurde zur Ermittlung der Scherkraft verwendet. Die Scheiben zwei und drei (jeweils 2 cm) wurden zunächst für die Ermittlung des Tropfsaft-

verlustes herangezogen. Anschließend wurden der Kochverlust und die Fleischinhaltsstoffe (NIRS) ermittelt. Die restlichen 20 cm des Rückenmuskels wurden in 4 Scheiben à 5 cm geschnitten. Nach einem, von der BVW-GmbH entwickelten Schema, wurden die Fleischqualitätsuntersuchungen (Farbe, Grillverlust, Scherkraft gegrillt, Verkostung) bei jedem Versuchstier nach 4, 14, 21 und 28 Tagen Fleischreifung durchgeführt. Darüber hinaus wurde bei den Proben, welche 14, 21 und 28 Tage lang gereift wurden, der Lagerverlust erhoben. Die Reifung der Fleischproben erfolgte jeweils in einer Vakuumverpackung.

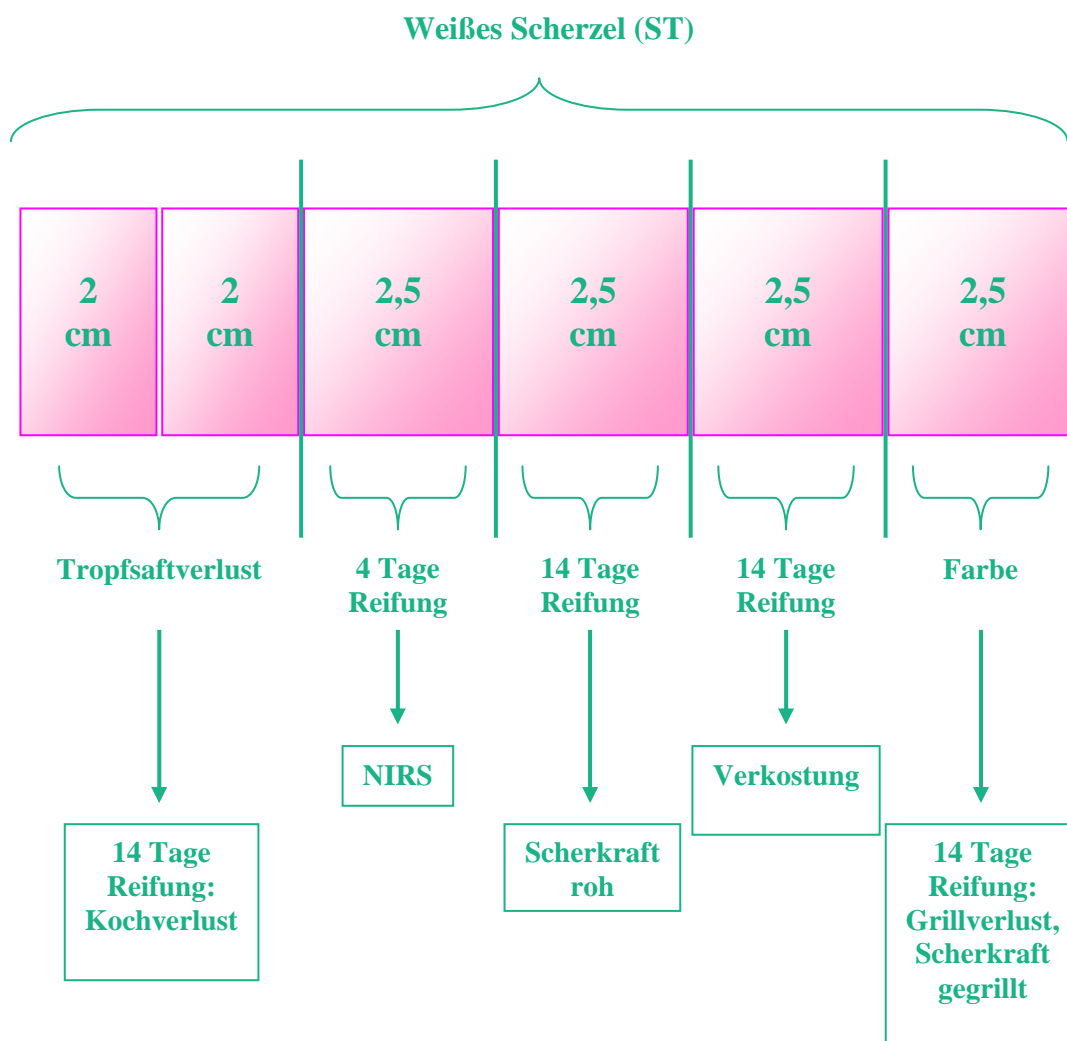
Abb. 3:11. Einteilung des Rückenmuskels (M. longissimus dorsi)



Das Weiße Scherzel (M. semitendinosus) wurde 96 Stunden p. m. in 6 Teile geschnitten (**Abbildung 3:12.**). Die ersten beiden Scheiben (à 2 cm) wurde zur Ermittlung des Tropfsaftverlustes verwendet. 14 Tage später wurden diese Proben zur Ermittlung des Kochverlustes herangezogen. Die restlichen 10 cm des Weißen Scherzels wurden in 4 Scheiben à 2,5 cm ge-

schnitten. An Hand der ersten Scheibe wurde nach einer Reifung von 4 Tagen die Untersuchung der Fleischinhaltsstoffe (NIRS) vorgenommen. Die zweite Scheibe wurde 14 Tage gereift und anschließend die Scherkraft roh ermittelt. Scheibe drei wurde ebenfalls 14 Tage gereift und zur Ermittlung der sensorischen Merkmale herangezogen. An der vierten Scheibe wurden die Farbmessungen durchgeführt, anschließend 14 Tage gereift und danach der Grillverlust und die Scherkraft gegrillt ermittelt. Analog zum Rückenmuskel erfolgte auch beim Weißen Scherzel die Reifung der Fleischproben jeweils in einer Vakuumverpackung.

Abb. 3:12. Einteilung des Weißen Scherzels (M. semitendinosus)



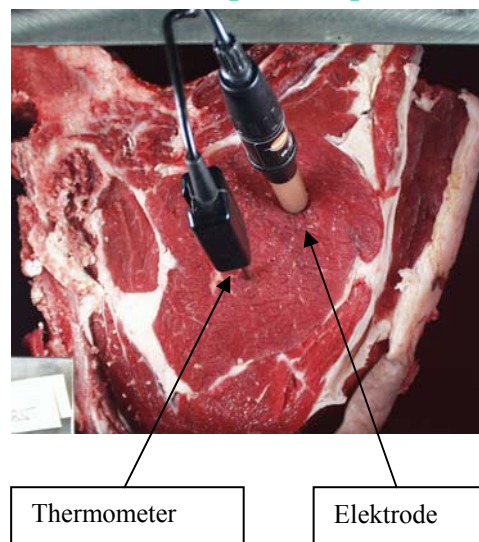
3.6.1.1. Temperatur im Fleischkern, pH-Wert

Der Temperaturverlauf im Kühlraum während der Kühlung wurde kontinuierlich durch ein automatisches Messgerät festgehalten. Im Schlachtkörper wurde die Fleischkerntemperatur von M. longissimus dorsi und M. semitendinosus mit einem Einstichthermometer (Abbildung 3:13.) erhoben. Die Messung der pH-Werte beider Muskeln erfolgte mit einer Glaselektrode

(Einstabmesskette) (Abbildung 3:13.) nach der von HOFMANN (1986) beschriebenen Vorgangsweise.

Die Messung der Kerntemperaturen und der pH-Werte zu verschiedenen Zeitpunkten (45 Minuten, 24 Stunden und 96 Stunden post mortem p. m.) ermöglicht die Betrachtung des Kühl- und Glykolyseverlaufs. Dies ist im Hinblick auf Kühl- und Fleischfehler, wie Kälteverkürzung, Rigorverkürzung, PSE (pale, soft, exudative) und DFD (dark, firm, dry) von besonderer Bedeutung.

Abb. 3:13. Temperatur, pH-Wert



3.6.1.2. Rückenmuskelfläche, Marmorierung

Die Marmorierung wurde 96 Stunden p. m. am frischen Anschnitt des M. longissimus dorsi erfasst. Subjektiv bewertet wurde das innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbare eingelagerte Fett (intramuskuläres Fett) nach dem vom United States Department of Agriculture (USDA 8843, 1981) herausgegebenen offiziellen Farbtafeln für die Einstufung nach Noten von 1 – 6 (6-Stufen-Schema). Die Note 1 (Tabelle 3:2.) wurde für Fleisch, das keine sichtbare Marmorierung aufwies vergeben, die Note 2 für schwache Marmorierung (einige sichtbare Fettfaszies), die Note 3 für eine mittelmäßige Marmorierung, die Note 4 für eine starke Marmorierung, die Note 5 für eine sehr starke Marmorierung und die Note 6 für zu starke Marmorierung. In der Abbildungen 3:14. bis 3:19. sind Beispiele für die Marmorierung der Noten 1 bis 6 illustriert.

Tab. 3:2. Schema für die Beurteilung des sichtbar eingelagerten Fettes

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

(Quelle: RISTIC, 1987)

Marmorierung beim Rückenmuskel (M. longissimus dorsi)

Abb. 3:14. Bewertung mit 1 Punkt

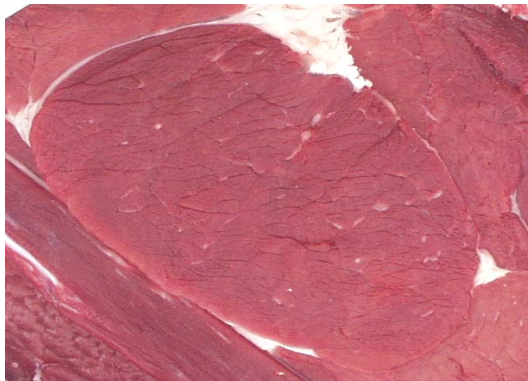


Abb. 3:15. Bewertung mit 2 Punkten



Abb. 3:16. Bewertung mit 3 Punkten



Abb. 3:17. Bewertung mit 4 Punkten



Abb. 3:18. Bewertung mit **5 Punkten**



Abb. 3:19. Bewertung mit **6 Punkten**



Für die Videoanalytische Auswertung wurde die Schlachthälfte zwischen der 7. und 8. Rippe angeschnitten und der M. longissimus dorsi mit Hilfe einer digitalen Kamera (Olympus C-1400L), die auf einer eigens für diese Methode konstruierten Halterung montiert wurde, fotografiert. Die in der Kamera gespeicherten Fotos wurden über die serielle Schnittstelle in den Computer eingelesen. Mit Hilfe einer speziellen Software der Firma Metzger EDV wurde der Muskel planimetriert. Anschließend wurde das intramuskuläre Fett videoanalytisch über die Kontrastmethode (FRICKH et al., 1999) eingefärbt. Über das Verhältnis der Fettfläche zur Rückenmuskelfläche konnte ein Wert ermittelt werden, der als objektiver Wertmaßstab für die Marmorierung herangezogen wird.

3.6.1.3. Farbmessung

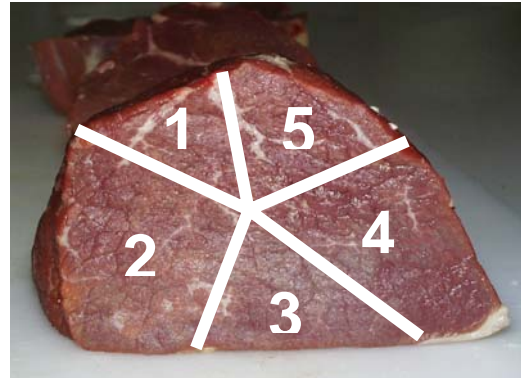
Nach einem festgelegten Schema (Abbildungen 3:20. und 3:21) erfolgten jeweils an einem frischen Anschnitt als auch nach 60 Minuten Oxydation am M. longissimus dorsi und am M. semitendinosus je fünf Messungen, woraus der Mittelwert errechnet wurde.

Vergleichbar mit AASS (1996) wurde dadurch die Anlagerung von O₂ an das Hämmolekül des Myoglobins vermieden und damit die äußeren Einflüsse minimiert. Zusätzlich wurden die Kenngrößen C*_{ab}-Buntheit und der h_{ab}-Buntonwinkel abgeleitet. Zur Anwendung kam der L* a* b*-Farbenraum (CIELAB, RICHTER, 1981). Nach der O₂ Einwirkung von 60 Minuten konnten sowohl Farbabstände als auch Farbton-Differenzstrecken nach der Formel $\Delta E_{ab}^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{0,5}$ (DIN 6174, 1979) berechnet werden. Als Bezugspunkt dienten dabei die Messungen am frischen Anschnitt. Die Fettfarbe wurde ebenfalls 96 Stunden nach der Schlachtung am Oberflächenfett und am frischen Anschnitt gemessen.

Abb. 3:20. Schema für die Messung der farbmtrischen Merkmale am Rückenmuskel (M. longissimus dorsi)



Abb. 3:21. Schema für die Messung der farbmtrischen Merkmale am Weißen Scherzel (M. semitendinosus)



Zur Bestimmung der Fleischfarbe war das Zweistrahlenspektralphotometer CODEC 400 der Fa. PHYMA, Österreich mit kontinuierlicher Probenbeleuchtung im Einsatz (Abbildung 3:22.). Die Remissionswerte wurden in einem Wellenlängenbereich von 400-700 nm, in Schritten von 10 nm, erhoben. Als Beleuchtungsquelle wurde eine Wärmegefilterte Xenon-Halogenlampe, angenähert CIE D65 verwendet. Die Proben wurden mit der Strahlung des uneingeschränkten Wellenlängenbereiches (polychromatisch) unter einem Beleuchtungswinkel von 45° und einem Beobachtungswinkel von 0° (Messgeometrie 45/0) beleuchtet. Die Messfläche betrug 14 mm^2 . Die Kalibrierung erfolgte mit einem Schwarzstandard und einer Bariumsulfat angenäherten Weißkachel nach DIN 5033. Dazu wurde eine standardisierte Fliese mit den Werten $L=94,62$, $a=-0,48$ und $b=0,23$ verwendet.

Abb. 3:22. Farbmessung



3.6.1.4. Wasserbindungsvermögen

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

3.6.1.4.1. Tropfsaftverlust

Für die Bestimmung des Tropfsaftverlustes konnte eine neu adaptierte Methode etabliert werden. Die Genauigkeit wurde durch diese Methode verbessert.

Dabei wurden jeweils zwei Scheiben (à 100 - 150 g) des Muskels *M. longissimus dorsi* und des *M. semitendinosus* entnommen, von anhaftendem Fettgewebe befreit, wobei die Fettfaszien belassen wurden. Anschließend wurden die Proben auf einem Stab aufgehängt und in einem Kunststoffbehälter bei + 2° C 3 Tage lang gekühlt (Abbildung 3:23.). Die Proben wurden vor der Einwaage abgewogen und auf Grund des Gewichtes bei der Auswaage nach drei Tagen, konnte der Tropfsaftverlust in Prozent des ursprünglichen Gewichtes errechnet werden.

Abb. 3:23. Tropfsaftverlust



Abb. 3:24. Grillverlust



3.6.1.4.2. Grillverlust

Zur Bestimmung des Grillverlustes wurden die im Vakuum gereiften Fleischscheiben des 4, 14, 21 bzw. 28 Tage lang gereiften *M. longissimus dorsi* und des 14 Tage lang gereiften *M. semitendinosus* herangezogen. Die Proben wurden auf einem P-2 Doppelplattenkontakt-Grill der Fa. Silex (Abbildung 3:24.) bei einer Plattentemperatur von 200° C zwischen Alufolien

bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 60° C gegrillt. Die Kerntemperatur konnte mit einem speziellen Messgerät (Differenzthermometer, GTH 1100/2 DIF der Fa. Greisinger), verfolgt werden, das aus einer elektronischen Messeinrichtung und einem Chrom-Nickel-Temperaturfühler besteht, der mit Hilfe einer Hohnadel in den Fleischkern eingeführt wurde. Nach dem Grillvorgang wurden die Proben 40 min abgekühlt um eine Gewichtskonstanz zu erreichen. Unmittelbar vor und nach dem Grillvorgang (Grillverlust warm) sowie nach dem Abkühlen (Grillverlust kalt) wurden die Fleischproben zur Ermittlung des Grillverlustes gewogen.

3.6.1.4.3. Kochverlust

Für die Bestimmung des Kochverlustes wurden die Fleischproben von der bereits durchgeführten Tropfsaftverlustbestimmung des M. longissimus dorsi und des M. semitendinosus herangezogen. Das Fleisch wurde insgesamt 14 Tage gereift, anschließend gewogen, in einem wasserfesten Plastikbeutel verschweißt und im Wasserbad (Abbildung 3:25.) bei einer Wassertemperatur von 70° C 50 Minuten lang erhitzt. Ein leichtes Vakuum war notwendig, um ein Untertauchen des Fleisches und eine optimale Wärmeleitung zu gewährleisten. Danach wurden die Proben in einem kühlen Wasserbad (ca. 20° C) 40 Minuten abgekühlt. Auf Grund der anschließenden Rückwaage wurde der Kochverlust in Prozent des ursprünglichen Gewichtes errechnet.

Abb. 3:25. Kochverlust



Abb. 3:26. Scherkraft roh, gegrillt



3.6.1.5. Scherkraft

Die Scherkraftmessung erfolgte am gegrillten Fleisch objektiv mit der Warner-Bratzler-Fleischschere (Meat Shear, Model 3000 der Fa. G-R Electric, USA). (Abbildung 3:26.) Für

die Scherkraft gegrillt wurden die ausgekühlten Fleischproben von *M. longissimus dorsi* und des *M. semitendinosus* aus der Grillverlustbestimmung, wie unter [Punkt 3.6.1.4.2.](#) beschrieben, herangezogen. Mit einem normierten Gerät wurden 10 zylindrische Fleischkerne von dreiviertel Zoll Durchmesser (1,27 cm) aus den Muskeln längs des Faserverlaufs ausgestochen und quer zur Faserrichtung mit Hilfe der Warner-Bratzler-Fleischschere die maximale Scherkraft in kg bestimmt.

3.6.1.6. Sensorische Bewertung

Für die Prüfung der sensorischen Eigenschaften des Fleisches, war es notwendig, die Proben bis zum Verkostungstermin bei -30°C einzufrieren. Davor wurden pro Versuchstier insgesamt fünf Fleischproben eingefroren (*M. longissimus dorsi*: 4, 14, 21 und 28 Tage und *M. semitendinosus* 14 Tage unter Vakuum gereifte Fleischproben). Um einer Lipolyse vorzubeugen (IGENE et al., 1979) wurden die Proben nicht länger als 6 Monate gelagert. Vor der Verkostung wurden die Proben bei $+2^{\circ}\text{C}$ im Kühlschrank langsam aufgetaut (AMBROSIADIS et al. 1994). Zur Bewertung der sensorischen Eigenschaften des Fleisches kam das an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach, BRD, entwickelte sensorische Prüfverfahren zur Anwendung (RISTIC, 1987; GUHE, 1991; SEUSS et al. 1994). Nach dem Auftauen (Fleischkerntemperatur, $4^{\circ} > T^{\circ} > 0^{\circ}\text{C}$) wurde das Fleisch bis zu einer Kerntemperatur von 70°C gegrillt (siehe [Punkt 3.6.1.4.2.](#), Seite 26). Ein trainiertes Panel von 6 Personen (3 weibliche und 3 männliche Verkoster) beurteilten Saftigkeit, Zartheit und Aroma nach einem 6 Punkte umfassenden Schema ([Tabelle 3:3.](#)). Die Gesamtpunktzahl wurde durch Summenbildung errechnet.

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

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

3.6.1.7. Fleischinhaltsstoffe

Die Erfassung der Fleischinhaltsstoffe (Wasser, intramuskulärer Fettgehalt, Rohprotein, Rohasche) erfolgte mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) (Abbildung 3:27.). Dabei wurde das im Forschungsprojekt Nr. 1168 (Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung) formulierte Qualitätssicherungssystem, das die Datenobjektivität gewährleistet, mit eingebunden.

Für die Bestimmung der Fleischinhaltsstoffe wurde jeweils eine 2,5 cm starke Fleischscheibe vom M. longissimus dorsi und vom M. semitendinosus 4 Tage bei + 2° C im Vakuum gereift.

Das Fleisch wurde homogenisiert und in ringförmige Probengläser (small ring cups) eingestrichen. Anschließend wurden die Werte an Hand der Nahinfrarotspektroskopie ermittelt.

Abb. 3:27. Fleischinhaltsstoffe



3.6.2. Fleischreifung

Für die Prüfung der Auswirkung der Fleischreifung auf die Fleischqualität wurden vom Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) 4 Scheiben mit einer Stärke von 2,5 cm entnommen und unter Vakuum 4 Tage, 14 Tage, 21 Tage und 28 Tage bei 2 °C gereift. Untersucht wurden der Grillverlust, die Scherkraft gegrillt nach Warner-Bratzler und die sensorischen Eigenschaften (Saftigkeit, Zartheit und Geschmack) des Fleisches.

3.6.3 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 a) beschriebenen und von AUGUSTINI und FRICKH (2002) veröffentlichten Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität herangezogen (Tabelle 3:1.).

Tabelle 3:1. Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität

Merkmale	Maßeinheit	Wert
Schlachtkörper		
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	> 14
pH-Werte		
pH-1 (45 min p. m.)	-log(H ⁺)	> 5,8
pH-2 (24 h p. m.)	-log(H ⁺)	5,6-6,0
End-pH-Wert (36-48 h p. m.)	-log(H ⁺)	5,4-5,8
Fetteinlagerung im Muskel		
Marmorierung	Punkte	3-4
Intramuskulärer Fettgehalt	%	2,5 – 4,5
Musculus longissimus dorsi (Rückenmuskel)		
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 4,0 (< 39,2)
Scherkraft für Restaurantqualität	kg (N)	< 3,5 (< 34,3)
Musculus semitendinosus		
Scherkraft für nicht akzeptable Zartheit	kg (N)	≥ 4,0 (≥ 39,2)
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 4,0 (< 39,2)
Scherkraft für außergewöhnliche Zartheit	kg (N)	< 3,5 (< 34,3)
Sensorik		
annehmbare Saftigkeit	Punkte (1-6)	> 3,0
annehmbare Zartheit	Punkte (1-6)	> 3,0
annehmbares Aroma	Punkte (1-6)	> 3,0
Gesamteindruck	Punkte	≥ 12
Farbe		
L ₁₀ *-Helligkeit (Spektralphotometer, 45/0)		34 – 40
a ₁₀ *-Rotton (Spektralphotometer, 45/0)		≥ 10
C _{ab} *-Buntheit		≥ 14
Wasserbindungsvermögen		
Tropfsaftverlust nach 3-tägiger Lagerung	%	3,0 – 4,5
Grillverlust	%	≤ 22
Kochverlust	%	≤ 30

(Quelle: TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b; GROSSE und ENDER, 1990; ENDER, 1995; EILERS et al., 1996; CMA, 1996; HONIKEL, 1998; FRICKH, 2001; AUGUSTINI und FRICKH, 2002)

3.7. Statistische Auswertungsmethoden

Das erhobene Datenmaterial für die Merkmale der Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität wurde varianzanalytisch mit der GLM-Procedure, Version 8.2 von SAS (2002) ausgewertet. Die Paarweisen Gruppenvergleiche erfolgten mit dem adjustierten Tukey's

Range-Test (KRAMER, 1956; STRELEC, 1994; TUKEY, 1953; TUKEY 1977), der die Spannweite der studentisierten Stichprobenmittelwerte betrachtet.

Diskontinuierliche Variable, deren Residuen der entsprechenden Modelle annähernd normal verteilt waren, wurden auch mit der GLM-Procedure nach SAS (2002) berechnet. Die hier ausgewiesenen P-Werte sind dann als entsprechende Approximationen zu verstehen.

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

Modell 1: Für Merkmale der Mastleistung und Schlachtleistung

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + D_j + SA_k + e_{ijkl}$$

Modell 2.1 und 2.2: Für Merkmale der Fleischqualität

2.1: chemisch-physikalischen Merkmale (ph-Wert, Fleischinhaltsstoffe, Marmorierung Wasserbindungsvermögen, Scherkraft, Farbmeterik) für den Vatervergleich

$$Y_{ijklm} = \mu + G_i + D_j + SA_k + M_l + (G_i * D_j * M_k * SA_l) + e_{ijklm}$$

2.2: sensorischen Merkmale für den Vatervergleich

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + D_j + SA_k + M_l + V_m + (G_i * D_j * M_k * V_l) + e_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn}	= Beobachtungswert
μ	= gemeinsame Konstante
G_i	= fixer Effekt der Vatergruppe i, i = 1-n
D_j	= fixer Effekt des Jahrganges j, j=1-4
SA_k	= fixer Effekt des Schlachalter
M_l	= fixer Effekt des Muskels k, k = 1-2
V_m	= fixer Effekt des Verkosters m, m = 1 – 6
$(G_i * D_j * M_k * V_l)$	= Wechselwirkung zwischen Gruppe, Teilstück, Zeitpunkt und Verkoster
e_{ijklm}	= Restkomponente von y_{ijklm}

Modell 3.1 und 3.2: Für Merkmale der Fleischqualität zur Bestimmung der Unterschiede im Reifezeitpunkt.

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + Z_j + SA_k + (G_i * Z_j * SA_k) + e_{ijkl}$$

$$Y_{ijklm} = \mu + G_i + Z_j + SA_k + V_l + (G_i * Z_j * V_l) + e_{ijklm}$$

Y_{ijklm}	= Beobachtungswert
μ	= gemeinsame Konstante
G_i	= fixer Effekt der Vatergruppe i, i = 1-5
Z_j	= fixer Effekt des Jahrganges
SA_k	= fixer Effekt des Schlachttages
Z_j	= fixer Effekt des Reifezeitpunktes j, j = 1 - 4
V_k	= fixer Effekt des Verkosters m, m = 1 - 6
EG_l	= Einstellgewicht
$(G_i * T_j * Z_k * V_l)$	= Wechselwirkung zwischen Gruppe, Teilstück, Zeitpunkt und Verkoster
e_{ijklm}	

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Allgemeines

Für die in den Tabellen der Kapitel 4.2. bis 4.4. angeführten Vaternummern gelten die in [Tabelle 4.1.1](#) angeführten Schlüssel.

Tabelle 4.1.1. Schlüssel für die Namen und Nummern der geprüften Väter

Name	Anzahl	Vaternummer		Name	Anzahl	Vaternummer
Maltus	5	1113		Nugget	2	1325
Mandarin	4	1218		Glitzer	7	1326
Minister	3	1219		Mill II	3	1328
Ronald	5	1220		Nusil	1	1329
Monte	1	1221		Ronus	1	1330
Mascha	3	1228		Khan	2	1331
Marschall	6	1269		Mill II-2	3	1332
Muskat	13	1270		Mex	1	1333
Ritz	11	1271		Weiler	1	1334
Göll	2	1275		Nusil	5	1329
Stratus	11	1323		Ronus	7	1330
Lodron	7	1324		Lotto	6	1341
Nugget	2	1325		Kalif	10	1342
Lodron	7	1324		Neptun	11	1343

4.2. Mastleistung

Für eine kontinuierliche Erhebung der Mastleistung wurden die Stiere in 14-tägigen Abständen gewogen. Über ein Regressionsmodell wurden die Gewichte zu den betreffenden Lebenstagen geschätzt. In [Tabelle 4.2.1.](#) sind das Schlachtalter, die Lebendmassen zu bestimmten Zeitpunkten, die Mastendmasse und die Lebendmasse am Tag der Schlachtung angeführt. Die durchschnittliche Lebendmasse aller Gruppen vor der Schlachtung (LM) betrug 610 kg. Die höchste Lebendmasse am 425. Lebenstag erreichte die Gruppe 1334 (Weiler) mit 572 kg, das durchschnittliche Gewicht am 425. Lebenstag lag bei 527 kg.

Tabelle 4.2.1. Jahrgang 1999-2002: Schlachalter, Mastendmasse und Lebendmassen am 185., 245., 305., 365. und 425. Lebenstag; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale							
	Schlachalter	LM 185	LM 245	LM 305	LM 365	LM 425	MEM	LM
s_e	46,26	25,69	25,93	26,46	26,82	25,56	20,77	30,74
1269	591	150	255	349	437	521	605	589
1270	581	168	272	364	449	531	613	586
1271	579	173	288	387	473	551	614	595
1325	576	193	269	341	415	493	607	606
1332	569	175	264	345	424	501	596	595
1328	560	233	304	372	443	517	618	595
1275	554	181	281	369	451	526	617	598
1333	548	247	312	373	435	499	588	612
1324	532	222	301	373	444	514	603	618
1331	523	257	319	380	446	517	615	591
1323	513	223	297	368	441	517	612	619
1113	512	233	309	379	450	520	600	626
1326	505	240	313	382	455	530	614	636
1221	504	244	319	389	462	534	623	594
1343	482	266	346	414	477	533	595	612
1330	479	261	339	406	470	528	591	605
1218	478	258	339	415	466	528	592	619
1342	476	258	338	408	474	537	596	590
1329	465	246	321	391	463	536	600	632
1228	463	241	326	404	480	553	621	649
1341	459	247	324	392	458	519	584	582
1334	450	241	303	375	466	572	620	629
1219	445	264	348	418	474	535	606	635
1220	427	273	360	437	496	544	602	632

LM 185 ...Lebendmasse am 185. Lebenstag usw.; LM ...Lebendmasse am Tag der Schlachtung; MEM ...Mastendmasse am Tag der Überstellung vom Maststall zur Schlachtvorbereitung; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

In Tabelle 4.2.2 werden die Ergebnisse der 4 Durchgänge ausgewiesen. Wie daraus ersichtlich ist, erreichte der Durchgang 2 mit durchschnittlich 661 kg die höchste Lebendmasse vor der Schlachtung. Durchgang 1 und 4 zeigten mit 531 kg den höchste Lebendmassezuwachs bis zum 425. Lebenstag.

Tabelle 4.2.2. Jahrgang 1999-2002, Schlachalter, Mastendmasse und Lebendmassen am 185., 245., 305., 365. und 425 Lebenstag; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale							
	Schlachtalter	LM 185	LM 245	LM 305	LM 365	LM 425	MEM	LM
s_e	46,26	25,69	25,93	26,46	26,82	25,56	20,77	30,74
1	546	198	299	376	453	531	613	590
2	473	301	362	420	474	526	575	661
3	467	211	294	374	449	521	597	573
4	559	206	286	368	448	531	636	616

DG ...Durchgang; LM 185 ...Lebendmasse am 185. Lebenstag usw.; LM ...Lebendmasse am Tag der Schlachtung; MEM ...Mastendmasse am Tag der Überstellung vom Maststall zur Schlachtvorbereitung; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

In **Tabelle 4.2.3.** sind die Tageszunahmen der Mastabschnitte 185. - 245. Lebenstag (LT) (TZN 1), 245. - 305. LT (TZN 2), 305. - 365. LT (TZN 3), 365. - 425. LT (TZN 4), 185. - Mastende (TZN 5) und 185. - 425. LT (TZN 6) eingetragen. Die höchsten Tageszunahmen im Abschnitt 6 (TZN 6, 185. - 425. LT) verzeichnete die Vatergruppe 1271 (Ritz) mit 1570 g, die geringsten die Gruppe 1333 mit 1050 g.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist die Gruppenbesetzung (Anzahl der Nachkommen je Vater) mit zu berücksichtigen.

Tabelle 4.2.3. Jahrgang 1999-2002: Tageszunahmen in verschiedenen Mastperioden; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale					
	TZN 1	TZN 2	TZN 3	TZN 4	TZN 5	TZN 6
s_e	151,77	118,41	123,64	135,52	88,60	101,05
1113	1281	1173	1173	1167	1147	1198
1218	1370	1253	862	1025	1099	1128
1219	1400	1168	938	1022	1140	1132
1220	1460	1280	985	799	1103	1132
1221	1250	1172	1202	1224	1180	1212
1228	1430	1294	1270	1222	1246	1304
1269	1750	1557	1464	1395	1409	1541
1270	1720	1522	1425	1348	1377	1504
1271	1918	1632	1448	1283	1365	1570
1275	1670	1461	1357	1263	1333	1438
1323	1239	1177	1223	1263	1211	1225
1324	1322	1199	1182	1167	1179	1217
1325	1262	1201	1241	1299	1251	1251
1326	1203	1154	1214	1264	1168	1209
1328	1198	1137	1178	1232	1179	1186
1329	1251	1172	1207	1216	1141	1211
1330	1297	1122	1058	975	1029	1113
1331	1040	1018	1102	1184	1099	1086
1332	1486	1348	1313	1293	1283	1360
1333	1088	1009	1036	1069	1036	1050
1334	1027	1209	1506	1772	1267	1378
1341	1293	1136	1092	1022	1059	1136
1342	1327	1166	1115	1045	1066	1163
1343	1332	1135	1050	946	1031	1116

TZN 1 ...Tageszunahme vom 185. – 245. Lebenstag (LT); **TZN 2** ...Tageszunahme vom 245. – 305. LT; **TZN 3** ...Tageszunahme vom 305. – 365. LT; **TZN 4** ...Tageszunahme vom 365. – 425. LT; **TZN 5** ...Tageszunahme vom 185. – Mastende; **TZN 6** ...Tageszunahme vom 185. – 425. LT; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

Tabelle 4.2.4. Jahrgang 1999-2002: Tageszunahmen in verschiedenen Mastperioden; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale					
	TZN 1	TZN 2	TZN 3	TZN 4	TZN 5	TZN 6
s_e	151,77	118,41	123,64	135,52	88,60	101,05
1	1689	1284	1278	1298	1247 ^a	1387
2	1018	977	908	871	893 ^b	944
3	1388	1332	1249	1196	1236 ^a	1291
4	1340	1357	1338	1385	1357 ^a	1355

DG ...Durchgang; TZN 1 ...Tageszunahme vom 185. – 245. Lebenstag (LT); TZN 2 ...Tageszunahme vom 245. – 305. LT; TZN 3 ...Tageszunahme vom 305. – 365. LT; TZN 4 ...Tageszunahme vom 365. – 425. LT; TZN 5 ...Tageszunahme vom 185. – Mastende; TZN 6 ...Tageszunahme vom 185. – 425. LT; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Spalte, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

Die Tageszunahmen vom 185. bis 425. Lebenstag erreichte der Durchgang 1 mit 1387 g, gefolgt vom Durchgang 4 mit 1355 g. Die geringsten Zunahmen fielen auf den 2. Durchgang mit 944 g. Insgesamt betrachtet hatte der Durchgang 4 die höchsten Tageszunahmen in den einzelnen Perioden.

Tabelle 4.2.5. Jahrgang 1999-2002: Tageszunahmen in verschiedenen Mastperioden; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale					
	TZN 1	TZN 2	TZN 3	TZN 4	TZN 5	TZN 6
s_e	105,2	84,0	94,4	128,9	90,3	85,2
1329	1216	1256	1297	1337	1265	1277
1330	1269	1236	1204	1171	1187	1220
1341	1258	1232	1208	1183	1203	1220
1342	1298	1269	1239	1210	1210	1254
1343	1303	1240	1176	1113	1174	1208

DG ...Durchgang; TZN 1 ...Tageszunahme vom 185. – 245. Lebenstag (LT); TZN 2 ...Tageszunahme vom 245. – 305. LT; TZN 3 ...Tageszunahme vom 305. – 365. LT; TZN 4 ...Tageszunahme vom 365. – 425. LT; TZN 5 ...Tageszunahme vom 185. – Mastende; TZN 6 ...Tageszunahme vom 185. – 425. LT; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Spalte, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

In **Tabelle 4.2.5** liegt die Auswertung des letzten Durchganges 4 (Jahrgang 2002) gesondert vor. Wie aus der 6-ten Ergebnisspalte ersichtlich ist erreichte der Stier 1329 Nusil mit 1277 g

die höchsten Tageszunahmen, gefolgt vom Stier 1342 Kalif und den Stieren 1330 Ronus und 1341 Lotto. Der Stier 1343 Neptun kam auf 1208 g Tageszunahmen. Die waren nicht signifikant.

4.3. Schlachtleistung

Die Ergebnisse der Schlachtleistung sind in den **Tabellen 4.3.1. bis 4.3.3.** aufgezeigt. Die höchsten Nettozunahmen (NZN) erreichte die Vatergruppe 1219 (Minister) mit 712 g, während die Gruppe 1332 (Mill II-2) mit 589 g relativ niedrige Nettozunahmen aufwies (**Tabelle 4.3.1**). Den höchsten Anteil an wertvollen Fleischteilen (AWFT) wies die Gruppe 1220 (Ronald) mit 40,8 % auf, den geringsten die Gruppe 1341 (Lotto) mit 34,8 %. Die höchste Ausschachtung (AS) erreichte die Gruppe 1271 (Ritz) mit 59,6 %, am niedrigsten war der Anteil bei Gruppe 1332 (Mill II-2) mit 53,8 %. Der Muskelfleischanteil (MFA) war bei der Gruppe 1220 (Ronald) mit 71,3 % am höchsten, bei Gruppe 1269 (Marschall) mit 66,8 % am geringsten. Beim Fettanteil (FEA) erreichte die Gruppe 1269 (Marschall) mit 17,2 % die höchsten Werte, am geringsten war der Fettanteil bei Gruppe 1220 (Ronald) mit 10,5 %. Beim Merkmal Knochenanteil (KAN) war der prozentuelle Anteil bei Gruppe 1275 (Göll) mit 15,5 % am höchsten, am geringsten war der Knochenanteil bei den Gruppen 1333 (Mex) und 1341 (Lotto) mit jeweils 13,7 %.

Betrachtet man die Ergebnisse der Erhebung der Fleischigkeitsklassen (FLKL), so waren die Schlachtkörper bei der Gruppe 1333 (Mex) im Durchschnitt 4,2 (Klasse U) am besten ausgeformt, die geringste Bewertung erreichte die Gruppe 1275 (Göll) mit 2,2 %. Die Fettklasse (FEKL) wurde mit 2,9 bei der Gruppe 1334 (Weiler) am höchsten beurteilt, mit einem durchschnittlichen Wert von 1,8 hatten die Nachkommen des Vaters 1220 (Ronald) die geringste Schlachtkörperabdeckung.

Nach den von AUGUSTINI und FRICKH (2002) veröffentlichten Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität wären Fleischigkeitsklassen von E – R (3 -5), Fettklassen von 2 - 4 und ein Fettgewebeanteil am Schlachtkörper von 10 -15 % wünschenswert.

Tabelle 4.3.1. Jahrgang 1999-2002: Nettozunahmen, Ausschachtung, Fleisch-, Fett- und Knochenanteil; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale								
	SG	NZN	AWFT	AS	MFA*	FEA*	KNA*	FLKL	FEKL
s_e	15,84	31,82	1,79	2,15	1,30	1,46	0,60	0,55	0,32
1219	372,5	712,0	35,9	58,4	71,0	12,1	14,3	2,7	1,9
1220	358,9	701,0	40,8	56,8	71,3	10,5	14,3	2,7	1,8
1228	361,8	690,1	35,8	55,9	69,5	13,9	14,6	2,7	1,9
1218	357,1	687,9	35,8	57,1	70,6	11,5	14,4	2,7	1,9
1113	351,1	660,3	36,2	56,2	69,3	14,0	14,0	3,2	2,0
1271	358,5	658,1	36,1	59,6	69,4	15,2	14,8	3,1	2,5
1334	345,3	656,8	37,0	55,0	67,0	15,7	14,1	3,2	2,9
1326	352,0	655,0	37,9	55,8	68,7	14,4	14,0	3,5	2,1
1329	349,3	654,7	37,5	56,0	69,5	13,9	14,1	3,2	1,9
1221	348,1	646,8	36,1	59,1	70,5	13,1	14,1	3,2	2,0
1330	345,9	645,8	36,6	57,6	69,5	15,0	13,8	3,2	2,0
1333	349,5	643,1	38,9	57,5	69,5	13,8	13,7	4,2	2,0
1324	342,6	637,6	37,0	56,0	68,2	15,7	13,9	3,3	2,0
1343	339,8	634,8	35,6	55,7	69,2	14,7	14,0	3,0	1,9
1323	339,2	631,9	37,8	55,1	68,3	15,1	14,2	3,1	2,1
1270	341,2	630,5	36,4	58,1	68,4	16,0	14,4	3,2	2,2
1275	340,7	625,5	37,8	57,2	69,5	13,5	15,5	2,2	2,0
1342	329,7	621,6	35,2	56,2	69,3	14,6	14,0	3,1	2,1
1269	330,9	615,7	36,5	56,4	66,8	17,2	14,8	2,9	2,6
1325	333,1	615,5	38,5	55,8	68,5	14,3	14,2	3,2	2,1
1331	334,5	614,0	36,0	57,4	69,8	13,7	13,8	3,2	2,0
1341	324,5	606,8	34,8	56,5	69,4	15,0	13,7	3,0	2,0
1328	328,7	604,8	36,4	55,8	68,4	14,6	14,3	3,2	2,6
1332	317,3	589,2	37,2	53,8	67,9	14,9	14,3	2,8	2,1

SG ...Schlachtgewicht warm; NZN ...Nettozunahmen; AWFT ...Anteil wertvoller Fleischteile; AS ...Ausschlachtung; MFA ...Muskelfleischanteil; FEA ...Fettanteil; KNA ...Knochenanteil; FLKL ...Fleischigkeitsklasse; FEKL ...Fettgewebeklasse; * ...geschätzt nach der Formel von KÖGEL (1999); ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

In **Tabelle 4.3.2** sind die Ergebnisse nach den 4 in die Auswertung aufgenommenen Durchgängen dargestellt. Die höchsten Nettozunahmen erreichte der Durchgang 4 mit 672,5 g, die höchste Ausschachtung fiel auf den Durchgang 3 mit 59,4 %. Der Muskelfleischanteil lag für alle Durchgänge in einem hohen Niveau. Mit 70,7 (Durchgang 3) und 70,2 (Durchgang 4) konnten sehr gute Werte erreicht werden. Dieses Niveau wird auch von Handelklassifizierung

(Fleischigkeitsklasse) bestätigt. Mit einer Bewertung von durchschnittlich 3 fielen die Schlachtkörper in die Kategorie R des Qualitätsklassensystems.

Tabelle 4.3.2. Jahrganz 1999-2002, nach Durchgängen: Nettozunahmen, Ausschachtung, Fleisch-, Fett- und Knochenanteil; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale								
	SG	NZN	AWFT	AS	MFA*	FEA*	KNA*	FLKL	FEKL
s_e	15,84	31,82	1,79	2,15	1,30	1,46	0,60	0,55	0,32
1	329,9	599,7	37,6	56,3	68,4	15,7	14,5	3,4	2,2
2	342,6	651,6	36,4	52,5	67,2	15,4	13,7	2,9	2,1
3	343,2	649,5	36,2	59,4	70,7	13,3	14,2	2,9	2,0
4	359,7	672,5	37,1	58,4	70,2	12,6	14,5	3,1	2,1

DG ...Durchgang; SG ...Schlachtgewicht warm; NZN ...Nettozunahmen; AWFT ...Anteil wertvoller Fleischteile; AS ...Ausschlachtung; MFA ...Muskelfleischanteil; FEA ...Fettanteil; KNA ...Knochenanteil; FLKL ...Fleischigkeitsklasse; FEKL ...Fettgewebeklasse; * ...geschätzt nach der Formel von KÖGEL (1999); ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

In Tabelle 4.3.3. wird der letzte geprüfte Durchgang bewertet. Im Durchschnitt erreichten die Stiere ein Schlachtgewicht von 359,3 kg, die Nettozunahmen lagen bei 641 g, die Ausschachtung bei 58,4 %. Die Fleischigkeitsklasse lag bei allen 4 Vatergruppen im Durchschnitt über den geforderten Wert von 3.

Tabelle 4.3.3. Durchgang 4, Nettozunahmen, Ausschachtung, Fleisch-, Fett- und Knochenanteil; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater DG 4	Merkmale								
	SG	NZN	AWFT	AS	MFA*	FEA*	KNA*	FLKL	FEKL
s_e	15,84	31,82	1,79	2,15	1,30	1,46	0,60	0,55	0,32
1329	371,3	664	37,6	58,0	70,8	12,0	14,3	3,2	1,8
1330	366,8	653	36,7	59,6	70,7	13,2	14,0	3,3	2,0
1343	360,3	641	35,8	57,7	70,5	12,8	14,2	3,1	1,8
1342	351,0	629	35,4	58,2	70,6	12,8	14,2	3,1	2,0
1341	347,3	619	34,8	58,4	70,6	13,3	14,0	3,0	2,0

DG ...Durchgang; SG ...Schlachtgewicht warm; NZN ...Nettozunahmen; AWFT ...Anteil wertvoller Fleischteile; AS ...Ausschlachtung; MFA ...Muskelfleischanteil; FEA ...Fettanteil; KNA ...Knochenanteil; FLKL ...Fleischigkeitsklasse; FEKL ...Fettgewebeklasse; * ...geschätzt nach der Formel von KÖGEL (1999); ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.4. Fleischqualität

4.4.1. Kerntemperatur, pH-Wert

Die Messung der Kerntemperaturen und der pH-Werte zu verschiedenen Zeitpunkten ermöglicht die Betrachtung des Kühl- und Glykolyseverlaufs. Dies ist im Hinblick auf Kühl- und Fleischfehler, wie Kälteverkürzung, Rigorverkürzung, PSE (pale, soft, exudative) und DFD (dark, firm, dry) von besonderer Bedeutung.

In [Tabelle 4.4.1](#) werden, rangiert nach dem pH-24, die Merkmale Kerntemperatur und pH-Wert zu unterschiedlichen Messzeitpunkten ausgewiesen. Durch die optimale Schlachtvorbereitung wurde eine stressarme Schlachtung ermöglicht. Die pH-Werte 45 min nach der Schlachtung (p. m.) erreichten Werte von 6,58 bis 7,05 und liegen im für Frischfleisch vorgesehenen Bereich. Die Absenkung des pH-Wertes während des glykolytischen Prozesses im Reifungsverlauf lässt daher auf eine normale Säuerung schließen. Die pH-Werte 24 h p. m. lagen zwischen 5,44 und 5,72 Einheiten. Kein Wert lag im für DFD-Fleisch charakteristischen Bereich. Auch die 96 h p. m. gemessenen End-pH-Werte lagen mit 5,41 bis 5,72 im geforderten Bereich von 5,4 - 5,8. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass die pH-Werte vom Vater nicht wesentlich beeinflusst wurden.

Tabelle 4.4.1. Fleischkerntemperatur (T°) und pH-Werte; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale					
	T°-45 °C	T°-24 °C	T°-96 °C	pH-45	pH-24	pH-96
se	0,64	2,57	1,44	0,18	0,11	0,08
1271	38,7	3,6	3,4	6,63	5,72	5,52
1270	38,8	3,1	3,1	6,58	5,66	5,53
1275	38,9	7,5	3,2	6,78	5,66	5,62
1269	38,5	3,9	2,5	6,40	5,63	5,52
1331	39,1	7,1	5,7	6,89	5,58	5,53
1342	38,1	6,5	4,3	6,69	5,56	5,55
1221	39,2	9,1	4,5	6,99	5,55	5,55
1341	38,2	6,1	4,7	6,67	5,55	5,57
1332	39,7	8,1	3,7	6,89	5,53	5,50
1323	39,4	7,3	4,2	6,87	5,53	5,57
1113	39,1	6,9	4,1	6,88	5,53	5,46
1343	38,3	6,3	5,2	6,68	5,53	5,57
1326	39,0	7,0	3,7	7,05	5,52	5,49
1325	39,1	8,1	6,7	7,00	5,51	5,45
1330	38,1	5,5	3,5	6,79	5,52	5,53
1324	39,3	7,6	2,5	6,90	5,51	5,48
1333	39,2	9,2	3,0	6,91	5,51	5,47
1228	39,2	5,4	2,7	7,00	5,47	5,51
1329	38,5	7,5	3,9	6,66	5,49	5,54
1219	39,4	9,0	1,2	6,94	5,50	5,46
1328	39,6	7,0	3,4	6,85	5,47	5,41
1334	38,8	7,1	1,7	6,92	5,47	5,48
1218	39,2	7,7	2,8	6,90	5,46	5,72
1220	38,9	7,1	0,5	6,66	5,44	5,52

SGw ...Schlachtgewicht warm; **T°-45** ...Fleischkerntemperatur (FKT), gemessen 45' p.m.; **T°-24** ...FKT, gemessen 24 h p. m.; **pH-45** ...ph-Wert, gemessen 45' p. m.; **pH-24** ...gemessen 24 h p. m.; **pH-96** ...gemessen 96 h p. m.; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); **s_e** ...Residualstandardabweichung.

In **Tabelle 4.4.2** sind die Ergebnisse nach den Durchgängen gegliedert. Auch hier zeigt sich ein normaler glykolytischer Verlauf bis 96 h nach der Schlachtung. Die End-ph-Werte (pH-96) lagen im gewünschten Bereich von 5,4 – 5,8.

Tabelle 4.4.2. Fleischkerntemperatur (T°) und pH-Werte; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale						
	SGw kg	T°-45 °C	T°-24 °C	T°-96 °C	pH-45	pH-24	pH-96
s_e	15,84	0,64	2,56	1,61	0,18	0,11	0,08
1	330,2	38,8 ^{ab}	6,1	5,8 ^a	6,66 ^{ab}	5,58	5,54
2	342,9	38,6 ^{ab}	9,8	3,3 ^{ab}	7,03 ^{ab}	5,46	5,50
3	343,6	38,5 ^b	5,5	3,8 ^a	6,67 ^b	5,54	5,55
4	360,0	39,7 ^a	5,5	0,8 ^b	6,95 ^a	5,54	5,50

DG ...Durchgang; SGw ...Schlachtgewicht warm; T°-45 ...Fleischkerntemperatur (FKT), gemessen 45' p.m.; T°-24 ...FKT, gemessen 24 h p. m.; pH-45 ...ph-Wert, gemessen 45' p. m.; pH-24 ...gemessen 24 h p. m.; pH-96 ...gemessen 96 h p. m.; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben SpalteZeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.4.2. Fleischinhaltsstoffe, Rückenmuskelfläche, Marmorierung

In Tabelle 4.4.3 werden die Merkmale intramuskulärer Fettgehalt (IMF), Rückenmuskelfläche (RMF), Fettfläche, Fettanteil (FA), Marmorierung (MAM), Wassergehalt, (Wasser), Rohproteingehalt (Rohprotein) und Aschegehalt (Asche) ausgewiesen. Die Merkmale IMF, Wasser, Rohprotein und Rohasche wurden durch die nahe Infrarotmessung (NIRS) ermittelt.

Der IMF erreichte Werte zwischen 1,1 und 3,6 % und eine relativ große Residualstandardabweichung. Die Veranlagung der Väter dürfte auch bei den Pinzgauern eine Rolle spielen. Der Fettanteil lag zwischen 0,8 und 5,5 %. Der Rückenmuskel (M. longissimus dorsi) enthielt zwischen 73,0 bis 75,8 % Wasser und 22,1 bis 23,6 % Rohprotein. Der Rohaschegehalt lag erwartungsgemäß zwischen 1,0 und 1,1 %. Die Rückenmuskelfläche erreichte Werte zwischen 43,8 und 61,5 cm², die Fettfläche lag zwischen 16 und 344 mm².

Der IMF Gehalt sollte zwischen 2,5 und 4,5 betragen. Nach AUGUSTINI und TEMISAN (1989) kann er mit gewissen Einschränkungen innerhalb aller Rassen über das Mastverfahren und das Schlachtalter gesteuert werden.

Die Unterschiede zwischen den Vätern lassen Tendenzen erkennen, die Signifikanzgrenze konnte aufgrund der relativ geringen Gruppengröße aber nicht erreicht werden. In Tabelle 4.3.4 können jene Väter gesucht werden, deren Nachkommen diese Kriterien im Durchschnitt erreichten. Die Auswahl der Väter nach ihrer Veranlagung im IMF-Gehalt könnte das Zuchtgeschehen in Zukunft beeinflussen.

Tabelle 4.4.3. Fleischinhaltsstoffe des *M. longissimus dorsi* (Rückenmuskel); LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale							
	IMF %	Fett-an-teil %	RMF cm ²	Fett-flä-che mm ²	MAM Punkte	Wasser %	RP %	Asche %
s_e	0,87	1,18	7,12	75,37	0,64	1,12	0,62	0,06
1269	3,4	5,5	59,0	344	3,6	74,2	21,4	1,1
1330	3,6	2,9	51,5	44	2,5	73,0	22,5	1,1
1343	3,6	2,8	50,0	51	2,5	73,2	22,3	1,1
1324	2,5	2,9	43,9	131	2,4	73,7	22,4	1,1
1325	2,8	3,3	40,2	144	2,7	74,3	21,8	1,1
1270	2,8	4,6	52,7	257	3,2	74,7	21,0	1,1
1341	3,2	3,2	47,0	54	2,7	74,0	22,3	1,1
1271	2,7	4,6	52,2	252	3,0	75,6	20,8	1,0
1329	2,8	2,6	48,0	54	2,2	73,9	22,1	1,1
1332	2,5	4,8	40,2	219	3,1	73,9	22,1	1,1
1326	2,5	3,1	47,9	156	2,6	74,1	22,2	1,1
1113	2,2	5,0	44,8	180	3,3	74,2	22,2	1,1
1342	2,7	2,8	49,6	49	2,6	73,8	22,6	1,1
1323	2,1	2,4	44,9	111	2,2	74,6	22,3	1,1
1328	2,0	3,3	42,3	145	2,7	74,6	22,2	1,1
1275	1,8	3,3	52,5	188	2,4	75,6	21,5	1,0
1331	1,6	2,9	44,6	139	2,3	75,6	21,4	1,1
1219	1,4	2,0	56,5	117	1,7	74,5	23,5	1,0
1228	1,2	0,8	48,3	42	1,1	74,9	22,7	1,1
1333	1,4	1,4	49,7	76	1,9	74,8	22,4	1,0
1218	1,3	1,8	56,4	104	1,6	74,9	23,4	1,1
1334	1,2	1,7	34,2	52	1,6	74,8	22,2	1,1
1220	1,1	1,3	61,5	88	1,6	75,1	23,6	1,0
1221	1,2	2,5	51,3	135	1,7	75,8	22,4	1,0

IMF ...intramuskulärer Fettgehalt; RMF ...Rückenmuskelfläche; MAM ...Marmorierung; RP ...Rohprotein; ^a, ^b, ^c ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

In **Tabelle 4.4.4** werden die Ergebnisse nach Durchgängen gegliedert. Der höchste IMF Gehalt wurde im Durchgang 1 und 3 erreicht, am niedrigsten lag er im Durchgang 4. Auch bei der subjektiven Bewertung der Marmorierung lag der Durchgang 1 und 3 voran.

Tabelle 4.4.4. Fleischinhaltsstoffe des nach Durchgängen; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale							
	IMF %	Fett-an- teil %	RMF cm ²	Fett- fläche mm ²	MAM Punkte	Wasser %	RP %	Asche %
s_e	0,87	1,18	7,10	75,20	0,64	1,12	0,62	0,06
1	2,7	3,4	43,9	146	2,8	74,7	20,8	1,1
2	2,4	2,3	46,8	81	2,1	73,5	23,4	1,1
3	2,6	3,1	52,5	144	2,5	74,4	22,4	1,0
4	1,2	2,6	52,5	215	2,2	75,4	22,3	1,0

DG ...Durchgang; IMF ...intramuskulärer Fettgehalt; RMF ...Rückenmuskelfläche; MAM ...Marmorierung; RP ...Rohprotein; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.4.3. Wasserbindungsvermögen

Ein wichtiger Merkmalskomplex ist das Wasserbindungsvermögen des Fleisches. Zu dessen Beurteilung wurden in der vorliegenden Untersuchung die Merkmale Tropfsaftverlust, Grillverlust und Kochverlust herangezogen. Damit wurde den verschiedenen Bindungsmöglichkeiten des Wassers im Fleisch (HONIKEL, 1986; IRIE et al., 1996; SCHEPER, 1974) Rechnung getragen. Die Ergebnisse der Auswertung werden in [Tabelle 4.4.5](#) und [Tabelle 4.4.6](#) dargestellt. Insgesamt betrachtet war das Wasserbindungsvermögen relativ hoch.

Der Tropfsaft enthält vor allem Mineralstoffe, Vitamine und niedermolekulare Substanzen. Für die Beurteilung der Fleischqualität beim Frischfleisch ist dieses Merkmal sehr wichtig, da es mit zunehmendem Saftaustritt zu Nährstoffverlusten kommt. 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 2,4 bis 4,9 % entsprachen alle Väter den geforderten Bedingungen.

Der Grill- und der Kochverlust erfassen, anders als beim Tropfsaftverlust, durch die Denaturierung der myofibrillären Strukturen auch das austretende intrazelluläre Wasser. Durch den Erhitzungsvorgang ziehen sich die Muskelfasern und das Bindegewebe zusammen und Wasser tritt aus. Der Grillverlust warm lag zwischen 14,3 und 19,2 %, der Grillverlust kalt zwischen 24,8 und 32,8 %. Der Kochverlust erreichte zwischen 19,0 und 34,2 %.

Tabelle 4.4.5. Wasserbindungsvermögen (Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust); LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale			
	Tropfsaftverlust %	Grillverlust warm, %	Grillverlust kalt, %	Kochverlust, %
s_e	2,06	3,77	3,40	4,61
1326	4,9	18,2	29,1	22,9
1226	4,8	16,3	26,6	34,2
1324	4,7	17,2	28,1	27,2
1332	4,5	18,8	28,5	19,3
1323	4,5	18,6	29,8	27,4
1343	4,2	18,9	30,2	28,0
1219	4,2	14,7	25,2	31,2
1341	4,1	18,2	29,9	28,1
1220	4,0	13,6	24,8	31,9
1218	3,9	14,3	25,1	29,5
1113	3,8	17,2	28,1	28,5
1329	3,8	19,2	30,9	28,7
1275	3,4	17,9	30,6	29,2
1330	3,4	18,0	30,3	28,5
1228	3,4	16,1	28,5	31,3
1269	3,2	17,9	32,1	29,6
1342	3,1	19,4	31,3	30,1
1333	3,0	18,3	29,6	28,3
1328	3,0	15,4	25,4	28,7
1325	2,9	18,3	29,1	26,5
1270	2,8	19,2	32,8	29,8
1221	2,7	17,6	28,5	24,4
1334	2,7	17,5	27,8	28,7
1271	2,6	18,8	32,2	28,7
1331	2,4	17,8	30,8	19,0

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

In **Tabelle 4.4.6.** sind die Ergebnisse nach den 4 untersuchten Durchgängen gegliedert. Der Tropfsaftverlust erreichte Werte von 3,0 % bis 4,3 %, der Grillverlust lag unter dem Grenzwert von 22 %, der Kochverlust unter 30 %.

Tabelle 4.4.6. Wasserbindungsvermögen (Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust); LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale			
	Tropfsaftverlust %	Grillverlust warm, %	Grillverlust kalt, %	Kochverlust, %
s_e	2,06	3,77	3,40	4,61
1	3,0	20,2	33,0	26,6
2	3,7	16,5	26,9	28,8
3	4,3	16,7	28,7	28,5
4	3,6	16,5	27,5	28,1

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

4.4.4. Sensorik und Scherkraft

Unter den sensorischen Merkmalen Saftigkeit, Zartheit und Geschmack wird die Zartheit als das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Rindfleisch betrachtet. Objektiv wird dieses Kriterium durch die Ermittlung der Scherkraft nach Warner Bratzler erfasst (SCHEEDER, 1992; HOFMANN, 1994; HONIKEL, 1998). Die Erhebungen wurden sowohl am rohen als auch am gegrillten Fleisch durchgeführt (Tabelle 4.4.7). Bei der Scherkraft roh wurden Werte zwischen 3,9 und 10,7 kg ermittelt, bei der Scherkraft gegrillt lagen sie zwischen 2,2 und 3,7 kg. Verglichen mit den Grenzwerten (AUGUSTINI und FRICKH, 2002) von $< 3,5$ für Restaurantqualität und $< 4,0$ kg für akzeptable Qualität wiesen die geprüften Väter eine überdurchschnittlich gute Qualität auf.

Tabelle 4.4.7. Scherkraft nach Warner Bratzler und sensorische Merkmale; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale					
	Scherkraft roh	Scherkraft gegrillt	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack	Gesamtpunkte
s_e	2,19	0,85	0,79	0,88	0,84	2,01
1271	9,5	3,5	5,0	4,9	5,1	15,0
1269	10,7	3,6	4,8	4,7	4,8	14,3
1270	9,5	3,5	4,8	4,7	5,0	14,5
1220	3,9	3,0	4,9	4,4	4,4	13,7
1334	5,6	3,1	4,3	4,2	4,4	12,8
1275	9,8	2,9	4,4	4,2	4,3	12,9
1228	6,1	2,8	4,6	4,1	4,5	13,2
1219	4,6	3,9	5,0	4,1	4,4	13,4
1218	5,0	3,1	4,6	4,0	4,4	13,0
1324	6,5	3,3	4,3	3,9	4,2	12,4
1113	5,5	3,1	4,1	3,8	4,3	12,3
1333	6,8	3,0	3,8	3,8	3,9	11,4
1325	6,1	3,4	3,7	3,7	3,7	11,1
1323	6,1	3,2	4,1	3,7	4,1	11,9
1326	7,3	3,2	4,1	3,6	4,1	11,8
1328	6,1	3,1	4,2	3,6	4,2	12,0
1332	5,6	3,3	4,0	3,6	3,8	11,5
1331	4,4	2,2	4,0	3,6	3,7	11,4
1341	5,2	3,0	4,3	3,5	3,8	11,5
1329	6,1	2,5	4,3	3,5	3,8	11,5
1343	6,5	2,5	4,3	3,4	3,6	11,3
1330	5,4	2,8	4,2	3,3	3,7	11,2
1342	5,5	2,7	4,0	3,2	3,6	10,7
1221	5,8	2,2	3,7	3,1	3,9	10,7

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

In **Tabelle 4.4.8** können die untersuchten Merkmale nach den 4 Durchgängen beurteilt werden. In der sensorisch ermittelten Zartheit schnitt der Durchgang 4 mit 4,3 erreichten Punkten am besten ab.

Tabelle 4.4.8. Scherkraft nach Warner Bratzler und sensorische Merkmale; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale					
	Scherkraft roh	Scherkraft gegrillt	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack	Gesamtpunkte
s_e	2,19	0,85	0,79	0,88	0,84	2,01
1	8,2	2,8	4,0	3,8 ^{ab}	4,2 ^{ab}	12,1 ^{ab}
2	3,1	2,6	3,9	3,2 ^b	3,5 ^b	10,6 ^b
3	6,8	3,1	4,7	4,1 ^{ab}	4,3 ^{ab}	13,1 ^a
4	7,5	3,7	4,6	4,3 ^a	4,6 ^a	13,5 ^a

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

4.4.5. Fleischfarbe, Fettfarbe

4.4.5.1. Fleischfarbe

Für die Beurteilung der Fleischfarbe standen die Merkmale nach dem CIELAB - System (DIN, 1979), gemessen 0 und 60 min nach dem frischen Anschnitt zur Verfügung. Nach den Kennzahlen für eine außergewöhnliche Fleischqualität (AUGUSTINI und FRICKH, 2002; CMA, 1996; FRICKH, 2001 b, c; REICHARDT et al., 1997) sollte, nach einer Lufteinwirkung von 60 min die Farbhelligkeit (L_{10}^* -Helligkeit) Werte zwischen 34 und 40, der a_{10}^* -Rotton ≥ 10 , und die C_{ab}^* -Buntheit ≥ 14 annehmen. Das Fleisch der geprüften Pinzgauer erwies sich als hell, intensiv rot gefärbt mit sehr guter Oxidationsfähigkeit. Sämtliche Farbkennzahlen erfüllten die Forderungen für außergewöhnliche Fleischqualität.

Tabelle 4.3.9. Farbkennzahlen (CIELAB) unmittelbar nach dem frischen Anschnitt und nach einer 60-minütigen Aufrötungsphase beim Fleisch; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale										
	L_{10}^*	L_{10}^{*o}	a_{10}^*	a_{10}^{*o}	b_{10}^*	b_{10}^{*o}	C_{ab}^*	C_{ab}^{*o}	h_{ab}	h_{abo}	ΔE_{ab}^*
s_e	2,46	2,31	1,00	1,61	1,00	1,76	1,20	2,23	3,74	2,70	1,70
1331	37,3	36,7	11,7	14,9	8,8	12,0	14,7	19,2	37,7	38,0	5,0
1328	37,9	37,9	10,8	14,8	7,9	12,2	13,5	19,3	36,4	38,3	6,3
1218	38,1	38,8	10,4	12,2	3,0	5,7	10,1	12,9	19,2	30,4	2,9
1343	35,9	35,9	10,1	13,9	7,1	11,4	12,5	18,1	34,4	38,2	6,2
1326	37,9	37,6	10,1	14,0	7,5	11,5	12,7	18,2	36,5	38,6	6,3
1334	37,7	36,5	10,0	14,6	7,0	11,0	12,4	18,4	34,6	36,1	6,6
1342	37,4	37,3	9,9	13,6	7,4	11,4	12,4	17,8	35,9	39,0	6,2
1324	38,3	37,9	9,7	14,2	7,4	12,0	12,3	18,7	36,6	39,4	6,9
1329	37,3	37,0	9,7	14,1	7,0	11,6	12,0	18,3	35,3	38,5	6,9
1220	37,3	39,1	9,6	12,6	4,1	8,4	10,2	15,0	25,6	36,6	5,2
1341	36,7	36,2	9,6	13,0	6,8	10,8	11,9	17,0	34,5	38,6	5,7
1323	37,8	37,6	9,6	13,9	7,4	11,6	12,3	18,2	37,2	38,9	6,6
1325	37,3	36,6	9,5	13,4	7,0	10,8	12,0	17,4	35,3	37,6	5,8
1332	38,1	38,0	9,5	13,0	7,7	11,4	12,3	17,4	38,4	39,8	5,8
1330	37,0	37,0	9,5	13,5	7,0	11,4	11,9	17,8	35,6	39,1	6,4
1228	37,8	37,9	9,4	14,0	7,3	11,7	12,0	18,3	37,4	39,3	6,9
1219	37,2	39,4	9,4	12,4	5,2	10,0	10,7	16,0	30,2	38,8	5,1
1113	38,1	37,7	9,3	14,6	7,1	12,3	11,8	19,2	36,7	39,3	7,9
1275	36,8	35,8	9,2	12,4	6,6	10,0	11,5	16,1	34,8	37,1	5,1
1221	35,1	36,1	9,2	12,3	6,3	10,2	11,3	16,1	33,3	38,6	5,8
1333	39,7	39,4	9,0	11,8	7,8	11,7	12,0	16,7	40,5	43,4	5,2
1269	37,7	38,1	8,9	12,7	6,8	11,3	11,4	17,1	36,4	40,5	6,4
1271	35,8	35,9	8,9	13,2	6,7	11,1	11,3	17,3	36,1	39,0	6,6
1270	36,8	36,9	8,5	12,4	6,8	10,9	11,0	16,6	37,4	40,2	6,5

L_{10}^* ... L_{10}^* -Helligkeit; L_{10}^{*o} ... L_{10}^* -Helligkeit nach 60 min Aufrötungsphase; a_{10}^* ... a_{10}^* -Rotton; a_{10}^{*o} ... a_{10}^* -Rotton nach 60 min Aufrötungsphase; b_{10}^* ... b_{10}^* -Gelbton; b_{10}^{*o} ... b_{10}^* -Gelbton nach 60 min Aufrötungsphase; C_{ab}^* ... C_{ab}^* -Buntheit; C_{ab}^{*o} ... C_{ab}^* -Buntheit nach 60 min Aufrötungsphase; h_{ab} ... h_{ab} -Farbtonwinkel; h_{abo} ... h_{ab} -Farbtonwinkel nach 60 min Aufrötungsphase; ΔE_{ab}^* ...Farbabstand; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

Tabellen 4.3.10. Farbkennzahlen (CIELAB) unmittelbar nach dem frischen Anschnitt und nach einer 60-minütigen Aufrötungsphase beim Fleisch; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale										
	L_{10}^*	L_{10}^{*o}	a_{10}^*	a_{10}^{*o}	b_{10}^*	b_{10}^{*o}	C_{ab}^*	C_{ab}^{*o}	h_{ab}	h_{ab}^o	ΔE^*_{ab}
s_e	2,46	2,31	1,00	1,61	1,00	1,76	1,20	2,23	3,74	2,70	1,70
1	35,8	34,3	9,1	13,9	9,6 ^a	14,2 ^a	13,3	20,0	45,9 ^a	43,1 ^a	8,1
2	38,3	38,7	10,0	13,4	6,2 ^b	10,3 ^{ab}	11,8	16,9	31,9 ^b	37,5 ^{ab}	5,3
3	37,3	38,3	10,2	13,2	5,7 ^b	9,4 ^b	11,7	16,2	29,0 ^b	35,4 ^b	4,9
4	38,0	38,2	9,2	13,0	5,8 ^b	10,0 ^{ab}	11,0	16,4	32,5 ^b	37,8 ^{ab}	5,7

DG ...Durchgang; L_{10}^* ... L_{10}^* -Helligkeit; L_{10}^{*o} ... L_{10}^* -Helligkeit nach 60 min Aufrötungsphase; a_{10}^* ... a_{10}^* -Rotton; a_{10}^{*o} ... a_{10}^* -Rotton nach 60 min Aufrötungsphase; b_{10}^* ... b_{10}^* -Gelbton; b_{10}^{*o} ... b_{10}^* -Gelbton nach 60 min Aufrötungsphase; C_{ab}^* ... C_{ab}^* -Buntheit; C_{ab}^{*o} ... C_{ab}^* -Buntheit nach 60 min Aufrötungsphase; h_{ab} ... h_{ab} -Farbtonwinkel; h_{ab}^o ... h_{ab} -Farbtonwinkel nach 60 min Aufrötungsphase; ΔE^*_{ab} ...Farbabstand; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.4.5.2. Fettfarbe

Werden die in [Tabelle 4.3.11.](#) und [4.3.12.](#) eruierten Farbkennwerte mit den von FRICKH et al. (2003) vorgestellten Ergebnissen verglichen, so lässt sich erkennen, dass es sich um ein sehr helles Fett mit wenig Rotanteil, aber etwas Gelbanteil handelt. Die Fettfarbe lag in allen Gruppen im gewünschten Bereich.

Tabelle 4.3.11. Farbkennzahlen (CIELAB) unmittelbar nach dem frischen Anschnitt und an der Oberfläche von Auflagenfett; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

Vater	Merkmale									
	Frischer Fettanschnitt					Fett an der äußeren Oberfläche				
	L_{10}^*	a_{10}^*	b_{10}^*	C_{ab}^*	h_{ab}	L_{10}^*	a_{10}^*	b_{10}^*	C_{ab}^*	h_{ab}
s_e	3,09	1,03	1,56	1,66	18,24	3,12	1,47	2,07	2,31	8,41
1218	73,5	0,9	0,2	0,5	62,2	66,2	1,6	4,0	4,3	61,8
1219	73,0	1,4	1,2	1,7	62,1	69,0	1,6	5,2	5,4	73,8
1328	69,5	1,9	7,4	7,7	75,6	67,0	2,2	5,4	5,8	70,5
1220	69,3	2,4	3,1	3,7	58,2	67,1	1,7	6,1	6,4	67,9
1228	69,0	1,4	5,1	5,3	68,6	64,8	2,1	6,5	6,8	72,3
1325	68,4	1,5	6,4	6,9	88,0	67,7	3,0	4,7	5,5	77,1
1332	67,0	1,5	4,9	5,1	78,1	62,0	2,9	7,9	8,5	71,7
1326	66,7	0,8	5,6	5,7	85,8	62,3	1,8	6,6	6,9	74,9
1324	66,6	0,7	4,9	5,1	90,8	62,3	1,5	4,1	4,5	81,4
1329	65,5	0,8	4,8	5,0	92,2	59,9	1,8	6,4	6,7	75,0
1113	65,4	1,1	5,3	5,5	81,1	62,8	1,9	6,0	6,3	73,9
1330	65,3	0,4	5,0	5,2	101,0	59,7	1,1	5,4	5,6	77,9
1341	65,2	1,0	4,9	5,1	88,8	61,6	1,7	5,7	6,0	75,8
1323	65,2	0,8	4,2	4,4	85,7	62,4	1,5	5,3	5,5	77,2
1342	64,7	1,2	5,2	5,5	90,0	61,0	2,4	7,0	7,6	74,1
1221	64,2	1,2	7,0	7,1	80,6	61,8	2,4	9,2	9,5	74,4
1343	63,5	0,8	4,9	5,2	94,9	60,1	1,9	5,9	6,3	75,3
1275	63,1	1,4	5,7	5,8	77,2	60,4	2,3	8,8	9,1	74,5
1334	61,1	0,1	5,0	5,0	93,7	60,5	0,7	6,8	6,9	81,5
1331	61,1	2,4	7,2	7,6	70,8	59,4	3,6	10,0	10,6	70,3
1270	60,6	1,5	5,8	6,1	83,6	59,9	2,7	10,0	10,4	74,4
1269	58,6	1,8	5,0	5,3	67,4	62,7	1,8	8,3	8,6	80,1
1333	57,9	0,6	4,6	4,7	89,2	61,5	0,6	3,0	3,1	79,3
1271	56,8	2,1	6,3	6,7	68,1	62,0	1,9	7,9	8,2	79,5

L_{10}^* ... L_{10}^* -Helligkeit; a_{10}^* ... a_{10}^* -Rotton; b_{10}^* ... b_{10}^* -Gelbton; C_{ab}^* ... C_{ab}^* -Buntheit; h_{ab} ... h_{ab} -Farbtonwinkel; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

Tabelle 4.3.12: Farbkennzahlen (CIELAB) unmittelbar nach dem frischen Anschnitt und an der Oberfläche von Auflagenfett; LS-Mittelwerte und Residualstandardabweichung (s_e)

DG	Merkmale									
	Frischer Fettanschnitt					Fett an der äußeren Oberfläche				
	L_{10}^*	a_{10}^*	b_{10}^*	C_{ab}^*	h_{ab}	L_{10}^*	a_{10}^*	b_{10}^*	C_{ab}^*	h_{ab}
s_e	3,09	1,03	1,56	1,66	18,24	3,12	1,47	2,07	2,31	8,41
1	49,9 ^b	2,9	11,1 ^a	11,6 ^a	86,4	59,9	1,8	5,0	5,4	72,0
2	76,0 ^a	0,4	1,7 ^b	1,9 ^b	83,5	66,5	0,9	2,6	2,8	77,0
3	69,1 ^b	0,5	3,3 ^b	3,5 ^b	82,8	63,9	1,9	8,5	8,8	78,1
4	65,2 ^b	1,1	3,9 ^b	4,0 ^b	69,6	60,4	3,2	9,9	10,4	71,9

DG ...Durchgang; L_{10}^* ... L_{10}^* -Helligkeit; L_{10}^*o ... L_{10}^* -Helligkeit nach 60 min Aufrötungsphase; a_{10}^* ... a_{10}^* -Rotton; a_{10}^*o ... a_{10}^* -Rotton nach 60 min Aufrötungsphase; b_{10}^* ... b_{10}^* -Gelbton; b_{10}^*o ... b_{10}^* -Gelbton nach 60 min Aufrötungsphase; C_{ab}^* ... C_{ab}^* -Buntheit; C_{ab}^*o ... C_{ab}^* -Buntheit nach 60 min Aufrötungsphase; h_{ab} ... h_{ab} -Farbtonwinkel; $h_{ab}o$... h_{ab} -Farbtonwinkel nach 60 min Aufrötungsphase; ΔE^*_{ab} ...Farbabweichung; ^{a, b, c} ...LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$); s_e ...Residualstandardabweichung.

4.5. Einfluss der Fleischreifung auf die Fleischqualität

Zusätzlich zur Nachkommenschaftsleistungsprüfung wurde für die Väter des Jahrganges 2002 der Einfluss der Fleischreifung auf die Fleischqualität geprüft (Tabelle 4.5.1. bis 4.5.3.).

4.5.1. Jahrgang 2002

In Tabelle 4.5.1. sind die Ergebnisse des Nachkommenschaftsjahrganges 2002 eingetragen. Unabhängig von der Reifezeit konnten in den Merkmalen Lagerverlust, Scherkraft und den sensorischen Merkmalen Saftigkeit, Zartheit und Geschmack signifikante Unterschiede gefunden werden. Eine gezielte Auswahl von Vätern zur Optimierung der Fleischqualität erscheint daher sinnvoll. Die höchste Punktezahl und beste Bewertung im Merkmal *Zartheit* erhielten die Nachkommen vom Stier Nusil (4,17 Punkte), gefolgt vom Stier Ronus mit 4,11 Punkten und den Stieren Lotto und Neptun (3,94 Punkte). Die geringste Punkteanzahl erhielt der Stier Kalif mit 3,69 Punkten. Die *Gesamtpunktebewertung* lag bei sämtlichen Stieren über den geforderten 12 Punkten. Vergleicht man diese Werte mit den Grenzwerten für außergewöhnliche Fleischqualität (siehe Tabelle 2.1.), so findet sich der Durchschnitt der Nachkommen sämtlicher Stiere innerhalb dieser Werte. Die *Scherkraft* ist ein wichtiger Wert zur objektiven Beurteilung der Zartheit und bestätigt die Ergebnisse aus der sensorischen Prüfung. Am besten schnitt wieder der Stier Nusil ab. Mit einem notwendigen Kraftaufwand von 3,3 kg um eine genormte Probe zur durchschneiden liegt der Stier Nusil vor den Stieren Ronus und Neptun (3,7 kg) sowie Kalif (3,9 kg) und Lotto (4,4 kg). Auch in den sensorischen

Merkmale Saftigkeit und Geschmack wurden von den Prüftieren des Jahrganges 2002 beachtliche Werte erreicht. Die höchste Bewertung in der *Saftigkeit* erreichte mit 4,77 Punkten der Stier Neptun, gefolgt von Ronus (4,72), Lotto (4,68), Nusil (4,65) und Kalif (4,42). Im Merkmal Geschmack erreichte der Stier Neptun die höchste Bewertung (4,43), gefolgt von Lotto (4,40), Ronus (4,38), Nusil (4,35) und Kalif (4,12). In der Gesamtbewertung lagen sämtliche Stiere über den erforderlichen 12 Punkten (Tabelle 2.1) für außergewöhnliche Fleischqualität.

Das Wasserbindungsvermögen (Grillverlust) wird vom Vater wenig beeinflusst. Die Auswertung der Farbmerkmale lassen auf ein helles intensiv rot gefärbtes Fleisch schließen. Sämtliche Werte lagen im für Qualitätsrindfleisch gewünschten Bereich (Tabelle 2.1). Die Werte des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) liegen bei allen Stieren unter den geforderten 2,5 - 4,5 %.

4.5.2. Fleischreifung

Als wesentlich für die Beurteilung der Zartheit beim Fleisch erwies sich die Berücksichtigung der Fleischreifung.

In Tabelle 4.5.2. wird deshalb der Einfluss der Reifezeit auf die Fleischqualität dargestellt. Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, hatte die Reifezeit einen Einfluss auf die Ausprägung verschiedener Qualitätsmerkmale. Der aus der Lagerung resultierende Saftverlust stieg mit den Reifetagen von 2,84 % bei 14-tägiger Reifung auf 4,07 % bei 21-tägiger und 5,34 % bei 28-tägiger Reifung an. Mit zunehmender Reifezeit ist demnach auch mit einem höheren Lagerverlust zu rechnen. Obwohl der Lagerverlust mit zunehmender Reifezeit zunahm, war der Grillverlust relativ konstant und wurde durch die Reifezeit nicht signifikant beeinflusst. Bei der Zubereitung des Fleisches sind keine zusätzlichen Verluste durch die Reifezeit entstanden, das Wasserbindungsvermögen des Fleisches blieb erhalten. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Reifung von Fleisch bis zu 28 Tagen keine negativen Auswirkungen auf das Wasserbindungsvermögen hat. Der Grillverlust liegt in allen Reifeklassen zwischen 14,6 % und 15,7 %. Der Grillverlust erreichte nach 4 Tagen 14,6 %, nach 14 Tagen 14,9 %, nach 21 Tagen 15,3 % und nach 28 Tagen 15,7 %. Verglichen mit dem Grenzwert von 22 % (Tabelle 2.1.) hat das Fleisch der geprüften Pinzgauer Stiere ein sehr hohes Wasserbindungsvermögen, eine gute Voraussetzung für eine positive sensorische Beurteilung der Fleischqualität. Insbesondere das Fleischqualitätsmerkmal Zartheit, ausgedrückt als Scherkraft nach Warner Bratzler oder als sensorisches Merkmal Zartheit wird durch die Fleischreifung beeinflusst.

Der höchste Scherkraftwert und damit die höchste Zähigkeit des Fleisches wird entsprechend den Ergebnissen in [Tabelle 4.5.2.](#) nach 4 Tagen ausgewiesen. Mit 6,8 kg liegt dieser Wert um 2,8 kg höher als der geforderte Wert von <4,0 kg für Qualitätsrindfleisch (annehmbare Zartheit). Auch die in der Sensorik ermittelte Zartheit liegt mit 2,84 Punkten unter dem geforderten Wert von >3,0 Punkten. Obwohl nach 4 Tagen Reifezeit bereits akzeptable Werte für Saftigkeit und Geschmack vorliegen, kann mit einer Gesamtpunktzahl von 11,13 nicht von Qualitätsrindfleisch gesprochen werden. Nach 14 Tagen Reifezeit werden die Grenzwerte bereits erreicht und Fleisch mit dieser Reifezeit kann als Qualitätsrindfleisch mit Restaurantqualität eingestuft werden. Mit einer Reifezeit von 21 bzw. 28 Tagen ist eine signifikante Steigerung der Rindfleischqualität erzielbar. Die Scherkraftwerte fallen von 6,77 kg bei einer Reifezeit von 4 Tagen auf 3,19 kg (14 Tage) und weiter auf 2,74 kg (21 Tage) bzw. 2,51 kg (28 Tage). Der Unterschied war zwischen 14 und 28 Tagen signifikant. Auch bei der sensorischen Beurteilung der Zartheit waren die Unterschiede zwischen 14 und 28 Tagen Reifezeit signifikant verschieden. Der größte Anstieg in der Beurteilung der Zartheit war zwischen 4 und 14 Tagen Reifezeit. Die Punktebewertung stieg von 2,84 (4 Tage) auf 4,20 (14 Tage), 4,37 (21 Tage) und 4,46 (28 Tage). Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass Fleisch vom Pinzgauer Rind zumindest 14 Tage gereift werden soll, um Restaurantqualität zu erreichen.

Von besonderem Interesse ist die Frage nach der Häufigkeit von Qualitätsabweichungen beim Pinzgauer Rind nach einer ausreichenden Reifezeit. In [Abbildung 4.5.1.](#) ist der Einfluss der Reifezeit auf die Zartheit beim Rindfleisch dargestellt. Box-Whiskers-Darstellungen ermöglichen eine einfache und übersichtliche graphische Darstellung ganzer Verteilungen und den optischen Vergleich mehrerer Verteilungen. Der Vergleich der Zartheitsbewertungen gegrillter Proben aus dem M. longissimus dorsi (Rückenmuskel) 4 Tage, 14 Tage, 21 Tage und 28 Tage nach der Schlachtung bringt den positiven Effekt der Reifungsdauer klar zum Ausdruck. Nach 4 Tagen Reifezeit sind die Mehrzahl der Proben in einem Bereich von 6 bis 8 kg. Nach 14 Tagen liegen sie zwischen 2,5 und 3,5 kg. Eine abflachende Verbesserung bringen die Reifetage 21 und 28. Setzt man den in [Tabelle 2.1.](#) vorgegeben Grenzwert für Qualitätsfleisch von < 4 kg als Grenze, so zeigt sich, dass bereits ab einer Reifedauer von 14 Tagen der Großteil der Proben dieses Niveau erreicht. Durch eine Reifedauer von 20 Tagen kann mit Pinzgauer Stieren Fleisch von hoher Zartheit erzeugt werden.

Abbildung 4.5.1. Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit beim Rindfleisch

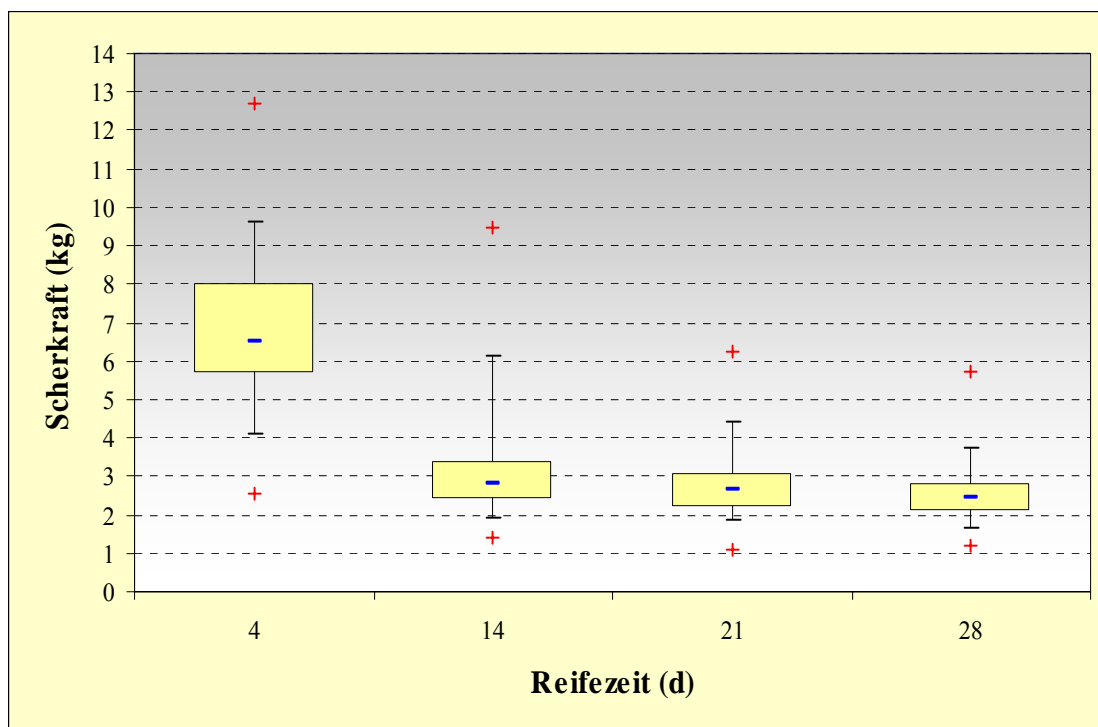


Tabelle 4.5.1. Merkmale der Fleischqualität für die Väter des Jahrganges 2002

Merkmal	Vatername					
	Nusil	Ronus	Lotto	Kalif	Neptun	s _e
Lagerverlust, %	4,97 ^a	3,71 ^b	4,16 ^{ab}	3,57 ^b	4,01 ^{ab}	1,22
Grillverlust warm, %	15,4	14,9	14,6	15,8	14,9	1,93
Grillverlust kalt, %	26,8	26,3	25,8	27,6	26,4	2,33
Scherkraft gegrillt, kg	3,30 ^b	3,73 ^{ab}	4,38 ^a	3,88 ^{ab}	3,71 ^b	0,90
Saftigkeit, Punkte	4,65 ^a	4,72 ^a	4,68 ^a	4,42 ^b	4,77 ^a	0,75
Zartheit, Punkte	4,17 ^a	4,11 ^a	3,94 ^a	3,69 ^b	3,94 ^a	0,83
Geschmack, Punkte	4,35 ^a	4,38 ^a	4,40 ^a	4,12 ^b	4,43 ^a	0,73
Gesamtpunkte	13,16 ^a	13,21 ^a	13,02 ^a	12,24 ^b	13,14 ^a	1,84
$2L_{10}$ *-Helligkeit	37,4	37,5	36,5	37,8	36,5	2,70
$2a_{10}$ *-Rotton	13,7	13,3	12,7	13,3	13,7	1,54
$2b_{10}$ *-Gelbton	10,4	10,4	9,7	10,3	10,3	1,23
$2C_{ab}$ -Bunton	17,2	17,0	16,0	16,9	17,2	1,62
$2h_{ab}$ -Farbtonwinkel	37,2	37,9	37,4	37,8	37,0	3,81
IMF	1,60	2,00	1,75	1,46	1,98	0,83

Tabelle 4.5.2. Einfluss des Reifezeitpunktes auf die Fleischqualität (Jahrgang 2002)

Merkmal	Reifezeitpunkt				
	4	14	21	28	se
Lagerverlust, %	-	2,84 ^c	4,07 ^b	5,34 ^a	1,22
Grillverlust warm, %	14,6	14,9	15,3	15,7	1,93
Grillverlust kalt, %	26,2	26,4	26,9	26,9	2,33
Scherkraft gegrillt, kg	6,77 ^a	3,19 ^b	2,74 ^{bc}	2,51 ^c	0,90
Saftigkeit, Punkte	4,43 ^b	4,68 ^a	4,72 ^a	4,77 ^a	0,75
Zartheit, Punkte	2,84 ^c	4,20 ^b	4,37 ^{ab}	4,46 ^a	0,83
Geschmack, Punkte	3,86 ^b	4,45 ^a	4,49 ^a	4,54 ^a	0,73
Gesamtpunkte	11,13 ^c	13,33 ^b	13,58 ^{ab}	13,78 ^a	1,84
L_{10}^* -Helligkeit	34,0 ^a	35,3 ^b	35,7 ^b	35,6 ^b	2,0
a_{10}^* -Rotton	9,5	9,9	9,5	9,6	1,0
b_{10}^* -Gelbton	4,8	5,3	5,1	5,2	0,7
C_{ab} -Bunton	10,7	11,2	10,8	10,9	1,1
h_{ab} -Farbtonwinkel	26,9	27,9	28,1	28,6	2,8
L_{10}^* -Helligkeit	34,5 ^b	35,7 ^a	36,1 ^a	35,7 ^a	1,9
a_{10}^* -Rotton	11,6 ^b	14,2 ^a	14,2 ^a	14,2 ^a	1,6
b_{10}^* -Gelbton	7,6 ^b	9,8 ^a	10,0 ^a	10,0 ^a	1,2
C_{ab} -Bunton	13,9 ^b	17,2 ^a	17,4 ^a	17,3 ^a	1,9
h_{ab} -Farbtonwinkel	33,3 ^b	34,7 ^a	35,2 ^a	35,1 ^a	2,0
ΔE^* _{ab} -Farbabstand	3,8 ^b	6,4 ^a	6,9 ^a	6,7 ^a	1,3

4.5.3. Einfluss der Fleischreifung auf die Fleischqualität der Vatergruppen

Wie aus [Tabelle 4.5.3](#) ersichtlich ist, hat die Reifezeit einen wesentlichen Einfluss auf die Merkmale der Fleischqualität. Während sich die Väter bei einer Reifezeit von 4 Tagen in manchen Merkmalen signifikant unterscheiden, konnten nach 14 Tagen keine signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden. Mit einer Reifezeit von 21 Tagen, konnten die Defizite in einigen Merkmalen ausgeglichen werden. Der Durchschnitt der geprüften Stiere fällt nach 21 Tagen Reifezeit in die hohe Qualitätsbewertung Restaurantqualität ([vergleiche mit Tabelle 2.1](#)).

Tabelle 4.5.3. Einfluss der Reifezeit auf die Fleischqualität der Väter des Jahrg. 2002

Merkmal	Vatername					
	Nusil	Ronus	Lotto	Kalif	Neptun	se
Reifezeit 4 Tage						
Grillverlust warm, %	15,3	14,1	14,7	15,9	13,5	2,11
Scherkraft gegrillt, kg	6,03	6,34	7,69	7,13	6,57	1,34
Saftigkeit, Punkte	4,47	4,52	4,44	4,25	4,50	0,75
Zartheit, Punkte	3,32 ^a	3,07 ^{ab}	2,97 ^{ab}	2,37 ^c	2,68 ^{bc}	0,81
Geschmack, Punkte	4,03 ^a	3,84 ^{ab}	3,95 ^a	3,53 ^b	3,99 ^a	0,68
Gesamtpunkte	11,82 ^a	11,43 ^a	11,36 ^a	10,14 ^b	11,16 ^a	1,75
Reifezeit 14 Tage						
Grillverlust warm, %	14,9	14,3	14,1	15,7	14,9	1,99
Scherkraft gegrillt, kg	2,44	3,09	4,08	3,11	3,20	1,07
Saftigkeit, Punkte	4,64	4,79	4,64	4,40	4,87	0,76
Zartheit, Punkte	4,46	4,26	4,03	4,03	4,17	0,80
Geschmack, Punkte	4,43	4,45	4,41	4,33	4,54	0,73
Gesamtpunkte	13,53	13,50	13,08	12,76	13,59	1,84
Reifezeit 21 Tage						
Grillverlust warm, %	15,2	16,0	14,2	16,2	14,8	1,74
Scherkraft gegrillt, kg	2,39	2,81	3,19	2,68	2,69	0,51
Saftigkeit, Punkte	4,80	4,67	4,84	4,49	4,84	0,76
Zartheit, Punkte	4,45	4,41	4,34	4,11	4,50	0,82
Geschmack, Punkte	4,43	4,62	4,56	4,29	4,57	0,73
Gesamtpunkte	13,68	13,69	13,75	12,89	13,87	1,87
Reifezeit 28 Tage						
Grillverlust warm, %	16,0	15,0	15,5	15,4	16,4	1,81
Scherkraft gegrillt, kg	2,34	2,69	2,54	2,62	2,40	0,43
Saftigkeit, Punkte	4,69	4,89	4,80	4,56	4,86	0,75
Zartheit, Punkte	4,44	4,72	4,41	4,26	4,44	0,77
Geschmack, Punkte	4,48	4,60	4,68	4,33	4,64	0,74
Gesamtpunkte	13,61	14,20	13,89	13,16	13,94	1,79

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der Fleischleistungsprüfung wie sie für das Pinzgauer Rind an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH durchgeführt wird, sind vom Jahr 1999 bis zum Jahr 2003 insgesamt 4 Durchgänge geprüft worden. Bei diesen Prüfungen konnte festgestellt werden, dass für bestimmte Merkmale der Fleischqualität Unterschiede zwischen Vätern vorhanden sind. Die Auswahl von Vätern nach Fleischqualitätsmerkmalen wie Zartheit oder Marmorierung ist unter bestimmten Voraussetzungen sinnvoll.

Für den Jahrgang 2002 wurde sowohl ein Vatervergleich durchgeführt als auch der Einfluss der Fleischreifung auf die Fleischqualität geprüft. Das Fleisch der geprüften Stiere hatte ein sehr hohes Wasserbindungsvermögen. Die sensorische Gesamtpunktebewertung lag bei sämtlichen Stieren über den geforderten 12 Punkten. Das Wasserbindungsvermögen (Grillverlust) wird vom Vater wenig beeinflusst. Die Auswertung der Farbmerkmale lässt auf ein helles intensiv rot gefärbtes Fleisch schließen. Sämtliche Werte lagen im für Qualitätsrindfleisch gewünschten Bereich. Die Werte des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) lagen bei allen Stieren unter den geforderten 2,5 - 4,5 %.

Im Rahmen der Untersuchungen über den Einfluss der Reifezeit wurde festgestellt, dass bereits nach einer Reifezeit von 14 Tagen beachtliche Werte in verschiedenen Merkmalen der Fleischqualität erreicht wurden. Um zu gewährleisten, dass der Großteil der Stiere in die Kategorie „außerordentliche Fleischqualität“ fällt, wird eine Reifezeit von 20 Tagen empfohlen.

6. Literaturverzeichnis

AASS, L. (1996): Variation in carcass and meat quality traits and their relations to growth in dual purpose cattle. *Livestock Prod. Sci.*, 46, 1-12.

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

AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN (1989): Einfluss der Gebrauchskreuzung auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität beim Rind. *Proceedings NODA*, 17.6.89.

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. und J. J. FRICKH (2002): Einfluss der Reifung auf die Fleischqualität. Beratungsunterlage, erstellt im Rahmen des AMA-Fleischforums.

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

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

- 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.
- ESSL, A. (1987):** Statistische Methoden in der Tierproduktion. Agrarverlag, Wien.
- FRICKH, J. J., IBI G. und K. ELIXHAUSER (1999):** Bestimmung der Rückenmuskelfläche und der Fettfläche anhand der Videoanalyse. Methodenverzeichnis, der Betriebsstätte Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH., 1-5.
- FRICKH, J. J. (2001 a):** Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1168 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- FRICKH, J. J. (2001 b):** 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 c):** Was ist Qualitätsrindfleisch? AGÖF – Mitteilungen, 1, 9-10.
- 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., STEINWIDDER, A. und R. BAUMUNG (2003):** Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde*, 75 (1), 1-15.
- GROSSE, F. und K. ENDER (1990):** Hohe Qualitätsansprüche beim Rindfleisch werden durch optimale Fettgehalte in den Schlachtkörpern realisiert. *Tierzucht* 44, 316-317.
- GUGGENBERGER, T. (2002):** Rindermast exklusiv 4.0. Programm zu Berechnung von Rindermastrationen.
- GUHE, M. (1991):** Genetische und produktionstechnische Analyse des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Jungbullens. Dissertation, Universität Kiel, Schriftenreihe 68.
- HOFMANN, K. (1986):** Der pH – Wert – Ein Qualitätskriterium für Fleisch. In: Chemisch – physikalische Merkmale der Fleischqualität. *Kulmbacher Reihe*, 6, 134-155.

HOFMANN, K. (1994): What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. Meat Focus International, Vol. 3, Part 2, 73-82.

HONIKEL, K. O. (1986): Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: Chemisch - physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, 6, 67-88.

HONIKEL, K. O. (1998): Physikalische Meßmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 2, 702-706.

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

IGENE, J. O., PEARSON, A. M., MERKEL, R. A. and T. H. COLEMAN (1979): Effect of frozen storage time, cooking and holding temperature upon extractable lipids and TBA values of beef and chicken. Journal of animal Science, 49(3), 701-707.

IRIE, M., IZUMO, A. and S. MOHRI (1996): Rapid method for determining water - holding capacity in meat using video image analysis and simple formulae. Meat Sci., 42(1), 95-102.

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. (1999): Schätzgleichung zur Bestimmung des Muskelfleischanteiles beim Rind. Unveröffentlichtes Manuskript.

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

KRAMER, C. Y. (1956): Extension of multiple range tests to group means with unequal number of replications, Biometrics, 12, 307-310.

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

LÜDDEN, L. B. (1991): Wachstumsspezifische Veränderungen in der Fleischqualität bei Rindern der Rasse Deutsches Fleckvieh unter Berücksichtigung von Geschlecht und Mastintensität. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Veterinärmedizin.

PIRCHNER, F. (1996): Züchterische Gesichtspunkte bei Rindfleischqualität unter besonderer Berücksichtigung der Pinzgauer. Vortrag bei der Absolvententagung, Bruck/Glocknerstrasse.

- 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.
- RICHTER, M. (1981):** Einführung in die Farbmeterik. Verlag de Gruyter, Berlin.
- RISTIC, M. (1987):** Genusswert von Rindfleisch. In: Rindfleisch - Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe, 7, 207-234.
- SAS (1990):** SAS/STAT[®], Users Guide, v. 2, glm-varcomp, 132, 847.
- SAS (2002):** SAS Institute Software V8.2.
- SCHEEDER, M. R. L. (1992):** Untersuchung der Fleischbeschaffenheit verschiedener Muskeln von Jungmastrindern. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- SCHEPER, J. (1974):** Merkmale der Fleischbeschaffenheit, Definitionen, Messungen, Zeitabhängigkeit und Aussage. Fleischwirtschaft 54, 1934-1938.
- SEUSS, I., LÜDDEN, L. und K. O. HONIKEL (1994):** Vergleich der Zusammensetzung von in Deutschland angebotenem argentinischen Rindfleisch. Fleischwirtschaft 74 (8), 861-863.
- STÖCKL, H. (1998):** Pinzgauer – eine österreichische Rinderrasse mit Tradition. Verlag Arbeitsgemeinschaft Pinzgauer Rinderzuchtverbände, Maishofen.
- STRELEC, H. (1994):** Einführung in die Statistik. Eigenverlag Universität für Bodenkultur Wien, 137-147.
- TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989 a):** Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 1. Definition, Wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. Fleischwirtschaft, 69 (1), 31 - 37.
- TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989 b):** Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 2. Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. Fleischwirtschaft, 69 (4), 552 - 556.
- TUKEY, J. W. (1953):** Multiple comparisons, J. Amer. Statistic. Assoc., 48, 624-625.
- TUKEY, J. W. (1977):** Exploratory data analysis. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- USDA 8843 (1981):** Official USDA marbling photographs. National live stock and meat board, United States Department of Agriculture.
- WARZECHA, H., HANSCHMANN, G. und R. TREFFLICH (1999):** Fleischrinder auf dem Prüfstand - Rund 20 Genotypen in Mast- und Schlachtleistung verglichen. DLZ, 5, 96-102.