



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

ABSCHLUSSBERICHT

für das Forschungsprojekt Nr. 1095

Untersuchungen zur Erarbeitung von Selektionskriterien für die Fleischleistung beim Rind, mit besonderer Berücksichtigung der Fleischqualität

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

Auftragnehmer: Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH,

Geschäftsführer Mag. Gerald Spuller

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

Projektmitarbeiter: Ing. Herwig Sorgner, Tierhaltung; Georg Ibi und Karin Elixhauser, Tierhaltung, Versuchstechnik und Datenaufbereitung; Christian Mikula, Schlachtung und Zerlegung

Kooperationspartner:

- Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien
- Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter, Wien

Laufzeit: 1. Mai 1998 bis 31. Juli 2001

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung

2. Literaturübersicht

2.1. Allgemeines

2.2. Merkmale der Mast- und Schlachtleistung

2.3. Fleischqualität

2.3.1. Begriff Fleischqualität

2.3.2. Etablierung von Merkmalen der Fleischqualität

2.3.3. Fleischreifung

2.3.4. pH-Wert

2.3.5. Marmorierung und Fettgehalt im Muskelfleisch

2.3.6. Fleischfarbe

2.3.7. Wasserbindungsvermögen

2.3.8. Scherkraft

2.3.9. Sensorische Parameter

2.4. Zuchtfragen

3. Versuchstiere und Methoden

3.1. Allgemeiner Versuchsaufbau

3.1.1. Haltung der Tiere

3.1.2. Fütterung

3.1.3. Prüfungsdauer und Abwaagen

3.2. Merkmale

3.2.1. Mastleistung

3.2.1. Schlachtleistung

3.2.3. Fleischqualität

3.3. Schätzung genetischer Parameter

3.3.1. Datenmaterial

3.3.2. Statistische Methoden

3.3.3. Schätzmodell

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Allgemeines

4.2. Mittelwerte und Streuung der Merkmale

4.2.1. Futtermittelanalysen

4.2.2. Mastleistung

4.2.3. Schlachtleistung

4.2.4. Fleischqualität

4.3. Genetische Parameter

4.3.1. Heritabilitäten

4.3.1.1. Mast- und Schlachtleistungsmerkmale

4.3.1.2. Fleischqualitätsmerkmale

4.3.2. Korrelationen

4.3.2.1. K. innerhalb der Mast- und Schlachtleistungsmerkmale

4.3.2.2. K. innerhalb der Fleischqualitätsmerkmale

4.3.2.2. K. zwischen Mast-, Schlachtleistung und Fleischqualität

4.3.4. Tabellenanhang

4.3.4.1. Populationsparameter der Mast- und Schlachtleistung

4.3.4.2. PP der Mastleistung und Fleischqualität

4.3.4.3. PP der Schlachtleistung und Fleischqualität I

4.3.4.4. PP der Schlachtleistung und Fleischqualität II

4.3.4.5. PP der Schlachtleistung und Fleischqualität III

4.3.4.6. PP der Fleischqualität I

4.3.4.7. PP der Fleischqualität II

4.3.4.8. PP der Fleischqualität II

5. Schlussbetrachtung

6. Zusammenfassung

7. Summary

8. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Für die Optimierung des Zuchtfortschrittes ist die Kenntnis der genetischen Merkmalsbeziehungen zwischen der Mast- und Schlachtleistung einerseits und den Merkmalen der Fleischqualität andererseits sowie die Merkmalsbeziehungen innerhalb der Fleischqualitätskriterien eine wichtige Voraussetzung. Jede durch Selektion verursachte Veränderung eines Leistungsmerkmals kann sich auch auf die korrelierten Merkmale auswirken. Die Heritabilitäts- und Korrelationskoeffizienten sind allerdings zeitabhängige Größen, die auf Grund der populationsspezifischen Veränderungen regelmäßig geprüft bzw. neu geschätzt werden müssen.

Bei den in Österreich gehaltenen Zweinutzungsrasen hat diese Kenntnis insofern eine Bedeutung, da die Ausprägung der populationsgenetischen Parameter stark von der Ausrichtung der Zucht beeinflusst wird. In den letzten Jahren wurden durch die Gewichtung der Merkmale im ökonomischen Gesamtzuchtwert entscheidende Fortschritte in der Zucht erzielt. Die Gewichtung der Merkmale Milch, Fleisch und Fitness wurde beim Fleckvieh mit 35: 20: 45 festgelegt.

Über genetische Parameter von Fleischqualitätsmerkmalen ist in der Literatur zwar einiges bekannt, über genetische Beziehungen und eventuelle Konflikte zu anderen Merkmalen, speziell bei kombinierten Zweinutzungsrasen wurde aber wenig berichtet. Etwaige negative Zusammenhänge zwischen Fleischqualitätsmerkmalen und Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung, würden aber bei einseitiger Ausrichtung der Zucht auf Mastleistung oder Schlachtleistung die Fleischqualität verschlechtern und umgekehrt. Dabei ist grundsätzlich zu beachten, dass eine Population aus mehreren Zuchtgebieten hervorgeht, die sich mehr oder weniger stark unterscheiden und die Merkmalsausprägungen beeinflussen.

Die züchterische Bedeutung der genetischen Merkmalskorrelationen liegt daher vor allem in der Vermeidung von Kontraselektionen bei Vorliegen eventueller Merkmalsantagonismen. Die Kenntnis der Kombinierbarkeit der wichtigsten Leistungsmerkmale mit Fleischqualitätsmerkmalen ermöglicht die Abschätzung einer allfälligen Beeinträchtigung der Rentabilität der tierischen Produktion.

Das vorliegende Projekt hatte die Aufgabe, die bereits erhobenen Daten von Merkmalen der Fleischqualität (400 Datensätze) um 300 Datensätze zu vergrößern und damit eine erste Schätzung von Populationsparametern zu ermöglichen. Es werden die Ergebnisse der Schätzung von genetischen Parametern (Heritabilitäten, genetische Korrelationen) sowie genetische

Merkmalsbeziehungen zwischen Fleischqualitätsmerkmalen und Merkmalen der Mast- bzw. Schlachtleistung von auf Station geprüften Fleckviehtieren vorgestellt.

In der ersten Hälfte des Berichtszeitraumes (1998 – 2000) lag der Arbeitsschwerpunkt auf der weiteren Erfassung und Kontrolle der Daten der Fleischleistungsprüfung (Mastleistung, Schlachtleistung, Fleischqualität) an der Betriebsstätte Königshof. Der Bericht selbst bezieht sich auf Daten, die von Oktober 1995 bis Dezember 2000 erhoben wurden. In die statistische Auswertung konnten aber nunmehr sämtliche Datensätze, die auf Grund eines Plausibilitätstest positiv bewertet wurden, in die Untersuchungen eingehen. Dadurch standen zu den geforderten 700 Datensätzen weitere 220 zur Verfügung.

Das vorliegende Projekt wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Auftrag gegeben und von der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW-GmbH) in Kooperation mit dem Institut für Nutztierwissenschaften, der Universität für Bodenkultur in Wien (INW) und der Zentralen Arbeitsgemeinschaft der Österreichischen Rinderzüchter (ZAR) durchgeführt.

2. Literaturübersicht

2.1. Allgemeines

Vor ca. 30 Jahren wurden die ersten fundierten Zuchtprogramme in der Rinderzucht erstellt. Das Zuchtziel war klar vorgegeben. Sowohl aus volks- als auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen ging es um die Erhöhung der Produktionsleistungen. In den 70er Jahren führte die vorprogrammierte Überproduktion zu schweren agrarpolitischen Problemen und zum Einlenken in der Tierzucht. Es sollten künftig nicht nur Merkmale, die auf eine Produktionssteigerung abzielen berücksichtigt werden, sondern es gewannen auch Merkmale der Fitness (Nutzungsdauer, Persistenz, Fruchtbarkeit, Kalbeverlauf), die zu einer Senkung der Produktionskosten führen, an Bedeutung. Unerwünschten Entwicklungen, wie der Verschlechterung von Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer der Kühe, bedingt durch die jahrzehntelange Selektion auf Erstlaktionen, wird dadurch gegengesteuert (BLAAS, 1993).

In Österreich hat die Zuchtwertschätzung für Merkmale der Milchleistung (Milch-, Fett- und Eiweißmenge, Fett- und Eiweißgehalt) in Form des Milchwertes bereits eine lange Tradition.

Die Fleischkomponente hat zwar im Zuchtziel von kombinierten Zweinutzungsrasen einen hohen Stellenwert, der Umfang der Leistungsprüfungen war bisher jedoch relativ gering. Für die Berechnung des Fleischwertes, der sich aus den Zuchtwerten der Merkmale tägliche Zunahme, Ausschachtung und EUROP ergibt, werden die notwendigen Daten auf Versteigerungen, Schlachthöfen und Prüfstationen gesammelt.

Die Bedeutung der Fleischqualität wird zwar anerkannt (FRICKH, 1997 a), ist aber mit noch zu lösenden Problemen verbunden. Die Einbeziehung der Fleischqualität in die Zuchtwertschätzung hätte direkte Auswirkungen auf die Anpaarungsstrategien. Um eine effiziente Übertragung des Zuchtfortschrittes in die nächste Generation zu gewährleisten, müsste die Test- und Zuchtstierauswahl im Hinblick auf Fleischqualität erfolgen. Dabei müssen die Veränderungen von Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung berücksichtigt werden.

Züchten heißt jedenfalls in Generationen denken, weshalb Zuchtziele langfristig gültig sein sollten.

Das geht auch aus der heute anerkannten und allgemein gültigen Zuchtzieldefinition von FEWSON (1993) hervor, der die Züchtung von vitalen Tieren fordert, die unter den künftigen Produktionsbedingungen einen höchstmöglichen Gewinn garantieren.

In der modernen Nutztierzucht wird in Form der Indexselektion auf diese Forderung eingegangen. Es haben alle Leistungen den Zweck, dem Tierhalter langfristig ein möglichst hohes Einkommen zu sichern.

Für die Indexselektion müssen neben den Leistungsdaten auch zuverlässige Informationen über die wirtschaftliche Bedeutung, aber auch über die genetische Fundierung verfügbar sein.

Die Auswahl der Merkmale, die in den Gesamtzuchtwert mit aufgenommen werden sollen, ist eine schwierige und verantwortungsvolle Aufgabe. Sie ist mit entscheidend für die künftige züchterische Entwicklung der Population. Die Fehler, die dabei gemacht werden, wirken sich gravierend aus (ESSL, 1995).

Auszugehen ist von einer Zuchtpopulation, für die ein charakteristisches Leistungsprofil zu erheben ist. Daraus kann abgeleitet werden, ob die Zuchtpopulation verändert, oder ob die Merkmalsausprägung ohnehin dem Zuchtziel entspricht und beibehalten werden soll.

In Österreich fehlen in Bezug auf die Fleischqualität diese Leistungsprofile entweder noch zur Gänze, oder sie sind noch nicht im notwendigen Ausmaß vorhanden. Am Königshof sind dazu einige Vorarbeiten geleistet worden.

Bei der Auswahl der Merkmale müssen biologische Aspekte, wie physiologische Gesetzmäßigkeiten berücksichtigt werden. Die ausgewählten Merkmale dürfen sich nicht gegenseitig behindern, sondern sollten sich vielmehr fördern. Um Stoffwechselprobleme und geringe Zuchtfortschritte zu vermeiden ist auf Merkmalsgegensätze Rücksicht zu nehmen, auch wäre es unsinnig, zwei positiv verbundene Merkmale züchterisch entgegengesetzt verändern zu wollen (BLAAS, 1993).

Die Zielsetzungen dürfen sich nicht aus überzogenen Erwartungen ergeben, vielmehr muss der jeweilige Leistungsstand der Population berücksichtigt werden.

Die Auswahl und Gewichtung der Leistungsmerkmale sollte nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen.

Das ist insofern ein Problem, da für viele Merkmale wie z. B. Vitalität, Fruchtbarkeit, Langlebigkeit, aber auch für Merkmale der Fleischqualität keine direkten Marktpreise vorhanden sind. Für die genannten Fitnessmerkmale wurde über die Kosteneinsparung ein Weg gefunden wirtschaftliche Gewichtungen vorzunehmen. Bei den Fleischqualitätsmerkmalen können drei Lösungsansätze diskutiert werden. Einerseits könnte in einem Index durch eine wirtschaftliche Gewichtung mit Null die weitere Entwicklung dieser Merkmale eruiert werden, andererseits könnte durch eine höhere Gewichtung herausgefunden werden, wie sich die

Merkmale der Mast- und Schlachtleistung verändern würden. Als dritte Möglichkeit einen Lösungsansatz zu finden, wäre die optimistische Variante einer Preisdifferenzierung. Das tritt dann in Kraft, wenn für Qualitätsrindfleisch höhere Preise erzielt werden können, wie für „normales“ Rindfleisch. Dann wären direkte Marktpreise vorhanden (MIESENBERGER, 1997).

Der einzelne Züchter will daher möglichst viel Information, das heißt die jeweils geschätzten Teilzuchtwerte. Damit kann der Züchter auf die eigene Betriebssituation Rücksicht nehmen, kurzfristige Marktsituationen beachten und entscheiden, welches betriebsbezogene Zuchtziel er verfolgen will.

Voraussetzung für die züchterische Veränderung von Merkmalen ist deren Erhebung in Form einer Leistungsprüfung. Die Merkmale der Fleischqualität werden durch die Behandlung der Tiere und der Schlachtkörper vor und nach dem Schlachten beeinflusst. Die EVT - Kommission hat bereits 1973 festgelegt, dass sofern die Fleischqualität von Bedeutung ist, Transport zum Schlachthaus, die Schlachtprozedur und die Behandlung der Schlachthälften nach dem Schlachten standardisiert werden müssen. Im Feld sind diese Umwelteinflüsse schwer auszuschalten, weshalb sich zwangsläufig die Forderung nach einer Stationsprüfung ergibt. An der Betriebsstätte Königshof existiert ein eigener Schlachthof, der durch eine entsprechende Schlachtvorbereitung eine stressarme Schlachtung ermöglicht.

Für den Bestand einer Rasse, insbesondere für solche mit einer geringen Populationsgröße, ist es wichtig, ein möglichst wirtschaftliches Leistungsprofil zu züchten das aber auch unverwechselbar ist. Und gerade hier wäre die Zucht auf Fleischqualität eine wertvolle Ergänzung.

2.2. Merkmale der Mast- und Schlachtleistung

ENGELLANDT et al. (1999) veröffentlichten einen Artikel über die Nachkommenchaftsleistungsprüfung auf Fleischmerkmale und stellten das Schlachtkörpergewicht, das Schlachalter, die Nettozunahmen (SCHWARK et al., 1985 b), die Handelsklasse und den monetären Marktwert als wichtige Merkmale von Rindfleisch dar. Bei 301 404 untersuchten Daten, fanden diese Autoren die in **Tabelle 2:1** beschriebenen arithmetischen Mittelwerte und Standardabweichungen. Die Heritabilität der Nettozunahme lag bei $h^2 = 0,16$ und die des Handelswertes bei $h^2 = 0,11$. BLAAS (1993) analysierte bei 1300 Fleckviehstieren höhere Heritabilitäten bei den Merkmalen Nettozunahme ($h^2 = 0,25$) und EUROP-Klassifizierung (h^2

= 0,28). SCHWARK et al. (1985 a) schätzten Heritabilitäten für Nettozunahme von $h^2 = 0,23$, für Nierentalg von $h^2 = 0,23$. KOEGEL (1999) eruierte im Rahmen der Nachkommenschaftsleistungsprüfung in Bayern Heritabilitäten für die Merkmale Nettozunahmen, Schlachtausbeute, EUROP-Klassifizierung und Muskelfleischanteil von 0,31, 0,48, 0,25 bzw. 0,42.

Tabelle 2:1. Mittelwerte und Standardabweichungen von wichtigen Rindfleischmerkmalen (n = 321.404)

Merkmal	Mittelwert \bar{x}	Standardabweichung s	Heritabilität (h^2)
Schlachtkörpermasse, kg	369,7	39,3	
Schlachalter, d	607,6	84,7	
Nettozunahmen	617,3	89,2	0,16
Fettgewebeklasse	2,56	0,53	
EUROP-Klasse, E=5..P=1	3,53	0,60	
Handelswert, Ls-constant €/kg	0,10	0,06	0,11

(Quelle: ENGELLANDT et al., 1999)

2.3. Fleischqualität

2.3.1. Begriff Fleischqualität

Wer sich mit der Frage der Fleischqualität auseinandersetzt, kommt nicht darüber hinweg, festzulegen, was überhaupt unter diesem Begriff zu verstehen ist. Im Zusammenhang mit Fleisch müssen wir Qualität im Sinne von Beschaffenheit oder Eigenschaft des Fleisches übersetzen. HOFMANN (1986 b) definiert Fleischqualität als Summe aller sensorischen, ernährungsphysiologischen, hygienisch-toxikologischen und verarbeitungs-technologischen Eigenschaften des Fleisches. Wir unterscheiden Fleisch mit normaler Qualität, Fleisch mit abweichender Qualität und Fleisch mit besonderer Qualität (FRICKH, 2000). Zu Qualitätsabweichungen führen Fleischfehler wie beispielsweise sehr helles, weiches, wässriges und offen strukturiertes Fleisch (PSE - engl.: pale, soft, exudative) oder aber auch sehr dunkles, festes, trockenes, leimiges Fleisch (DFD - engl.: dark, firm, dry). Die Ursachen dafür sind sehr mannigfaltig. Bei Fleisch mit besonderer Qualität liegen alle qualitätsbestimmenden Eigenschaften über den durchschnittlichen Erfordernissen. Durch diese Möglich-

keit der Differenzierung von Fleisch an Hand von Merkmalen der Fleischqualität (Tabelle 2:2), ist die Schätzung von Populationsparametern sinnvoll.

Tabelle 2:2. Kennzahlen von ausgewählten Merkmalen der Fleischqualität

Merkmal	Maßeinheit	Sollwert
Fettklasse des Schlachtkörpers	Punkte	2 - 4
Fettgewebeanteil am Schlachtkörper	%	10 - 15
Nierentalganteil am Schlachtkörper	%	1,5 - 3,0 (3,5)
Fleischigkeitsklasse	EUROP	E,U,R
Reifedauer (+ 2°C)	d	12
pH-1	-log(H ⁺)	> 5,8
pH-2	-log(H ⁺)	5,6 - 6,0
End-pH-Wert	-log(H ⁺)	5,4 - 5,8
Marmorierung	Punkte	3-4
Intramuskulärer Fettgehalt	%	2,5 - 4,5
M. longissimus dorsi (Rückenmuskel)		
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 3,8 (< 37,3)
M. semitendinosus (weißes Scherzel)		
Scherkraft für annehmbare Zartheit	kg (N)	< 4,6 (< 45,1)
Sensorik	Gesamtpunkte	≥ 12
Saftigkeit	Punkte (1-6)	> 3,0
Zartheit	Punkte (1-6)	> 3,0
Aroma	Punkte (1-6)	> 3,0
L ₁₀ *-Helligkeit (Spektralphotometer, 45/0)		34 - 40
a ₁₀ *-Rotton (Spektralphotometer, 45/0)		≥ 10
C _{ab} *-Buntheit		≥ 14
Tropfsaftverlust nach 3-tägiger Lagerung	%	3,0 - 4,5
Grillverlust	%	≤ 22

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

Kennzahlen für die Fleischqualität sind die chemische Beschaffenheit (Wassergehalt, Fett- und Eiweißgehalt), der pH-Wert, die Marmorierung, die Fettverteilung und Fettdicke im Muskel, die Farbe des Fleisches, das Wasserbindungsvermögen, die Scherkraft und die sensorischen Merkmale wie Saftigkeit, Zartheit und Geschmack. Dann ist dieser Begriff auch wertneutral, allgemein gültig und kann auch objektiv erfasst werden (TEMISAN et al., 1986). Die Ausprägung verschiedener Merkmale der Fleischqualität kann in absoluten Zahlen dargestellt werden. Allerdings verbinden die Konsumenten mit Qualität auch Wertvorstellungen, die nicht alle objektiv erfasst werden können, aber trotzdem gefordert werden. Rindfleisch soll

von jungen Stieren stammen, gut gereift sein, eine intensive kirschrote Farbe haben, eine optimale Marmorierung aufweisen und eine hervorragende Essqualität besitzen.

Aus der Fleischqualitätsforschung können Merkmale herangezogen werden, die eine Beurteilung von Qualitätsrindfleisch zulassen und eine Abgrenzung zu Fleisch minderer Qualität ermöglichen. Die Tierzucht hat damit auch die Möglichkeit diese Kriterien zu nutzen.

2.3.2. Etablierung von Merkmalen der Fleischqualität

An der Betriebsstätte Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH wurden wichtige Merkmale der Fleischqualität über das Forschungsprojekt "Qualitätsmerkmale beim Rindfleisch - Adaptierung von Untersuchungsmethoden und Rassenvergleich nach Schlachtzeitpunkten", das vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft finanziert wurde, etabliert. Um die Effizienz der Merkmalserhebungen steigern zu können, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes Nr. 1168 "Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Nachkommenschaftsleistungsprüfung" zwei weitere Methoden etabliert. Einerseits die videoanalytische Erhebung des Merkmals Marmorierung und andererseits die Erfassung der Fleischinhaltsstoffe über die Nahinfrarotspektroskopie.

2.3.3. Fleischreifung

Für den Verbraucher ist die Zartheit eines der wesentlichsten Merkmale der Rindfleischqualität und verlangt deshalb auch ein zartes Fleisch. Wie aus einer Untersuchung von EILERS et al. (1996) hervorgeht, muss der Rückenmuskel zumindest 12 Tage gereift werden um eine annehmbare Zartheit erreichen zu können, andere Muskeln noch länger. Wenn aber eine überlegene Qualität erzeugt werden soll, so müssen je nach Teilstück und Verwendung Reifungszeiten bis zu 24 Tagen eingehalten werden. Dann werden ca. 70 % (Tabelle 2:3) aller Rückenmuskeln in diese Bewertung fallen. Nach den Ergebnissen einer amerikanischen Marktforschungsstudie (BROOKS et al., 2000) wurden in acht US-amerikanischen Städten 10 verschiedene Steaksorten auf ihre Zartheit und auf ihre sensorischen Merkmale geprüft. Die Autoren zeigen auf, dass gewisse Teilstücke, die im Einzelhandel verkauft werden in ihrer Zartheit zu verbessern sind. Insbesondere bei Teilstücken vom Knöpfel wurde ein hoher Prozentsatz der untersuchten Ware als nicht akzeptabel (WBS > 3,9 kg) eingestuft. Beispiels-

weise wurde das weiße Scherzel zu 55,9 % in diese Kategorie eingestuft. In Österreich liegen solche Studien nicht vor.

Tabelle 2:3. Effekt der Fleischreifung auf die Zartheit von Rindfleisch

Merkmal	Fleischreifung im Vakuum (+ 2 °C)			
	6 Tage	12 Tage	18 Tage	24 Tage
Scherkraft, kg	3,8	3,2	3,2	3,0
Zartheit, Punkte	4,27	5,09	5,23	5,34
Scherkraft < 3,2 kg	26,7	56,2	56,3	69,8
Scherkraft > 3,9 kg	39,1	9,4	12,5	12,7

Quelle: EILERS et al., 1996

2.3.4. pH-Wert

Die Bedeutung des pH-Wertes liegt in der engen Kopplung zwischen einem pH - Abfall nach der Schlachtung und mehreren qualitätsbestimmenden Eigenschaften des Muskelfleisches begründet (SCHEPER, 1974). Im normalen Fleisch verläuft die Milchsäurebildung nach der Schlachtung langsam. Fällt der pH-Wert 45 Minuten nach der Schlachtung (pH1) beschleunigt unter 5,8 ab, so entwickelt sich durch eine zu schnell ablaufende Glykolyse im Muskel PSE – Fleisch (pale, soft, exudative) mit den typischen negativen Eigenschaften (HOFMANN, 1986a) wie blasse Farbe, geringeres Wasserbindungsvermögen (erhöhte Wässrigkeit), geringerer Zartheit und schlechtes Aroma. Es kommt auch zu höheren Kühl-, Lager- und Garverlusten und zu einer geringeren Haltbarkeit.

Ein zu geringer Abfall des pH-Wertes kann ab ca. 36 Stunden nach der Schlachtung (End-pH-Wert) festgestellt werden. Er liegt dann über 6,2 und führt andererseits zu einem unangenehm dunklen, trockenen und leimigen Fleisch, was als Fleischfehler DFD (dark, firm, dry) beschrieben wird (AUGUSTINI und FISCHER, 1979; HAWRYSH et al., 1985) und gleichermaßen eine geringere Haltbarkeit aufweist.

Eine ausreichende Säuerung auf End-pH-Werte von 5,4 bis 5,6 ist außerdem die Voraussetzung für eine zufriedenstellende Reifung des Fleisches.

Die Ursachen von PSE und DFD sind mannigfaltig. Neben der genetischen Verankerung spielen Stress auf der einen und Angstsituationen auf der anderen Seite eine herausragende Rolle. Gerade Jungtiere sind, bei falscher Behandlung, für die Entwicklung von DFD

prädestiniert. Bei Stieren wird in verschiedenen Ländern mit einem Anteil von 11 - 15 % gerechnet.

2.3.5. Marmorierung und Fettgehalt im Muskelfleisch

RISTIC (1987) definiert Marmorierung als das innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbar eingelagerte Fett, das sogenannte intramuskuläre Fett (IMF). Es besteht aus 1 bis mehr als 1000 Fettzellen, wobei Ansammlungen ab 100 Fettzellen sichtbar werden (ALBRECHT et al., 1996). Die Fetteinlagerungen sollen fein (Dicke) und regelmäßig verteilt (Fettverteilung) sein.

Die Menge des intramuskulären Fettes ist von Tierart, Rasse und Geschlecht der Tiere sowie von der Fütterung abhängig (AUGUSTINI und TEMISAN, 1985b; FIELD, 1971; LÜDDEN, 1991). Fett hat als Lösungsmittel für gebildete aromaaktive Substanzen große Bedeutung. Ohne Fett im Fleisch fehlt ihm weitgehend der typische Geschmack.

Beim Rindfleisch sind für die Stärke der Marmorierung die Noten 3 und 4 (bei maximal 6) sowie eine feine und regelmäßige Verteilung der Fetteinlagerung erwünscht. Bei einem Fettgehalt im Muskel von 2 bis 4 % beeinflusst das Fett wesentliche Fleischqualitätsfaktoren wie Scherkraft, Zartheit, Saftigkeit und Geschmack positiv (ALBRECHT et al., 1996). Im Rindfleisch werden 2,5 - 4,5 % Fett im Muskel angestrebt.

2.3.6. Fleischfarbe

Durch die Messung der Fleischfarbe wird versucht, das visuelle Empfinden des menschlichen Auges nachzuempfinden, welches bei Kaufentscheidungen des Verbrauchers eine bedeutende Rolle spielt. Als Fleischfarbe sind beim Verbraucher helle und kräftige Rottöne erwünscht. Neben der Farbhelligkeit (L_{10}^* -Helligkeit) sind die Buntheit (C_{ab}^* -Buntheit) und der Farbton (h_{ab} -Farbtonwinkel) von großer Bedeutung. Mit der Buntheits- und Farbtongdifferenz kann festgestellt werden, welches von beispielsweise zwei Fleischstücken die kräftigere bzw. die stumpfere Farbe aufweist. Z. B. weisen ältere Tiere kräftigere Rottöne auf. Die Farbsättigung unmittelbar nach dem frischen Anschnitt sollte jedenfalls über 8 betragen. Der Optimalbereich für die Helligkeit liegt nach 48 Stunden zwischen einem Wert von 34 und 40, wobei zu berücksichtigen ist, dass am Königshof die Messung bereits am frischen Anschnitt erfolgte, wodurch der Einfluss von Luftsauerstoff ausgeschaltet wurde, um genetisch bedingte

Abweichungen besser erkennen zu können. Der gewünschte Bereich liegt bei dieser Messtechnik zwischen $L_{10}^* \geq 34$ und $L_{10}^* \leq 45$.

An Hand der Fleischfarbe können Fleischfehler, wie zu geringe Farbstabilität und blasse Farbe festgestellt werden. Bleibt der Helligkeitswert unter 34, so ist das Fleisch sehr dunkel und ein Fleischfehler (DFD) wird sichtbar, steigt er über 45 an, so liegt PSE vor. Zusätzlich können aber auch Lagerungs- und Reifungsfehler an Hand der Fleischfarbe festgestellt werden.

2.3.7. Wasserbindungsvermögen

Einer der wichtigsten qualitätsbestimmenden Faktoren ist das Wasserbindungsvermögen, da die Bindung von Wasser in den Muskelzellen und im Muskeleiweiß in unmittelbarem Zusammenhang zum Lagerungs- und Reifungsverlust, aber auch zu Farbe, Geschmack und Safthaltevermögen bei der Zubereitung und Verarbeitung steht (GRAU und HAMM, 1956; IRIE et al., 1996).

Bedenkt man, dass Fleisch 75 % Wasser, 22 % Eiweiß, aber nur ca. 2 % Fett enthält, so wird die Bedeutung der Muskeleiweiße und Fette für das Wasserbindungsvermögen deutlich, da die geringe Menge an Fett zum Aufbau der Muskelzellmembran benötigt wird, welche das Austreten von Wasser verhindert (HONIKEL, 1986 a).

Mit der Bestimmung des Tropfsaftverlustes kann die beim Anschnitt freigesetzte Menge an Wasser eruiert werden. Er darf nur wenige Prozente betragen. Der Grillverlust ist ein Maß für das in den Zellen und zwischen den Zellen gebundene Wasser. Für Fleischvermarkter ist der Tropfsaftverlust von Bedeutung, da er Auskunft über den zu erwartenden Lagerverlust gibt. Die Verbraucher aber auch die Fleischverarbeiter sind vor allem am Saftverlust beim Erhitzen interessiert, da durch zu großen Wasserverlust das zubereitete Fleisch trocken wird und zu stark an Gewicht verliert (HONIKEL, 1986 a, b).

Der Tropfsaftverlust nimmt mit zunehmendem Alter der Tiere ab, da mehr Fett für die Membranbildung zur Verfügung steht und die Zellen eine höhere Festigkeit bekommen.

Der Tropfsaftverlust soll bei der am Königshof verwendeten Messmethode nicht mehr als 5 % aufweisen (HONIKEL, 1998).

Der Grillverlust soll bei Stieren unter 22 % liegen CMA (1996).

2.3.8. Scherkraft

Die Ermittlung der Scherkraft ist ein objektiver Maßstab für die Zartheit von Rindfleisch (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a). Eine Ausprägung für gegrilltes Fleisch von unter 3,8 kg ist nach diesen Autoren die Voraussetzung für eine hoch zu bewertende Zartheit. EILERS et al. (1996) machten u. a. Scherkraftmessungen am M. longissimus dorsi und M. semitendinosus und gliederten die Ergebnisse der Messungen in drei Zartheitsklassen (FRICKH, 2001 a). Nicht akzeptabel für Scherkraftwerte waren Werte $\geq 3,9$ kg, annehmbar waren Werte von $< 3,8$ kg und außergewöhnlich waren Werte $< 3,2$ kg. Die Scherkraft wird mit einem Präzisionsgerät gemessen und erlaubt Rückschlüsse auf die Zartheit der Fasern und soll im gegrillten Zustand unter dem geforderten Wert von 4 kg liegen (CMA, 1996).

Positiv korreliert zur Scherkraft ist nach MANDELL et al. (1997) das Schlachalter ($r = +0,26$ $P=0,03$). Je älter Fleckviehstiere werden, desto zäher wird ihr Fleisch.

2.3.9. Sensorische Parameter

Die sensorischen Faktoren Zartheit, Saftigkeit und Aroma bestimmen den Genusswert von Fleisch (HOFMANN, 1986b). Nur geschulte Prüfer können eine routinemäßige Qualitätskontrolle in Form von Unterschiedsprüfungen durchführen.

Die Beurteilung der Saftigkeit wird durch das Wasserbindungsvermögen des Fleisches und dessen Fettgehalt beeinflusst. Speziell bei Rindfleisch kann trotz niedrigen Gehaltes an freiem Wasser noch eine ansprechende Saftigkeit zustande kommen, sofern ein günstiger Fettgehalt vorliegt.

Nach RISTIC (1987) ist die Zartheit aus der Sicht der Verbraucher das wichtigste Merkmal und wird wesentlich von den Muskelfasern und vom Bindegewebe bestimmt. Für die Zartheit des Fleisches ist nach SMULDERS et al. (1999) neben dem Bindegewebe, das durch Einwirken feuchter Hitze reduziert werden kann, vor allem der Zustand der zusammengezogenen Muskelfasern verantwortlich, und diese Zähigkeit kann nicht durch die Einwirkung von Hitze reduziert werden sondern ausschließlich durch die Fleischreifung. Rindfleisch ist dann zart, wenn es auf angenehme Weise weich, mürbe oder locker ist, dazu leicht zu kauen und im Munde zergehen oder zerfallen kann. FRICKH (2000) fordert für Österreich eine stärkere Differenzierung von Rindfleischsorten am Verbrauchermarkt. Auch die Untersuchung von BROOKS et al. (2000) lässt eine Kennzeichnung von Qualitätsrindfleisch als sinnvoll erscheinen. In einer Marktstudie fanden diese Autoren einen signifikanten sensori-

schen Unterschied zwischen der am Markt differenzierten Qualitätsstufe „prime“ und den anderen Qualitätsstufen (top choice, choice, select, lean).

Gerade seine Schmackhaftigkeit macht das Fleisch zu einer begehrenswerten Nahrungsquelle für den Menschen. Beeinflusst wird das Fleischaroma von verschiedenen Faktoren, wie Tierart, Rasse, Geschlecht, Haltung, Fütterung, Alter und Stress, aber auch von der Art der Behandlung des Fleisches, wie Zeitdauer der Lagerung (Reifung) und Temperaturbedingungen bei der Zubereitung.

Für Qualitätsrindfleisch wird eine durchschnittliche Bewertung von drei Punkten (CMA, 1996) der ermittelten Merkmale Saftigkeit, Zartheit und Aroma als Mindeststandard gefordert. FRICKH (2000) fordert für Qualitätsrindfleisch eine Gesamtpunktezahl von ≥ 12 . Einfluss auf die Saftigkeit und Zartheit hat nach MANDELL et al. (1997) das Schlachtalter. Korrelationen von $-0,32$ ($P = 0,02$) und $-0,33$ ($P = 0,01$) lassen auf einen kausalen Zusammenhang schließen.

2.4. Zuchtfragen

Die Konsumenten von Rindfleisch verlangen, wie auch bei einer Umfrage des Gallup-Institutes hervorging (KARMASIN, 1989), ein mageres, schmackhaftes Produkt. Für die Erreichung dieses Zieles wäre es notwendig, durch Zucht den Fettgehalt der Schlachtkörper zu reduzieren, ohne wesentliche Fleischqualitätsparameter, wie z. B. die Schmackhaftigkeit, welche mit dem intramuskulären Fettgehalt in engem Zusammenhang steht, zu beeinflussen (LOOFT und KALM, 1997). Dieser Forderung käme die Untersuchung von VIESELMAYER et al. (1996) entgegen, die in einem Versuch feststellten, dass Stiere der Rasse Angus für die Zucht auf Grund ihres Zuchtwertes (EPD, expected progeny difference) im intramuskulären Fettgehalt ausgewählt werden können, ohne das subkutane Fett zu vermehren. Die Marmorierung hatte keinen Effekt auf Fettabdeckung, Schlachtkörpergewicht, Tageszunahmen oder Futtermittelverwertung. Dies würde eine geringere Schlachtkörperverfettung bei Beibehaltung eines ausreichenden intramuskulären Fettgehaltes ermöglichen.

GWARTNEY et al. (1996) untersuchten den Effekt des Zuchtwertes (EPD) der Väter für Marmorierung auf die Marmorierung, Schmackhaftigkeit, Scherkraft und die intermuskuläre Verfettung im Frischfleisch der Nachkommen. Dazu wählten sie Stiere mit hohen und niedrigen Zuchtwerten im Merkmal Marmorierung. Schlachtkörper von Stieren aus der Gruppe mit hohen Zuchtwerten hatten signifikant höhere Marmorierung und weniger subku-

tanen Fett. Ihre Untersuchungen zeigten, dass es möglich ist, bestehende genetische Ressourcen zu nützen, um das Fett, bei Bewahrung der Marmorierung und Schmackhaftigkeit, in anderen Depots des Schlachtkörpers zu reduzieren. Für die Schätzung des Fleischanteils an Prüfstationen eignet sich nach TSCHÜMPERLIN et al. (1996) das Ultraschallverfahren.

SCHEIBER (1994) betont in seiner Dissertation die Wichtigkeit der Kenntnis von genetischen Merkmalsbeziehungen als Voraussetzung für die Vermeidung von Kontraselektionen. So zeigen MICHAILOWSKAJA et al. (2001) auf, dass bei einseitiger Ausrichtung der Zucht zum Beispiel auf Milchmenge sich somit die Inhaltsstoffe verschlechtern und umgekehrt.

AASS (1996) schätzte an Hand der Daten von 456 Norwegischen Zweinutzungsrasen (Schlachtkörper- und Fleischqualitätsmerkmale) die genetischen Parameter zwischen diesen Merkmalen und der Wachstumsrate. Diese Autorin fand unvorteilhafte Beziehungen zwischen Wachstumsrate und Ausschachtung, Fleischigkeit bzw. intramuskulärem Fettgehalt (IMF). Die Selektion auf hohe tägliche Zunahmen (TZN) verursacht ein helleres und weniger farbtintensives Fleisch. Die geschätzten Heritabilitäten betragen: IMF, $h^2 = 0,51$; L_{10}^* , $h^2 = 0,27$; a_{10}^* , $h^2 = 0,17$; pH3, $h^2 = 0,10$; TZN, $h^2 = 0,30$; Ausschachtung, $h^2 = 0,23$; Fleischigkeit, $h^2 = 0,05$. Die genetischen Variationen der Merkmale Schlachtkörperverfettung, Ausschachtung, IMF und Fleischfarbe war hoch genug um sie für die Einbeziehung in Selektionsschemata zu empfehlen.

Nach MARSHALL (1994) wurden in den Zuchtprogrammen der letzten Jahre vor allem hohe Lebendmassezunahmen gefordert, wenig berücksichtigt wurden Merkmale der Fleischqualität wie z. B. Fettsäuremuster im Muskel- und Depotfett oder sensorische Merkmale.

AUGUSTINI und TEMISAN (1986) fordern auf Grund der offensichtlich antagonistischen Beziehungen zwischen einigen Merkmalen der Mastleistung, der Schlachtkörper- und der Fleischqualität eine Überprüfung der heutigen Selektionspraxis, da sie zur Verschlechterung der Qualität führen kann. Die Unterschiede zwischen Nachkommenschaftsgruppen und die große phänotypische Varianz für Merkmale der Fleischqualität sind eine gute Voraussetzung für die Selektion. Beim deutschen Fleckvieh zeigten TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b) negative Korrelationen zwischen täglichen Zunahmen und Fleischanteil ($r = -0,26$) und zwischen Muskelfleischanteil und Marmorierung ($r = -0,47$) auf, während die Bemuskelung zum Grillverlust ($r = +0,29$) und zum Tropfsaftverlust ($r = +0,24$) positiv korreliert war.

KÖGEL et al. (1993) versuchten zu klären, ob die Einbeziehung von Merkmalen der Fleischqualität bei der Nachkommenprüfung auf Fleischleistung sinnvoll und erfolgsverspre-

chend wäre. Sie kamen zu dem Schluss, dass als Selektionskriterien die Scherkraft, der Grillverlust, der Lagerverlust, der pH-Wert und die Fleischhelligkeit erfasst werden sollten. Von Vorteil wäre nach diesen Autoren auch die Erhebung der sensorischen Merkmale Saftigkeit, Zartheit und Aroma.

Nach TEMISAN und AUGUSTINI (1989 a, b) weist ein Teil der Qualitätsmerkmale relativ hohe Heritabilitätswerte auf. So fanden KÖGEL et al. (1993) für die Merkmale Farbhelligkeit ($h^2 = 0,60$) Zartheit ($h^2 = 0,35$), Scherkraft ($h^2 = 0,36$), Fettgehalt Hochrippe ($h^2 = 0,87$) und Fettstärke ($h^2 = 0,35$) relativ hohe Heritabilitäten und für die Merkmale Marmorierung ($h^2 = 0,28$), Grillverlust ($h^2 = 0,12$) und pH24 ($h^2 = 0,10$) vergleichsweise mittlere bis niedrige Heritabilitäten. Die pH-Werte haben eine relativ geringe Heritabilität ($h^2 = 0,10$ für pH-24, $h^2 = 0,08$ für den End-pH-Wert). Im Rahmen der Nachkommenschaftsleistungsprüfung in Bayern schätzte KÖGEL (1999) für die Merkmale Scherkraft und IMF Heritabilitäten von 0,58.

ALPS und MATZKE (1985) fanden für den End-pH-Wert eine Heritabilität von $h^2 = 0,18$ und für den Tropfsaftverlust $h^2 = 0,21$.

Als besonders wichtig für die Praxis sind nach AUGUSTINI et. al. (1988 b) die Merkmale Farbe des Muskelfleisches und des Fettgewebes, der Fettgehalt des Muskels oder die Marmorierung, die Zartheit, der Wassergehalt, die Wasserbindung und der End-pH-Wert, da diese Merkmale sämtliche Qualitätseigenschaften beeinflussen. Für eine Selektion sollten nach KÖGEL et al. (1993) zumindest die Scherkraft sowie die Lagerungs- und Grillverluste, als auch der End-pH-Wert und die Farbhelligkeit erfasst werden. Bei der Züchtung stark bemuskelter Fleischrinder sollte auch der pH-1-Wert berücksichtigt werden.

Die Erweiterung der Zuchtwertschätzung um Merkmale der Fleischqualität kann als sinnvoll betrachtet werden, welche Merkmale in Betracht kommen, ist in der Literatur (GROTHER, 1996) jedoch nicht abschließend behandelt worden. Bei GROTHEER et al. (1997) fehlen die Angaben zur Fleischbeschaffenheit schließlich zur Gänze. Auch SCHÄFER et al. (1998 a, b) führen die Fleisch- und Fettbeschaffenheit als Selektionskriterien an, in den Heritabilitätsschätzungen wurden sie jedoch nicht berücksichtigt. Nach LOOFT und KALM (1997) kann die Gendiagnostik im Bereich der Tierzucht einen Beitrag zur Verbesserung der Fleischqualität leisten. ERHARDT (1995) und SÖLKNER (1995) berichten von Fortschritten in der Tierzuchtforschung in Bezug auf die Genkartierung. Es werden Marker für Gene gesucht, die zur Vererbung wirtschaftlich wichtiger Merkmale beitragen, sogenannte QTL (quantitative trait loci).

Nach FRICKH (1997 a) ist eine Einbeziehung von Merkmalen der Fleischqualität in die Leistungsprüfung als notwendig anzusehen und durchaus sinnvoll. Als sinnvoll und im Routineeinsatz einer Versuchsstation wie am Königshof praktikabel erscheinen die Merkmale pH-45, pH-24, pH-96, Marmorierung, Fleischfarbe (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^* , h_{ab}^*), Tropfsaft-, Koch-, Grillverlust und Scherkraft. Eine sensorische Prüfung ist sehr aufwendig und im Routineeinsatz kaum zu bewerkstelligen.

Für die endgültige Auswahl der Merkmale sind noch Schätzungen von Populationsparametern notwendig. An der Bundesversuchswirtschaften GmbH waren bei Projektbeginn bereits 361 Fleckviehstiere auf Fleischqualität geprüft worden. Der Datenumfang ist zwischenzeitlich auf über 900 angewachsen, eine genaue Zahl wird in den nächsten Wochen festgelegt. Für die Schätzung der vorgesehenen genetischen Parameter wird der Datenumfang jedenfalls ausreichend sein.

Für genetische Quantifizierungen ist die methodische Standardisierung der zu erhebenden Merkmale notwendig. SAVELL et al. (2000) beschreiben eine Möglichkeit der Standardisierung der Warner-Bratzler Scherkraft, um dieses Merkmal in der Nachkommenschaftsprüfung einsetzen zu können. Mit dieser Standardisierung wäre auch die Möglichkeit einer Feldprüfung gegeben, da an verschiedenen Stellen dieselbe Methode angewandt werden kann.

3. Versuchstiere und Methoden

3.1. Allgemeiner Versuchsaufbau

3.1.1. Haltung der Tiere

Die Versuchstiere wurden am Königshof mit einem Alter von 65 – 75 Lebenstagen (LT) eingestellt. Zur Prüfung kamen Nachkommen von Stieren, die von den Fleckviehzuchtverbänden (s. Punkt 3.2.1. Datenmaterial) als Testtiere eingetragen waren. Für jeden Teststier wurden bis zu 10 Nachkommen (Stierkälber) eingestellt, wobei die Prüfgruppe eine Stichprobe aus dessen Nachkommenschaft sein sollte.

Die Tiere wurden am Königshof in Anbindehaltung (Mittellangstand) auf Stroh gehalten und unter stressarmen Bedingungen geschlachtet. Seit Februar 2000 erfolgten weitere Prüfungen in Laufstallhaltung in Wolfpassing. Mindestens 14 Tage vor der Schlachtung kamen die Tiere zur Schlachtvorbereitung am Königshof, um die transportbedingten Stresseinflüsse zu minimieren.

Tabelle 3:1.		Zusammensetzung der Futterrationen			
Futtermittel	Aufzuchtfutter	Mastfutter-I	Mastfutter-II	Mastfutter-III	
Mais	43,0	14,4	19,6	20,5	
Triticale	17,3	15,0	10,0	8,0	
Trockenschnitzel	-	10,0	15,0	10,0	
Soja-HP	19,0	15,0	10,0	6,0	
Erbse	10,0	5,0	-	-	
Rapsschrot	-	-	5,0	-	
Pferdebohne	-	-	-	10,0	
Weizenstroh	4,6	35,0	35,0	40,0	
Pelletierhilfsmittel	2,4	2,4	2,4	2,4	
Prämix	1,5	0,9	0,9	1,0	
Vihsalz	0,3	0,6	0,6	0,6	
Kalk, (CO₂)	0,5	0,7	0,7	0,7	
CaPO₄	0,4	1,0	0,8	0,8	

Na(H)₂CO₃	1,0	-	-	-
--	-----	---	---	---

3.1.2. Fütterung

Vom 75. – 125. Lebenstag wurden die Kälber aufgezogen, danach in 3 Mastabschnitten bis zum 365. bzw. 425. Lebenstag gemästet. Die Tiere fraßen pelletiertes Alleinfutter. Die Zusammensetzung der Rationen ist in **Tabelle 3:1** ausgewiesen. Während des gesamten Prüfzeitraumes erfolgte Einzelfütterung der Stiere.

Die Futtermitteluntersuchungen wurden im Futtermittellabors Rosenau der Niederösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer durchgeführt.

Nach den Analysenwerten bekamen die Kälber in der Aufzuchtperiode ein Futter mit einem Rohproteingehalt von 174 g und einem Energiegehalt von 11,8 MJ UE vorgelegt. In der ersten Mastperiode enthielt das Futter 144 g Rohprotein (RP) und 9,6 MJ UE, in der zweiten Mastperiode 133 g RP und 9,4 MJ UE und in der dritten Mastperiode 129 g RP und 9,2 MJ UE.

Mais, Triticale, Tockenschnitzel, Soja, Erbse, Rapsschrot, Pferdebohne und Weizenstroh waren die wichtigsten Energie- und Eiweißträger für die Alleinfuttergemische. Der Rohfaserbedarf der Stiere wurde einerseits mit aufgeschlossenem Weizenstroh (NaOH) im Pelletalleinfutter gedeckt, und andererseits konnten die Tiere Strukturdefizite über die reichliche Einstreu wett machen.

3.1.3. Prüfungsdauer und Abwaagen

Der Prüfbeginn war am 125. Lebenstag, das Prüfungsende am 365. bzw. 425. Lebenstag. Die eigentliche Prüfdauer betrug somit 300 bzw. 360 Tage, bei einer Gesamtaufenthaltsdauer von 350 bzw. 410 Tagen. Die Abwaage der Tiere erfolgte bei der Einstellung sowie nach einer mindestens 18-stündigen Nüchterung am 75., 125., 185., 245., 305., 365., 425. LT und am Schlachttag.

3.2. Merkmale

3.2.1. Mastleistung



Die Grundlage für die Berechnung der Mastleistung der Tiere waren die Daten, die durch Wiegen der nüchternen Tiere zu Versuchsbeginn (Einstellgewicht), am 75. Lebenstag, danach alle 60 Tage und am Ende des Versuches erfasst wurden. Die Futteraufnahme, der Futteraufwand und die täglichen Zunahmen wurden am Einzeltier (Einzelfütterung) ermittelt. Die Futter- und Nährstoffverwertung wurde aus der Mastleistung und der Futter- und Nährstoffaufnahme errechnet.

3.2.2. Schlachtleistung

Die Schlachtleistung der Tiere wurde am Schlachthof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH erfasst. Dazu wurden das Schlachthälftengewicht, die Schlachtkörperbeurteilung nach dem EUROP-System, die Schlachtausbeute, die Schlachtkörperzerlegung nach den Richtlinien der Nachkommenschaftsleistungsprüfung (FRICKH, 1994), die Nettozunahme und der Anteil wertvoller Fleischteile ermittelt.

3.2.3. Fleischqualität

Als Kriterien der Fleischqualität wurden die in der **Tabelle 3:2** aufgelisteten Kriterien Kerntemperatur, pH-45, pH-24, pH-96, Marmorierung, Rückenmuskelfläche, Fleischfarbe (L_{10}^* , a_{10}^* , b_{10}^* , C_{ab}^* , h_{ab}), Tropfsaftverlust, Kochverlust, Grillverlust und Scherkraft erhoben.

Tabelle 3:2.		Methoden für die Bestimmung der Fleischbeschaffenheit	
Merkmal	Messzeit *	Methode	
Rückenmuskelfläche	96 h p. m.	Videoanalyse, FRICKH et al. (1999)	
Kerntemperatur, ° C	45', 24 h u. 96 h p. m.	Einstichsonde	
pH-Wert	45', 24 h u. 96 h p. m.	HOFMANN (1986 a), BOCCARD et al. (1981)	
Fleischfarbe (CIELABCH)	96 h p. m.	Spektralphotometer, Codec 400	
Marmorierung, subjektiv	96 h p. m.	RISTIC (1987),	
objektiviert		FRICKH et al. (1999)	
Scherkraft, kg	14 Tage nach Reifung	Warner-Bratzler-Schere	
Tropfsaftverlust, %	nach 3 Tagen Lagerung	HONIKEL (1986 a)	
Kochverlust; %	Nach 3 Tagen Lagerung	HONIKEL, (1986 a)	
Grillverlust, %	nach 14 Tagen Reifung	GUHE (1991); FRICKH (1993)	

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

3.3. Schätzung genetischer Parameter

3.3.1. Datenmaterial

Für die vorliegenden Auswertungen standen Ergebnisse der Prüfstation Königshof von den Jahren 1995 – 2000 zur Verfügung. Der Datensatz umfasst 920 geprüfte Stiere. Davon wurden 362 Stiere mit 365 Tagen und 558 mit 425 Lebenstagen geschlachtet. Dieser Auswertungsdatensatz resultierte aus einem Urdatensatz von 1856 Tieren nach Ausreißertests und folgenden Restriktionen:

- Rasse Fleckvieh
- Stiere von 4 Verbänden¹
- Vollständige Futteraufnahmedaten
- Vollständige Tageszunahmedaten
- Eindeutiger Pedigree
-

¹...Erzeugergemeinschaft Fleckviehzuchtverband Inn- und Hausruckviertel, Rinderzuchtverband und Erzeugergemeinschaft Oberösterreich, NÖ. Genetik Rinderzuchtverband, Kärntner Rinderzuchtverband

936 Datensätze wurden aus den Berechnungen herausgenommen, da sie zum großen Teil einer anderen Rasse zugeordnet waren. Von einem weiteren Teil der Tiere waren nicht alle Datensätze der Fleischqualitätsprüfung vollständig. Der Grund dafür ist in der nur langsam erfolgten Methodenetablierung am Königshof zu finden. Geräte für Fleischqualitätsprüfungen sind kostenaufwendig und konnten nur sukzessive angekauft werden.

Für die Datenauswertungen konnte ein Stammbaum von insgesamt 8730 Tieren erstellt werden.

3.3.2. Statistische Methoden

Von der Zentralen Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter (ZAR) wurden in einem Mehrmerkmalsmodell die Heritabilitäten und genetischen Korrelationen zwischen den verschiedenen Merkmalen geschätzt. Durch die Adaptation der Programme VCE und

PEST für Fleischqualitätsmerkmale war es möglich, verwandtschaftliche Beziehungen über den Pedigree der Stiere auf Tierebene zu knüpfen um die Effizienz der Auswertungen zu erhöhen.

Die Plausibilitätskontrolle der Daten wurde mit dem Programmpaket von SAS (2000) an der BVW-GmbH durchgeführt. Das Datenmaterial wurde in Form einer Access-Datenbank zur Verfügung gestellt, in ein Excel-File exportiert und letztendlich als Textdatei (ASCII-File) für die Weiterverarbeitung gespeichert.

Die Schätzung der genetischen Parameter erfolgte auf der Basis eines Tiermodells nach einem „restricted maximum likelihood“ (REML) Ansatz (PATTERSON und THOMPSON, 1971). Die Bestimmung des Optimums der Likelihoodfunktion erfolgte iterativ nach einem Quasi-Newton Algorithmus unter Verwendung des Programmpaketes VCE 3.2 (GROENEVELD, 1998), welches auch eine approximative Schätzung der Standardabweichungen für die Parameter ermöglicht. Die multivariaten Analysen für das weiter unten angeführte Merkmalsmodell wurden am PC (Laptop-IPC-Starnote H) der BVW-GmbH durchgeführt.

3.3.3. Schätzmodell

Auf Grund der gegebenen Informationen und der Datenstruktur wurde für die Stationsdaten ein Mehrmerkmalsmodell verwendet.

Die Jahressaisonklassen sind als Geburtsjahr* Saison Interaktion definiert (POTUCEK, 1990; SCHEIBER, 1994), wobei drei Geburtsmonate pro Jahr zu einer Saison, entsprechend den Quartalen des Kalenderjahres, zusammengefasst wurden. Dadurch konnten etwaige saisonale Effekte und Änderungen im Prüfbetrieb berücksichtigt werden.

Durch die Regressionsvariable Lebendmasse wurden die unterschiedlichen Gewichte der Stiere vor der Schlachtung berücksichtigt.

Modell:

$$Y_{ijkl} = \mu_i + a_{ij} + JS_{ik} + b \cdot X_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Beobachtungswert des Merkmals i

μ_i = gemeinsame Konstante für Merkmal i

a_{ij} = zufälliger, additiv genetischer Effekt des Tieres j für Merkmal i

JS_{ik} = fixer Effekt der Jahressaison k für Merkmal i

X_{ijkl} = beobachteter Merkmalswert l der Regressionsvariablen „Lebendmasse“, bei Jahressaison k und Tier j für Merkmal i

b = partieller Regressionskoeffizient für den Merkmalswert l

e_{ijkl} = Restkomponente für Merkmal i

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Allgemeines

Die in Österreich und der Europäischen Union übliche Handelsklassifizierung beim Rind berücksichtigt entgegen dem Wortgebrauch in Österreich, wo von Qualitätsklassen gesprochen wird, nur die Konformation der Schlachtkörper, nicht aber die Qualität des Muskelfleisches. Diese chemisch-strukturellen Eigenschaften bestimmen nach KÖGEL et al. (1993) vor allem die für den Frischfleischverzehr wichtigen Merkmale wie Saftigkeit, Zartheit und Aroma, aber auch den Nährwert und die technologische Eignung des Fleisches. Zur Klärung der Frage nach der züchterischen Beeinflussung dieser Kriterien bedarf es nach diesen Autoren der Schätzung von populationsgenetischen Parametern. Es müssen die Heritabilitäten der verschiedenen Qualitätsmerkmale sowie deren genetische und phänotypischen Beziehungen sowohl zueinander als auch zu wirtschaftlich wichtigeren Merkmalen der Mastleistung und der Schlachtkörperqualität ermittelt werden. Erst mit dieser Kenntnis lässt sich klären, ob die Einbeziehung von Merkmalen der Fleischqualität bei der Nachkommenschaftsleistungsprüfung auf Fleischleistung sinnvoll wäre.

Bis Oktober 2000 konnten die Daten der Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität von insgesamt 920 Stieren erfasst werden. Insgesamt wurden von 141 Teststieren auf Versteigerungen Fleckviehkälber angekauft. Von 55 Vätern wurden weniger als 5, von 49 Vätern zwischen 5 und 10 und von 37 Vätern über 10 männliche Nachkommen eingestellt.

4.2. Mittelwerte und Streuung der Merkmale

Das in den Untersuchungen verwendete Datenmaterial wird durch die in den [Tabellen 4:2 bis 4:6](#) aufgelisteten statischen Maßzahlen charakterisiert. Dargestellt werden die Mittelwerte, die phänotypischen Standardabweichungen und Variationskoeffizienten von den erhobenen Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung und insbesondere der Fleischqualität.

4.2.1. Futtermittelanalysen

Wie aus der Nährstoffanalyse des Futtermittellabors Rosenau der NÖ. Landeslandwirtschaftskammer ([Tabelle 4:1](#)) hervorgeht, wurden sowohl für die Aufzuchtperiode als auch für die Mastperioden die vorgesehenen Sollwerte erreicht.

Futtermittel	Nährstoffgehalt der Futtermittel*						
	TS	XL	XF	XA	XX	XP	ME
	Gehalt in g/kg Futtermittel (FM)						MJ/kg FM
Kälberaufzuchtfutter	879	21	37	57	591	174	11,81
Mastfutter I	899	14	163	76	499	148	9,99
Mastfutter II	899	16	172	79	494	139	10,02
Mastfutter III	899	17	165	74	519	124	9,99

* ...Durchschnitt aller in Rosenau gemachten Analysen

4.2.2. Mastleistung

Die Ergebnisse für die Mastleistungsmerkmale werden in **Tabelle 4:2** angegeben. Die Tageszunahmen werden für den Zeitraum vom 125. – 365. Lebenstag und 125. – 425 Lebenstag angegeben. Für beide Abschnitte lagen die Tageszunahmen mit 1213 g durchschnittlich um 50 g höher als bei SCHEIBER (1994). Die Ausprägung der Tageszunahmen resultiert einerseits aus dem Futterniveau (hohes Niveau), der Art der Fütterung (Pelletalleinfutter) und Haltung (Anbindehaltung). FRICKH et al. (2000 a, b) hat ausführlich über diese Problematik berichtet.

Merkmal	Mittelwerte (\bar{x}), phänotypische Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (VK) für einzelne Merkmale der Mastleistung			
	n	\bar{x}	s	VK (%)
Lebendmasse 365, kg	921	442	42,4	9,6
Lebendmasse 425, kg	558	519	45,6	8,8
Tageszunahme ¹ , g	921	1214	140,3	11,6
Tagszunahme ² , g	558	1212	133,8	11,0
Trockenmasseaufnahme ¹ , kg/d	922	6,6	0,8	12,1
Trockenmasseverwertung ¹ , kg/kg	921	5,5	0,7	13,1
Energieaufnahme ¹ , kg/d	922	66,6	8,3	12,5
Energieverwertung ¹ , kg/kg	921	55,3	7,4	13,4

¹ ...vom 125.-365. Lebenstag; ² ...vom 125.-425. Lebenstag.

Die Merkmalsvariation, beurteilt an Hand der Variationskoeffizienten (VK), ist geringer als bei SCHEIBER (1994). Die Tageszunahme hatte bei diesem Autor einen VK von 14,4 und bei POTUCEK (1990) einen von 10,6 %. BLAAS (1993) eruierte für die Tageszunahmen einen VK von 12,5 %. HAIGER (1973) gibt einen VK für die täglichen Zunahmen bei Stieren von 10,9 an.

Die Datenerhebung für die Futteraufnahme wurde wie erwartet im Jänner 2001 abgeschlossen. Auch diese Ergebnisse sind in **Tabelle 4:2** dargestellt.

Die Ergebnisse aus diesem hohen Datenbestand (921 Stiere) stimmen gut mit den Arbeiten von FRICKH und KONRAD (1999), FRICKH et al. (2000 a, b) und FRICKH (2001 a) überein, die im selben Produktionssystem an Hand eines geringeren Datenbestandes (ca. 15 Tiere) ähnliche Ergebnisse vorstellten.

4.2.3. Schlachtleistung

In **Tabelle 4:3** sind die durchschnittlichen Werte der Schlachtleistung, die Standardabweichung und die Variation der Merkmale angegeben. Mit einem Warmgewicht von 236,8 kg bzw. 300,1 kg lag die Ausschachtung bei 55,0 %. Entsprechend niedriger als bei SCHEIBER (1996) sind die Variationskoeffizienten bei den Merkmalen Ausschachtung (3,7:4,8) und Nettozunahme (10,6:13,5). Die Variation des Fleischanteils (2,9:2,2) war höher als bei diesem Autor. BLAAS (1993) ermittelte an Hand von Felddaten Variationskoeffizienten von 3,3 % (Ausschlachtung), 12,3 % (Nettozunahme) und 19,3 % (Handelsklasse).

Tabelle 4:3.	Mittelwerte (\bar{x}), phänotypische Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (VK) für einzelne Merkmale der Schlachtleistung			
	n	\bar{x}	s	VK (%)
Schlachtmasse 365, warm	921	236,8	27,3	11,5
Schlachtmasse 425, warm	558	300,1	43,2	14,4
Fleischanteil (FLAN), %	817	70,5	2,1	2,9
Ausschlachtung, %	920	55,0	2,1	3,7
Nettozunahme, g	920	651,1	68,9	10,6
¹ EUROP -Fleischigkeitsklasse	665	2,5	0,8	31,5
² EUROP -Fettgewebeklasse	665	1,9	0,6	31,0

¹ ...E = 5 (vorzüglich, P=1 (gering); ² ... = 1 = sehr geringe Fettabdeckung, 5 = sehr starke.

4.2.4. Fleischqualität

Die Tabellen 4:4 bis 4:6 sollen zunächst einen Überblick über die zugrunde liegende Datenstruktur geben. Durch die Angabe der Werte für die Kerntemperatur (Tabelle 4:4) wird dokumentiert, dass die Schlachtkörper einem normalen Kühlverlauf unterlagen. Er ist eine wesentliche Voraussetzung für die Bestimmung der Fleischqualität (SMULDERS et al., 1999) ist. Ein normaler Ablauf der biologischen Vorgänge während der Fleischreifung (SCHWÄGELE, 1999) war gewährleistet, die von MOJE (1999) postulierten Kerntemperaturen von 4 °C vor der Schlachtkörperzerlegung wurden erreicht. Durch gezielte Schnellkühlung (TRÖGER, 1998) erreichte der Rückenmuskel 24 h p. m. Kerntemperaturen von ≤ 7 °C, wodurch negative Einflüsse auf die Fleischqualität, wie die von HONIKEL (1998) beschriebenen Kälte- oder Rigorverkürzungen, die in Folge falscher Temperaturführung in den ersten 15 bis 20 h p. m. beim Rind auftreten können, ausgeschlossen werden konnten.

Nachdem die Temperaturführung im Kühlraum keine genetische Relevanz hat, finden sich in den Ergebnissen für die Schätzung der Populationsparameter die Kerntemperaturmessungen nicht wieder.

Tabelle 4:4.				
Mittelwerte (\bar{x}), phänotypische Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (VK) für einzelne Merkmale der Fleischqualität				
Merkmal	n	\bar{x}	s	VK (%)
Kerntemperatur, °C, 45' p. m.	921	38,3	1,27	3,3
Kerntemperatur, °C, 24 h p. m.	912	4,0	1,91	47,4
Kerntemperatur, °C, 96 h p. m.	916	3,4	1,86	54,7
pH-Wert, 45' p. m.	917	6,76	0,22	3,3
pH-Wert, 24 h p. m.	903	5,56	0,20	3,5
pH-Wert, 96 h p. m.	907	5,59	0,15	2,7

Der Durchschnitt der pH-Werte lag im für Frischfleisch normalen Bereich (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989 a, b), die Absenkung des pH-Wertes während des glykolytischen Prozesses im Reifungsverlauf lässt daher grundsätzlich auf eine normale Säuerung des Fleisches, bei allen in die Untersuchung eingegangenen Stiere, schließen. Die von der CMA (1996) geforderten End-pH-Werte von 5,4 - 5,8, 36 - 48 h p. m. wurden im Durchschnitt er-

reicht. Einen Hinweis auf einen Fleischfehler (GERHARDY, 1994) gibt es demnach im Durchschnitt aller Stiere nicht.

Die pH-Werte 45 min und 24 h nach der Schlachtung weisen höhere Variationskoeffizienten (3,3 bzw. 3,5 %) auf als bei KÖGEL et al. (1993), die 1,6 bzw. 2,1 % ermittelten. Bei den pH-Werten 96 h post mortem war es umgekehrt (2,7:3,4 %).

Für die Bestimmung der Marmorierung (Tabelle 4:5) kamen die von RISTIC (1987) und FRICKH et al. (1999) beschriebenen Verfahren zur Anwendung. Einerseits wurde die Marmorierung subjektiv bewertet, andererseits über eine Videoanalyse der Fettanteil am Rückenmuskel ermittelt. Braunviehkreuzungen erreichten nach KÖGEL et al. (1993) eine Marmorierung von 3,3 Punkten und einen VK von 21,1 %. In den von FRICKH und KONRAD (1999), FRICKH et al. (2000 a, b) und FRICKH (2001 a, b) vorgestellten Ergebnissen wurden Werte von 2,7, 1,5 und 2,5 Punkten erzielt. In dieser Untersuchung wurden bei 717 Stieren eine durchschnittliche subjektive Marmorierung von 2,0 Punkten und ein VK von 38,8 % erreicht. An Hand der neu eingeführten subjektivierten Methode zur Bestimmung der Fettfläche und des Fettanteils konnten bisher 387 Stiere untersucht werden.

Im Merkmal Scherkraft sind die Ausprägungen im unteren aber durchaus normalen Bereich. Es wurden im Durchschnitt sehr gute Werte erreicht.

Tabelle 4:5.				
Mittelwerte (\bar{x}), phänotypische Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (VK) für einzelne Merkmale der Fleischqualität				
Merkmal	n	\bar{x}	s	VK (%)
Rückenmuskelfläche, cm²	849	48,17	8,77	18,21
Marmorierung, Punkte	780	2,0	0,75	38,81
Fettfläche, mm²	428	145	86,00	59,24
Fettanteil, %	428	2,77	1,39	50,18
Scherkraft roh, kg	957	2,62	1,23	46,95
Scherkraft gegrillt, kg	954	3,19	1,15	36,05

Für die Beurteilung der Fleischfarbe standen die Merkmale nach dem CIELAB - System (DIN, 1979), gemessen am frischen Anschnitt zur Verfügung.

Im Durchschnitt erreichten die Stiere eine L_{10}^* -Helligkeit von 39,8, einen a_{10}^* -Rotton von 5,4 einen b_{10}^* -Gelbton von 5,2, eine C_{ab}^* -Buntheit von 7,6 und einen h_{ab}^* -Farbtonwinkel

von 45,1. FRICKH (2001 b) fand bei Fleckviehstieren L_{10}^* -Helligkeitswerte von 39,6, 39,9 und 38,6.

Der Einfluss des Transportes, den TRÖGER et al. (1998) umfassend beschrieben, und der daraus resultierende Erschöpfungszustand der Tiere, konnte auf Grund der Schlachtvorbereitung am Königshof für diese Untersuchungen ausgeschaltet werden. Wie bereits allgemein bekannt ist, kann eine Schlachtung der Tiere unmittelbar nach Anlieferung am Schlachthof speziell bei Fleischqualitätsuntersuchungen zu Problemen führen.

Größere Schwankungen wurden auch in den Merkmalen des Wasserbindungsvermögens ermittelt. Der durchschnittliche Tropfsaftverlust lag bei 3,8 % (VK% = 34,0), der Grillverlust bei 17,5 % (VK% = 19,6) und der Kochverlust bei 29,4 % (VK% = 14,4 %). In **Tabelle 4:6** sind die Ergebnisse ersichtlich. Bei den Farbkennzahlen hatte die L_{10}^* -Helligkeit die geringste Variation. Die anderen Farbmerkmale erreichten Variationskoeffizienten von 23,6 % bis 36,1 %. Auch bei KÖGEL et al. (1993) hatte die Farbhelligkeit (VK% = 5,6) eine wesentlich geringere Variation als die Merkmale a_{10}^* -Rotton (VK% = 11,5) und b_{10}^* -Gelbton (VK% = 26,8). Für die Merkmale C_{ab}^* -Buntheit und h_{ab}^* -Farbtonwinkel wurden keine Angaben in der Literatur gefunden.

Tabelle 4:6.		Mittelwerte (\bar{x}), phänotypische Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (VK) für einzelne Merkmale der Fleischqualität		
Wasserbindungsvermögen	n	\bar{x}	s	VK (%)
Tropfsaftverlust, %	988	3,8	1,3	34,0
Grillverlust, %	903	17,5	3,4	19,6
Kochverlust, %	969	29,4	4,2	14,4
Fleischfarbe				
$1L_{10}^*$ - Helligkeit	966	39,8	3,3	8,2
$1a_{10}^*$ - Rotton	966	5,4	1,9	36,1
$1b_{10}^*$ - Gelbton	966	5,2	1,5	28,5
$1C_{ab}^*$ - Buntheit	966	7,6	2,0	26,7
$1h_{ab}^*$ - Farbtonwinkel	966	45,1	10,7	23,6

1 ...gemessen am frischen Anschnitt;

4.3. Genetische Parameter

Die Schätzung der genetischen Parameter wurde vom Kooperationspartner Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter übernommen. Die Anzahl der erhobenen Daten schwankt, da die Methoden für die Fleischqualitätsuntersuchungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten etabliert wurden.

Erste Berechnungen von ca. 400 Datensätzen ergaben noch deutlich niedrigere Heritabilitäten, als bei KÖGEL et al. (1993) und KÖGEL (1999) beschrieben ist. Bisher wurden für die Merkmale Farbhelligkeit, Grillverlust, Scherkraft, Marmorierung, Kochverlust und Tropfsaftverlust Heritabilitäten von 0,50, 0,03, 0,23, 0,14, 0,52 und 0,14 geschätzt im Gegensatz zu KÖGEL et al. (1993), die für diese Merkmale 0,60, 0,12, 0,36, 0,28, -, und 0,14 geschätzt haben.

Neueren Schätzungen zufolge konnte KÖGEL (1999) höhere Heritabilitäten für Scherkraft und intramuskulären Fettgehalt feststellen. Diese Merkmale fallen mit Heritabilitäten von 0,58 und 0,51 besonders auf.

Darüber hinaus weist KÖGEL (1999) auf die Bedeutung von Stationsdaten hin, da sie wesentlich höhere Heritabilitäten versprechen als Felddaten.

4.3.1. Heritabilitäten

4.3.1.1. Mastleistungs- und Schlachtleistungsmerkmale

Die geschätzten Heritabilitäten für Merkmale der Mastleistung und Schlachtleistung sind in den [Tabellen 4:7](#) angeführt.

Für die täglichen Zunahmen wurde eine Heritabilität von $h^2 = 0,67$ bzw. 0,51 geschätzt, BLAAS (1993) analysierte an Hand von 1300 Felddaten für Fleckvieh und für dieses Merkmal ein $h^2 = 0,35$. SASAKI et al. (1982) und SCHEIBER (1994) kamen auf lediglich 0,12. POTUCEK (1990) hat auf Grund einer Literaturrecherche eine große Bandbreite für die Ausprägung der Heritabilität angegeben. Als arithmetisches Mittel aus den Literaturwerten führte er $h^2 = 0,48$ an. Dieser Wert stimmt gut mit dem Wert $h^2 = 0,51$ für die Mastperiode 125. – 425. Lebenstag überein. Im Gegensatz zu POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994) kann auf Grund der relativ hohen Heritabilitäten bei den Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen davon ausgegangen werden, dass die standardisierte Umwelt (Fütterungs- und Haltungsbedingungen) der Stationsprüfung unabhängig vom Prüfverfahren die Umweltvarianz deutlich vermindert und damit höhere Heritabilitäten und genauere Zuchtwertschätzungen ermöglicht.



Die von POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994) beschriebenen und nicht ausreichend erklärbaren geringen Heritabilitäten finden in der vorliegenden Arbeit eine Beantwortung. Durch die enge Zusammenarbeit der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft und der damaligen Bundesversuchswirtschaft Königshof konnte die ehemalige Heizlüftung in ein Porendeckensystem umgewandelt werden. Dadurch konnten die Stallklimatischen Verhältnisse wesentlich verbessert und die häufig aufgetretenen pneumatischen Erkrankungen deutlich verringert werden (FRICKH und HAUSLEITNER, 1996). Damit bekommen auch die von POTUCEK (1990), SCHEIBER (1994) geäußerten und von FRICKH (1994), FRICKH und HAUSLEITNER (1996), FRICKH und KONRAD (2000) und FRICKH et al. (2000 a, b) verstärkten Bedenken gegen die Form der am Königshof stattgefundenen Stationsprüfung eine quasi genetisch geprüfte Fundierung. Das Datenmaterial, das in die vorliegende Untersuchung Eingang fand, war bereits um den ganz entscheidenden Faktor Stallklima bereinigt und ermöglichte dadurch die Schätzung von Heritabilitäten, die auch in mit der Literatur vergleichbaren Größenordnungen lagen. Nicht bereinigt war das Datenmaterial hingegen um den bisher nicht quantifizierbaren Einfluss einer nicht tiergerechten Haltung und Fütterung.

Die geschätzten Heritabilitäten für Futteraufnahme und Futterverwertung (0,77 bzw. 0,67) sind im Vergleich zur Literatur (LANGHOLZ und JONGELING, 1972; SASAKI et al., 1982; POTUCEK, 1990; JENSEN et al., 1991; NIEUWHOF et al., 1992; SCHEIBER, 1994) besonders hoch. Während POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994) an ähnlichem Datenmaterial für die Futterverwertung Heritabilitäten von 0,23 bzw. 0,10 ermittelten, schätzten die anderen Autoren für die Futteraufnahme und Futterverwertung Heritabilitäten von 0,22 bis 0,41 bzw. von 0,20 bis 0,40. Weitere Heritabilitäten sind in [Tabelle 4:7](#) enthalten. Die Standardabweichungen der Heritabilitäten variieren von 0,05 bis 0,65.

Für Nettozunahme und EUROP-Fleischigkeitsklasse schätzten BLAAS (1993) und KÖGEL (1999) Heritabilitäten von $h^2 = 0,25$ und $0,28$ bzw. $h^2 = 0,31$ und $0,25$. In der vorliegenden Untersuchung wurden für diese Merkmale Heritabilitäten von $h^2 = 0,72$ und $0,12$ geschätzt. SCHEIBER (1994) schätzte für die Nettozunahme $h^2 = 0,10$, KÖGEL (1999) $h^2 = 0,31$ und für die Fleischigkeitsklasse $h^2 = 0,25$. POTUCEK (1990) und ENGELLANDT et al. (1999) schätzten für Nettozunahme $h^2 = 0,32$ bzw. $h^2 = 0,16$. Für die Fettklasse wird in [Tabelle 4:7](#) eine Heritabilität von $0,12$ ausgewiesen.

Für die Ausschachtung wurde in dieser Untersuchung ein Wert von $h^2 = 0,23$ geschätzt, der mit POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994), die $h^2 = 0,19$ bzw. $h^2 = 0,38$ ermittelten, gut übereinstimmt. BLAAS (1993) schätzte für die Ausschachtung $h^2 = 0,52$ und KÖGEL

(1999) $h^2 = 0,48$. Dies ist bemerkenswert, da an Hand von Stationsdaten geschätzte Heritabilitäten in der Regel höher sind, als solche, die mit Felddaten geschätzt wurden. Es bleibt zu prüfen, ob der Magenfüllungsgrad einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis ausübt.

4.3.1.2. Fleischqualitätsmerkmale

Die geschätzten Heritabilitäten der Fleischqualitätsmerkmale variieren von 0,05 (Grillverlust) bis 0,52 (a_{10} *-Rotton) und zählen im Vergleich zur Literatur (ALPS und MATZKE, 1985; ANDERSEN et al., 1977; BUSS et al., 1987 und KÖGEL, 1993; RENAND, 1985) zu den höheren Werten.

Für den pH-Wert 45 min p. m. ist in der vorliegenden Untersuchung eine Heritabilität von $h^2 = 0,19$ geschätzt worden. Vergleichbar ist dieser Wert mit dem pH-Wert 1 h p. m., für den BUSS et al. (1987) ein $h^2 = 0,12$ eruierte. ALPS und MAZKE (1985) wiesen ein $h^2 = 0,04$ und KÖGEL et al. (1993) ein $h^2 = 0,00$ aus. Für den End-pH-Wert, der meistens 36 - 48 h p. m. gemessen wird (CMA, 1996), wurde ein $h^2 = 0,17$ geschätzt. Ein Wert der mit jenen von RENAND (1985), und ALPS und MATZKE (1985) vergleichbar ist, die Heritabilitäten von $h^2 = 0,11$ und $0,18$ schätzten. BUSS et al. (1987) ermittelte $h^2 = 0,23$ und KÖGEL et al. (1993) $h^2 = 0,08$. Der pH-Wert 24 h p. m. erreichte in der vorliegenden Untersuchung ein $h^2 = 0,03$.

Für die Scherkraft roh und gegrillt wurden Heritabilitäten von 0,01 und 0,25 geschätzt. Die höchsten Heritabilitäten in der Literatur finden sich für die Scherkraft bei RENAND (1985), ANDERSEN et al. (1977) und KÖGEL (1993). Sie schätzten Heritabilitäten von $h^2 = 0,30$, $0,36$ und $0,36$. Der intramuskuläre Fettgehalt wurde bei BUSS et al. (1987) und KÖGEL (1993) mit $0,17$ bzw. $0,11$ angegeben. Diese Werte sind vergleichbar mit der Marmorierung in der vorliegenden Arbeit, die ein $h^2 = 0,16$ erreichte. KÖGEL (1999) schätzte für die Scherkraft gegrillt ein $h^2 = 0,58$.

Auf großes Interesse stößt der Zusammenhang von videoanalytisch ermittelter Rückenmuskelfläche, Fettfläche und Fettanteil. Der Fettanteil (Fettfläche bezogen auf die Rückenmuskelfläche) ist mit $h^2 = 0,08$ nur gering heritabel, für die Rückenmuskelfläche und Fettfläche wurden Heritabilitäten von $0,32$ und $0,26$ geschätzt. Die Fettfläche ist mit der Rückenmuskelfläche negativ korreliert ($r_g = -0,21$). Der Fettanteil wiederum ist mit der Rückenmuskelfläche negativ ($r_g = -0,63$) und der Fettfläche positiv ($r_g = 0,88$) korreliert. Besonders hoch ist auch der phänotypische der Zusammenhang zwischen Fettfläche und Fettanteil ($r_p = 0,82$;

$P < 0,001$). Bei Zucht auf hohem Fettanteil würde nach den vorliegenden Ergebnissen der intramuskuläre Fettgehalt stärker erhöht als die Rückenmuskelfläche verringert werden würde.

Die höchste Heritabilität unter den Merkmalen, die für das Wasserbindungsvermögen des Fleisches repräsentativ sind, erreichte der Kochverlust mit $h^2 = 0,37$, Tropfsaftverlust und Grillverlust erreichten $h^2 = 0,06$ bzw. $0,05$.

Durchschnittlich mittlere Heritabilitäten wurden für die Farbkennzahlen ermittelt. Für die ${}_1L_{10}$ *-Helligkeit wurde ein $h^2 = 0,12$, für den ${}_1a_{10}$ *-Rotton ein $h^2 = 0,052$, für den ${}_1b_{10}$ *-Gelbton ein $h^2 = 0,025$, für die ${}_1C_{ab}$ *-Buntheit ein $h^2 = 0,046$, für den ${}_1h_{ab}$ *-Farbtonwinkel ein $h^2 = 0,35$ ermittelt.

4.3.2. Korrelationen

4.3.2.1 Korrelationen innerhalb der Mast- und Schlachtleistungsmerkmale

Deutlich positive Zusammenhänge wurden bei den Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen zwischen Nettozunahme und Tageszunahme gefunden. Die phänotypische Korrelation betrug $r_p = 0,75$, die genetische $r_g = 0,81$. Zwischen Nettozunahme bzw. Fleischanteil und Ausschachtung betrug die phänotypische Korrelation $r_p = 0,41$ bzw. $0,24$, die genotypische $r_g = 0,27$ bzw. $-0,05$. Diese Ergebnisse stimmen mit den von SCHEIBER (1994) überein, der für den Zusammenhang von Nettozunahme und Tageszunahme ein $r_p = 0,85$ und eine $r_g = 0,75$ eruierte. Zwischen Nettozunahme bzw. Fleischanteil und Ausschachtung schätzte dieser Autor Korrelationen von $r_p = 0,53$ und $0,07$ bzw. $r_g = 0,36$ und $0,05$.

Zwischen Tageszunahmen und Fleischanteil schätzten POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994) ein $r_g = -0,59$ bzw. $r_g = -0,82$. Die phänotypischen Korrelationen waren in der vorliegenden Untersuchung wie bei diesem Autor mit $r_p = 0,10$ leicht positiv. Die genetische Korrelationen zwischen den Gewichtszunahmen (Tageszunahmen, Nettozunahme) und Fleischanteil (Tabelle 4:7) waren aber positiv und erreichten $r_g = 0,29$ und $0,26$. Die von POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994) aufgezeigten Antagonismen konnten damit nicht bestätigt werden.

Die Beziehung der täglichen Trockenmasseaufnahme im Mastbereich 125. – 425. Lebenstag zur täglichen Zunahme in diesem Bereich liegt im hohen Futterniveau bei $r_g = 0,39$. Dieses Ergebnis stimmt mit dem von POTUCEK (1990) exakt überein, der im hohen Niveau $r_g = 0,37$ und im niederen Niveau $r_g = 0,72$ ermittelte. Der genetische Zusammenhang zwi-

schen Trockenmasseverwertung und Tageszunahme ist negativ ($r_g = -0,45$) und entspricht damit allgemein der Erwartung.

4.3.2.2. Korrelationen innerhalb der Fleischqualitätsmerkmale

HOFMANN (1987) bezeichnete den pH-Wert wegen seiner vielseitigen Wirkungen als universellen Indikator für Fleischqualität. Die Wirkungen des pH-Wertes verdienen in dieser Untersuchung daher besondere Aufmerksamkeit. Die phänotypischen Zusammenhänge zwischen den pH-Werten (pH-45, pH-24 und pH-96) waren mit $r_p = -0,004 - 0,05$ sehr gering. Die genetische Korrelation zwischen End-pH-Wert und pH-24 (gemessen 24 h p. m.) war mit $r_g = 0,65$ beachtlich.

Phänotypisch korreliert der pH-24 und -96 mit dem Tropfsaftverlust ($r_p = -0,35$ bzw. $-0,44$), genotypisch ist der Zusammenhang zwischen pH-24 und -96 mit $r_g = -0,81$ sehr eng. Überraschend ist der positive Zusammenhang zwischen pH-45 und Tropfsaftverlust ($r_g = 0,14$). Negativ korreliert sind sowohl die phänotypischen als auch die genotypischen Zusammenhänge von pH-24 und Marmorierung ($r_p = -0,24$, $r_g = -0,75$). Aber auch die positive genetische Korrelation zum pH-45 ist von großem Interesse, da eine höhere Marmorierung des Rückenmuskels auch höhere pH-Werte 45 min p. m. erwarten lassen. Tiere mit normaler Fettinlagerung sind auch stressstabiler. Die Korrelation zwischen Fettanteil und den pH-Werten (pH-45, -24, -96) war phänotypisch fast null und genotypisch im mittleren Bereich ($r_g = 0,55$, $0,36$, $0,48$).

Von besonderem Interesse ist die genetische Korrelation der pH-Werte (pH-45, -24, -96) zur Scherkraft roh ($r_g = 0,86, 1,0$ und $0,97$), aber auch zur Scherkraft gegrillt gibt es mittlere bis enge Zusammenhänge ($r_g = 0,15$, $0,87$, $0,33$). Diese Ergebnisse bestätigen, die Annahmen von AUGUSTINI und TEMISAN (1986) und KÖGELE et al. (1993), die von einer Erhöhung der Scherkraft mit höherem pH-Werten ausgingen. Dem pH-Wert werden aber auch negative Zusammenhänge zum Aroma (FISCHER, 1988; KÖGEL, 1993) zugeschrieben.

Eine deutlich höhere und entgegengesetzte genetische Korrelation als die subjektive Marmorierung ($r_g = -0,13$) zu den wichtigen Fleischqualitätsmerkmalen Scherkraft roh und Scherkraft gegrillt hat der videoanalytisch ermittelte Wert Fleischfläche. Der positive Zusammenhang von $r_g = 1,00$ zu beiden Merkmalen würde den Schluss zulassen, dass beide Merkmale vom selben Locus gesteuert werden. Mit höherem intramuskulärem Fettgehalt wäre damit auch eine Steigerung der Scherkraft zu erwarten. Dies widerspricht aber den Angaben in der Literatur (KÖGEL, 1993; STEINHAUF, 1961; KOCH et al., 1982). STEIN-

HAUF (1961) geht von einem zartmachenden Effekt des intramuskulären Fettes aus. Durch die Einlagerung in die Bindegewebestränge und –lamellen wird die Bindegewebsstruktur aufgelockert. Die genetische Korrelation zwischen Scherkraft roh und gegrillt ist sehr eng ($r_g = 0,95$). Größere Bedeutung bekommen diese Zusammenhänge, wenn sie in Verbindung mit den Heritabilitäten betrachtet werden. Die Fettfläche im Muskel kommt auf $h^2 = 0,26$, die Marmorierung auf 0,16 und die Scherkraft gegrillt auf 0,25. Eine Erklärung für den hohen Zusammenhang von Fettfläche und Fettanteil zur Scherkraft ist möglicherweise im sehr niedrigen Niveau des intramuskulären Fettgehaltes von Fleckvieh zu finden. Bestätigt sich diese Aussage, dann wäre erst ab einem bestimmten Gehalt an intramuskulärem Fett ein positiver Zusammenhang zur Zartheit des Fleisches vorhanden. Ein zweiter Grund ist sicherlich der nach wie vor zu geringe Datenbestand für die Schätzung von genetischen Parametern.

Die subjektive Marmorierung, die eine höhere Datensatzzahl als Berechnungsgrundlage hatte, bewirkte wie auch bei KOCH et al. (1982) einen deutlich günstigeren Effekt auf die Scherkraft roh und gegrillt ($r_g = -0,13$ bzw. $-0,19$). Der Fettanteil hatte auch zur Fettfläche und zum

Deutlich positiv war auch die genetische Korrelation zwischen Fettfläche bzw. Fettanteil und Marmorierung ($r_g = 0,42$ bzw. $0,92$). Die Rückenmuskelfläche war zu allen drei Merkmalen (Marmorierung, Fettfläche, Fettanteil) negativ korreliert ($r_g = -0,71$, $-0,21$ bzw. $-0,63$).

Für die Selektion auf Fleischfarbe günstige Eigenschaften zeigt das Merkmal ${}_1C_{ab}^*$ -Buntheit. Es hat einen hohen genetischen Zusammenhang mit dem Merkmal ${}_1a_{10}^*$ -Rotton ($r_g = 0,94$) und unterhält eine geringere negative Korrelation zum Merkmal ${}_1L_{10}^*$ -Helligkeit ($r_g = -0,23$) als der ${}_1a_{10}^*$ -Rotton ($r_g = -0,57$). Außerdem ist die Heritabilität im mittleren Bereich. Zum Kochverlust, existiert eine negative Beziehung von $r_g = -0,22$, zu den Merkmalen Tropfsaftverlust und Grillverlust eine positive ($r_g = 0,61$ bzw. $0,64$). Zu berücksichtigen sind bei der Interpretation der kaum vorhandene phänotypische Zusammenhang und die niedrigen arithmetischen Mittelwerte der beiden Merkmale, wodurch der positive Zusammenhang im Sinne einer besseren Fleischqualität wäre. Nicht vernachlässigt werden dürfen die möglicherweise vorhandenen und von POTUCEK (1990) beschriebenen Genotyp-Umwelt-Interaktionen.

Bemerkenswert sind die genetischen Zusammenhänge der ${}_1L_{10}^*$ -Helligkeit zu den pH-Werten, die 24 h ($r_g = -0,54$) bzw. 96 h ($r_g = -0,51$) p. m. gemessen wurden. Mit einer höheren ${}_1C_{ab}^*$ -Buntheit würden auch die pH-Werte 24 h p. m. verringert werden ($r_g = -0,97$).

4.3.2.3. Korrelationen zwischen der Mast- und Schlachtleistung und der Fleischqualität

Von großem Interesse ist die Frage nach dem Zusammenhang von Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen zur Fleischqualität (Tabelle 4:8 und 4:9).

Eine genetische Korrelation zwischen der täglichen Zunahme (125. – 365. Lebenstag) einerseits und der Farbhelligkeit und der Scherkraft andererseits ermittelten BUSS et al. (1987). Sie schätzten für diese Zusammenhänge ein $r_g = 0,20$ bzw. $0,34$. In der vorliegenden Untersuchung war die tägliche Zunahme mit der Farbhelligkeit im Ausmaß von $r_g = 0,30$ und mit der Scherkraft von $r_g = 0,34$ verbunden, woraus sich eine gute Übereinstimmung ablesen lässt. Nach der vorliegenden Schätzung kann die Marmorierung durch Zucht auf höhere Tageszunahmen nicht erhöht werden ($r_g = -0,03$). Die Futtermittelverwertung wiederum war mit der Marmorierung negativ korreliert ($r_g = -0,28$).

Zur Tageszunahme (125 – 425) hat das Wasserbindungsvermögen (Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust) eine negative genetische Beziehung ($r_g = -0,82, -0,18, -0,48$). Demgegenüber ist auffallend und nicht zufriedenstellend erklärbar, dass der Zusammenhang zwischen Grillverlust und Tageszunahme (125-365) positiv ist ($r_g = 0,53$). Aber auch die Nettozunahme hatte zum Grillverlust einen positiven Zusammenhang ($r_g = 0,47$) und zum Tropfsaftverlust und Kochverlust einen negativen ($r_g = -0,90$ bzw. $-0,21$). Eine Möglichkeit zur Klärung dieser Frage bietet die Betrachtung der Methodik. Der Tropfsaftverlust und Kochverlust wurde an 3 Tage gereiftem Fleisch, der Grillverlust jedoch an 14 Tage gereiftem Fleisch bestimmt. KÖGEL et al. (1993) beschrieben einen negativen phänotypischen Zusammenhang zum Wasserbindungsvermögen. RENAND (1985) und BUSS et al. (1987) kamen auf $r_g = 0,13$ bzw. $0,06$. Auch die Ausschachtung ($r_g = -0,81$ bzw. $-0,18$) und die Fleischigkeitsklasse ($r_g = -0,93$ bzw. $-0,25$) waren mit dem Tropfsaftverlust und dem Kochverlust negativ korreliert.

Die pH-Werte (-45, -24-, 96) waren mit der Nettozunahme und der Fleischigkeitsklasse positiv korreliert. Mit hoher Muskelfülle und hohen Nettozunahmen werden demnach auch negative Einflüsse auf die pH-Werte folgen.

Tabelle 4:7.	Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Mast- und Schlachtleistung								
Merkmal	01	02	03	04	05	06	07	08	09
01 Tageszunahmen 365	0,67	0,96	0,08	0,78	-0,04	-0,58	-0,22	-0,45	0,39
02 Tageszunahmen 425	0,88	0,51	0,02	0,84	0,29	-0,61	0,18	-0,36	0,44
03 Ausschachtung	0,16	0,16	0,23	0,27	-0,05	0,29	0,28	-0,21	-0,11
04 Nettozunahmen	0,74	0,76	0,41	0,71	0,26	0,17	-0,17	-0,21	0,46
05 Fleischanteil	0,06	0,10	0,24	0,20	0,27	-0,09	0,86	-0,17	-0,18
06 Fettgewebeklasse	0,27	0,13	0,18	0,33	-0,004	0,15	0,44	0,50	0,23
07 Fleischigkeitsklasse	0,45	0,41	0,21	0,52	0,07	0,32	0,12	-0,01	-0,50
08 Futtermwertung	-0,53	-0,51	0,06	-0,21	0,02	-0,004	0,23	0,67	0,66
09 Futteraufnahme	0,41	0,33	0,23	0,50	0,08	0,27	0,22	0,55	0,77

<p>1.1.1.</p> <p>1.1.2. Tabelle 4:8.</p>	<p>1.1.3. Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Mastleistung und der Fleischqualität</p>												
<p>1.1.4. Merkmal</p>	<p>1.1.5. 0</p>	<p>1.1.6. 0</p>	<p>1.1.7. 0</p>	<p>1.1.8. 0</p>	<p>1.1.9. 0</p>	<p>1.1.10.</p>	<p>1.1.11.</p>	<p>1.1.12.</p>	<p>1.1.13.</p>	<p>1.1.14.</p>	<p>1.1.15.</p>	<p>1.1.16.</p>	<p>1.1.17.</p>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
01 Tageszunahmen (125-365)	0,67	0,96	-0,45	0,39	0,20	0,34	-0,03	-0,12	0,30	-0,22	-0,46	0,53	-0,52
02 Tageszunahmen (125-425)	0,88	0,51	-0,36	0,44	0,38	0,47	-0,04	-0,06	0,27	-0,17	-0,82	-0,18	-0,48
03 Futterverwertung (125-365)	-0,53	-0,51	0,67	0,66	-0,29	0,26	-0,28	0,26	-0,27	0,09	0,14	-0,04	0,35
04 Futteraufnahme (125-365)	0,41	0,33	0,55	0,77	-0,22	0,48	-0,48	0,22	-0,04	-0,05	0,65	0,46	-0,06
05 pH-Wert, 96 h p. m.	-0,08	0,004	0,21	0,16	0,17	0,33	-0,09	0,32	0,16	-0,51	-0,80	0,14	0,39
06 Scherkraft gegrillt	-0,06	-0,07	0,11	0,05	-0,02	0,23	-0,19	0,30	-0,02	-0,31	-0,07	-0,65	-0,12
07 Marmorierung	0,29	0,19	-0,22	0,05	-0,17	0,003	0,17	0,28	0,15	-0,35	-0,62	-0,07	-0,40
08 Rückenmuskelfläche	0,32	0,35	-0,20	0,10	-0,19	0,001	0,23	0,34	-0,38	-0,03	0,50	-0,25	0,64
09 ${}_1L_{10}^*$ - Helligkeit	-0,11	0,01	-0,01	-0,11	-0,15	-0,17	-0,15	-0,16	0,12	-0,57	-0,25	0,75	-0,49
10 ${}_1a_{10}^*$ Rotton	0,22	0,12	0,04	0,25	-0,12	-0,13	0,18	0,18	-0,29	0,52	0,35	0,20	-0,14
11 Tropfsaftverlust	0,08	0,08	-0,13	-0,07	-0,45	0,05	0,05	0,15	0,32	0,05	0,06	-0,80	-0,36
12 Grillverlust	-0,07	-0,01	0,01	0,03	-0,09	0,23	-0,03	0,03	0,16	-0,10	0,04	0,05	0,85
13 Kochverlust	-0,15	-0,09	0,14	0,01	-0,03	0,11	-0,30	-0,11	-0,16	-0,04	0,12	0,08	0,40

Tabelle 4:9.	Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Schlachtleistung und der Fleischqualität											
Merkmal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	
01 Ausschlachtung	0,23	0,27	-0,05	0,29	0,28	0,12	-0,01	0,83	-0,81	0,04	-0,18	
02 Nettozunahmen	0,41	0,72	0,26	0,12	-0,17	0,35	0,16	0,23	-0,90	0,47	-0,21	
03 Fleischanteil	0,24	0,20	0,70	-0,09	0,86	0,55	0,51	0,24	0,70	-0,71	-0,11	
04 Fettgewebeklasse	0,18	0,33	-0,004	0,15	0,44	-0,65	-0,31	-0,46	0,67	0,41	0,04	
05 Fleischigkeitsklasse	0,21	0,52	0,07	0,32	0,12	0,16	0,05	0,96	-0,93	0,08	-0,25	
06 pH – Wert, 45‘ p. m.	-0,03	0,01	0,02	0,05	0,08	0,19	-0,70	0,09	0,14	-0,29	0,04	
07 pH Wert, 24h p. m.	0,02	-0,11	0,09	-0,11	-0,28	-0,004	0,03	0,65	-0,81	0,41	0,64	
08 pH Wert, 96h p. m.	0,07	-0,04	0,05	-0,05	-0,17	0,05	0,54	0,17	-0,81	0,09	0,40	
09 Tropfsaftverlust	-0,01	0,02	-0,12	-0,005	0,14	-0,07	-0,35	-0,45	0,06	1,00	-0,36	
10 Grillverlust	0,07	-0,01	0,08	-0,02	-0,12	-0,10	0,04	-0,09	0,04	0,05	-0,80	
11 Kochverlust	0,04	-0,13	0,02	-0,08	-0,06	-0,08	0,07	-0,03	0,12	0,08	0,37	

Tabelle 4:10.	Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Schlachtleistung und der Fleischqualität										
Merkmal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
01 Ausschachtung	0,23	0,27	-0,05	0,29	0,28	0,08	0,10	-0,03	-0,19	0,76	0,38
02 Nettozunahmen	0,41	0,72	0,26	0,12	-0,17	-0,01	-0,13	0,08	-0,56	0,94	0,37
03 Fleischanteil	0,24	0,20	0,27	-0,09	0,86	-0,01	-0,09	-0,29	-0,12	0,99	0,15
04 Fettgewebeklasse	0,18	0,33	-0,004	0,15	0,44	0,55	-0,06	0,04	-0,35	-0,98	-0,25
05 Fleischigkeitsklasse	0,21	0,52	0,07	0,32	0,12	0,44	-0,09	0,99	0,20	1	0,66
06 Rückenmuskelfläche	0,24	0,45	0,10	0,24	0,41	0,32	-0,71	-0,21	-0,63	-0,06	0,03
07 Marmorierung	0,06	0,21	-0,13	0,30	0,34	0,23	0,16	0,42	0,92	-0,13	0,19
08 Fettfläche	0,06	0,003	-0,21	-0,06	0,07	0,19	0,58	0,26	0,88	1	1
09 Fettanteil	0,05	0,005	-0,22	0,03	0,13	0,06	0,84	0,82	0,08	0,64	0,85
10 Scherkraft roh	-0,04	0,06	-0,14	0,07	0,17	0,06	0,25	0,17	0,27	0,01	0,95
11 Scherkraft gegrillt	0,07	0,04	-0,02	0,03	0,03	0,01	0,003	0,03	0,02	0,06	0,25

Tabelle 4:11.		Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Schlachtleistung und der Fleischqualität									
Merkmal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
01 Ausschachtung	0,23	0,27	-0,05	0,29	0,28	-0,35	-0,22	-0,47	-0,35	-0,18	
02 Nettozunahmen	0,41	0,72	0,26	0,12	-0,17	-0,06	-0,09	-0,19	-0,12	-0,07	
03 Fleischanteil	0,24	0,20	0,27	-0,09	0,86	-0,42	-0,13	-0,11	-0,18	0,13	
04 Fettgewebeklasse	0,18	0,33	-0,004	0,15	0,44	-0,39	0,07	0,20	0,05	0,08	
05 Fleischigkeitsklasse	0,21	0,52	0,07	0,32	0,12	-0,69	-0,19	-0,18	-0,24	0,04	
06 ${}_1L_{10}^*$ - Helligkeit	-0,08	-0,16	0,001	-0,19	-0,21	0,12	-0,57	0,60	-0,23	0,78	
07 ${}_1a_{10}^*$ Rotton	0,15	0,26	-0,10	0,26	0,25	-0,29	0,52	0,60	0,94	-0,76	
08 ${}_1b_{10}^*$ Gelbton	0,07	0,02	0,04	-0,05	-0,04	-0,03	0,36	0,25	0,82	0,14	
09 ${}_1C_{ab}^*$ Buntheit	0,14	0,17	-0,05	0,14	0,15	-0,21	0,86	0,77	0,46	-0,39	
10 ${}_1h_{ab}^*$ Sättigung	-0,12	0,28	0,10	-0,31	-0,28	0,34	-0,72	0,30	-0,33	0,35	

Tabelle 4:12. Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Fleischqualität											
Merkmals	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
01 pH-Wert, 45' p. m.	0,19	-0,70	0,09	0,14	-0,29	0,04	0,07	-0,33	-0,22	-0,37	-0,15
02 pH-Wert, 24 h p. m.	0,004	0,03	0,65	-0,81	0,41	0,64	-0,54	-0,86	-0,92	-0,97	0,16
03 pH-Wert, 96 h p. m.	0,05	0,05	0,17	-0,81	0,09	0,40	-0,51	0,16	0,07	0,13	-0,11
04 Tropfsaftverlust	-0,07	-0,35	-0,44	0,06	1,00	-0,36	-0,25	0,53	0,62	0,61	-0,24
05 Grillverlust	-0,10	0,04	-0,09	0,08	0,05	-0,80	0,75	0,20	0,91	0,64	0,46
06 Kochverlust	-0,08	0,07	-0,03	0,12	0,08	0,37	-0,49	-0,14	-0,23	-0,22	-0,07
07 ${}_1L_{10}^*$ - Helligkeit	-0,10	-0,05	-0,15	0,32	0,16	0,16	0,12	-0,57	0,60	-0,23	0,78
08 ${}_1a_{10}^*$ Rotton	0,07	-0,13	-0,12	0,05	-0,10	-0,11	-0,29	0,52	0,60	0,94	-0,76
09 ${}_1b_{10}^*$ Gelbton	-0,09	-0,01	-0,04	0,09	0,06	-0,04	-0,03	0,36	0,25	0,82	0,14
10 ${}_1C_{ab}^*$ Buntheit	0,01	-0,09	-0,10	0,08	-0,04	-0,09	-0,21	0,86	0,77	0,46	0,39
11 ${}_1h_{ab}^*$ Sättigung	-0,15	0,12	0,11	0,05	0,15	0,13	0,34	-0,72	0,30	-0,33	0,35

Tabelle 4:13.	Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Fleischqualität											
Merkmal	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
01 pH – Wert, 45‘ p. m.	0,19	-0,70	0,09	0,14	-0,29	0,04	-0,07	0,24	0,38	0,55	0,86	0,15
02 pH Wert, 24h p. m.	-0,004	0,03	0,65	-0,81	0,20	0,64	-0,3	-0,75	0,04	0,36	1,00	0,87
03 pH Wert, 96h p. m.	0,05	0,05	0,17	-0,81	0,09	0,40	0,32	-0,09	0,97	0,48	0,97	0,33
04 Tropfsaftverlust	-0,07	-0,35	-0,44	0,06	1,00	-0,36	0,33	-0,62	-0,99	-0,91	1,00	-0,07
05 Grillverlust	-0,10	0,04	-0,09	0,13	0,05	-0,80	-0,31	-0,07	0,97	-0,97	0,67	-0,65
06 Kochverlust	-0,08	0,07	-0,03	0,12	0,08	0,37	0,64	-0,42	1,00	0,27	-0,87	-0,12
07 Rückenmuskelfläche	0,02	-0,20	-0,19	0,15	0,03	-0,11	0,32	-0,71	-0,21	-0,63	-0,06	0,03
08 Marmorierung	0,13	-0,24	-0,17	0,05	-0,03	-0,13	0,23	0,16	0,42	0,92	-0,13	-0,19
09 Fettfläche	-0,01	-0,008	0,001	0,03	-0,01	0,03	0,19	0,58	0,26	0,88	1,00	1,00
10 Fettanteil	0,04	-0,04	-0,03	-0,01	0,10	-0,002	0,06	0,84	0,82	0,08	0,64	0,85
11 Scherkraft roh	-0,15	-0,10	0,06	0,27	-0,09	-0,10	0,06	0,25	0,17	0,27	0,01	0,95
12 Scherkraft gegrillt	0,03	0,02	0,04	0,02	0,23	0,11	0,01	0,003	0,3	0,02	0,06	0,25

Tabelle 4:14.	Schätzwerte für Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelationen (über der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) von verschiedenen Kriterien der Fleischqualität										
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
01 Rückenmuskelfläche	0,32	-0,71	-0,21	-0,63	0,06	0,03	-0,38	-0,03	-0,29	-0,16	-0,25
02 Marmorierung	0,23	0,16	0,42	0,92	-0,13	-0,19	0,20	-0,34	-0,01	-0,27	0,34
03 Fettfläche	0,19	0,58	0,26	0,8	1	1	-0,73	-0,21	0,31	0,03	0,19
04 Fettanteil	0,06	0,84	0,82	0,08	0,64	0,85	0,18	-0,06	0,75	0,24	0,81
05 Scherkraft roh	0,06	0,25	0,17	0,26	0,01	0,95	0,46	0,90	0,89	1	-0,35
06 Scherkraft gegrillt	0,01	0,003	0,03	0,02	0,06	0,25	0,02	-0,37	-0,33	-0,37	0,18
07 ${}_1L_{10}^*$ - Helligkeit	-0,16	-0,15	-0,12	-0,12	-0,17	-0,17	0,12	-0,57	0,60	-0,23	0,78
08 ${}_1a_{10}^*$ Rotton	0,18	0,18	0,11	0,12	0,21	0,13	-0,29	0,52	0,60	0,94	-0,76
09 ${}_1b_{10}^*$ Gelbton	0,07	0,15	0,002	0,06	-0,03	-0,15	-0,03	0,36	0,25	0,82	0,14
10 ${}_1C_{ab}^*$ Buntheit	0,08	0,04	0,07	0,06	0,13	0,16	-0,21	0,86	0,77	0,46	-0,39
11 ${}_1h_{ab}^*$ Sättigung	-0,29	-0,29	-0,12	-0,18	-0,22	-0,01	0,34	-0,72	0,30	-0,33	0,35

8. Literaturverzeichnis

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

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

ALPS, H. und P. MATZKE (1985): Genetische Parameter für Merkmale der Fleischbeschaffenheit und die Beziehungen zur Mastleistung und Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind. *Züchtungskunde*, 57, 332-347.

ANDERSEN, B. B., LYKKE, T., KOUSGAARD, K., BUCHTER, L., und J. WISMERPEDERSEN (1977): Growth, feed utilization, carcass quality and meat quality in Danish dual-purpose cattle. Report No. 453 from The national institute of Animal Science, Copenhagen, 86.

AUGUSTINI, C. und K. FISCHER (1979): Untersuchungen zum Problem des dunklen, leimigen Rindfleisches (dark-cutting-beef), 1. Mitteilung: Erscheinungsformen und Vorkommen. *Fleischwirtschaft*, 59 (12), 1871-1873.

AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN (1985 b): Alterseinfluss auf die Essqualität bei Fleisch von Jungbullen. *Mitteilungsblatt BAFFF, Kulmbach*, 6259-6263.

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

AUGUSTINI, C., TEMISAN, V. und J. KÖGEL (1988 a): Schlachtkörperwert von Braunviehkreuzungen. *Mitteilungsbl. d. BAFF, Kulmbach*, 7886-7891.

AUGUSTINI, C., TEMISAN, V. und L. B. LÜDDEN (1988 b): Schlachtwert Rind, Grundbegriffe und Erfassung. *Fleischwirtschaft*, 68 (11), 1-9.

BLAAS, K. (1993): Untersuchung über die Effizienz einer Nachkommenprüfung auf Fleischleistung im Feld beim Zweinutzungsrind. *Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien*.

BOCCARD, R., BUCHTER, L., CASTEELS, E., COSENTINO, E., DRANSFIELD, E., HOOD, D. E., JOSEPH, R. L., MACDOUGALL, D. B., RHODES, D. N., SCHÖN, I., TINBERGEN, B. J. and C. TOURAILLE (1981): Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the european communities` (CEC), beef production research programme. *Livest. Prod. Sci.*, 8, 385-397.



- BROOKS, J. C., BELEW, J. B., GRIFFIN, D. B., GWARTNEY, B. L., HALE, D. S., HENNING, W. R., JOHNSON, D. D., MORGAN, J. B. PARRISH, F. C., REAGAN, J. O. and J. W. SAVELL (2000):** National Beef Tenderness Survey-1998. *J. Anim. Sci.*, 78, 1852-1860.
- BUSS, G., BREITENSTEIN, K.-G., PIUR, S., TILSCH, K. und J. WOLLERT (1987):** Untersuchungen zur Fleischbeschaffenheit in der Nachkommenprüfung von Fleischrindbullen. *Arch. Tierz.*, 30, 505-515.
- 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.
- ENGELLANDT, T., REINSCH, N., SCHILD, H.-J. and E. KALM (1999):** Progeny test for beef traits in German Simmental - organisation, genetic parameters and breeding values. *J. Anim. Breed. Genet.*, 116, 47 – 60.
- ERHARDT, G. (1995):** Mit Markern früher selektieren. Was die Genkartierung bringt. *Der Tierzüchter* 2, 36-38.
- ESSL, A. (1995):** Entscheidungskriterien zur Zuchtzielfrage beim Rind. *Der Förderungsdienst*, 43 (8), Beratungsservice, 37-40.
- FEWSON, D. (1993):** Definition of breeding objective. Design of livestock breeding programs. Animal genetics and breeding units. The University of New England, Armidale NSW, Australia.
- FIELD R. A. (1971):** Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.*, 32 (5), 849-858.
- FISCHER, K. (1988):** Qualitätsabweichungen bei Rindfleisch. *Fleischwirtschaft*, 68, 740-751.
- FRICKH, J. J. (1993):** Methodenverzeichnis. Unveröffentlichtes Manuskript der Bundesversuchswirtschaft Königshof, 1-3.

FRICKH, J. J. (1994): Die Bundesversuchswirtschaft Königshof und die Nachkommenschaftsprüfung auf Fleischleistung beim Rind. Der Förderungsdienst, 10, 296-300.

FRICKH, J. J. und A. HAUSLEITNER (1996): Porendecke im Rinderstall, Errichtung einer Schwerkraftlüftung an der Bundesversuchswirtschaft Königshof. Der Förderungsdienst, 44, Heft 3, 13-16.

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

FRICKH, J. J. (1997 b): Die Fleischqualität der Schwarzbunten Stiere in Österreich. Österreichische Holstein – Friesian, Zeitschrift der Schwarzbunt- und Red-Friesian-Zuchtverbände, 6 (26), 13-18.

FRICKH, J. J. and J. SÖLKNER (1997): Colour as a beef quality trait: results of a breed comparison (paper). In: Book of abstracts of the 48th annual meeting of the European Association for animal production, S. 242.

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

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

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

FRICKH, J. J. (2001 a): Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht über das

Forschungsprojekt Nr. 1140 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

FRICKH, J. J. (2001 b): Einfluss von Haltung und Fütterung auf die Fleischqualität beim Maststier. In: Tierische Lebensmittel – Qualität beginnt im Stall. Tagungsband der 8. Freiland - Tagung am 27. 09. 2001 des Verbandes Freiland, Verband für ökologisch-tiergerechte Nutztierhaltung und gesunde Ernährung.

GERHARDY, H. (1994): Untersuchung einer Marktorientierten Rindfleischerzeugung auf der Basis von Schwarzbunten Jungbullen und Fleckvieh-, Limousin- und Weiß - blaue Belgierkreuzungen. Züchtungskunde, 66(4), 281-296.

GRAU, R. und R. HAMM (1956): Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels. Z. Lebensmittel Unters. und Forsch., 105, 446-461.

GROENEVELD, E. (1998): REML VCE 4 - a multivariate multimodel restricted maximum likelihood (Co) variance component estimation package - Version 1.1. User`s guide and reference manual, institute of animal husbandry and animal behaviour, FAL Neustadt, Mariensee.

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

GROTHER, V. (1996): Entwicklung eines Modells für die Zuchtwertschätzung bei Fleischrindern. Dissertation Universität Kiel.

GROTHER, V., RÖHRE, R. und E. KALM (1997): Entwicklung einer Zuchtwertschätzung für Fleischrinder in Deutschland. Züchtungskunde, 69 (5), 349-365.

GUHE, M. (1991): Genetische und produktionstechnische Analyse des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Jungbullen. Dissertation, Universität Kiel, Schriftenreihe 68.

GWARTNEY, B. L., CALKINS, C. R., RASBY, R. J., STOCK, R. A., VIESELMAYER, B. A. and J. A. GOSEY (1996): Use of expected progeny differences for marbling in beef – II: Carcass and palatability traits J. Anim. Sci., 74, 1014-1022.

HAIGER A. (1973): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Agrar-Verlag.

HAWRYSH, Z. J., S. R. GIFFORD und M. A. PRICE (1985): Cooking and eating quality characteristics of dark-cutting beef from young bulls. J. Anim. Sci. **60**, 682-690.

HOFMANN, K. (1986 a): Der pH-Wert - Ein Qualitätskriterium für Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reiche, 6, 134-155.

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

- HOFMANN, K. (1987):** Der pH-Wert – ein Qualitätskriterium für Fleisch. Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Fleischwirtschaft, 67, 557-562.
- HONIKEL, K. O. (1986 a):** Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, 6, 67-88.
- HONIKEL, K. O. (1986 b):** Muskelstruktur und Fleischqualität von Fleisch. In: In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, 6, 18-38.
- HONIKEL, K. O. (1998):** Physikalische Methoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band 2, 696 - 699.
- 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.
- JENSEN, J., MAO, I. L., ANDERSEN, B. B. und P. MADSEN (1991):** Genetic parameters of growth, feed intake, feed conversion and carcass composition of dual-purpose bulls in performance testing. J. Anim. Sci., 69, 931-939.
- KARMASIN, F. (1989):** Quantitative Nachfrageanalyse für Rindfleisch. Bericht des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft.
- KOCH, R. M., CUNDIFF, L. V. and K. E. GREGORY (1982):** Heritabilities and genetic, environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications in selection programs. J. Anim. Sci., 55, 1319 -1329.
- KÖGEL, J., DEMPFLER, L. und C. AUGUSTINI (1993):** Wiederholbarkeiten, Heritabilitäten und Korrelationen von Merkmalen der Fleischqualität zueinander sowie zu Nettozunahme und Merkmalen der Muskelfülle bei Braunvieh und Braunvieh-Kreuzungstieren. Züchtungskunde, 65 (5), 348-369.
- KÖGEL, J. (1999):** Argumente für die Weiterführung einer Stationsprüfung. Schriftliche Mitteilung.
- LANGHOLZ, H. J. und C. JONGELING (1972):** Untersuchungen zum genetischen Ausagewert der stationären Nachkommenprüfung auf Mastleistung und Schlachtkörperwert beim Rind. Züchtungskunde, 44, 368-384.
- LOOFT, C. und E. KALM (1997):** Züchtung auf Fleischqualität mit Hilfe der Gendiagnostik. Fleischwirtschaft, 77 (6), 545-547.
- LÜDDEN, L. B. (1991):** Wachstumsspezifische Veränderungen in der Fleischqualität bei Rindern der Rasse Deutsches Fleckvieh unter Berücksichtigung von Geschlecht und Mastintensität. Dissertation, Justus von Liebig Universität Gießen.

- MANDELL, I. B., GULLETT, E. A., WILTON, J. W., KEMP, R. A. and O. B. ALLEN (1997):** Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition, and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. *Livest. Prod. Sci.*, 49, 235-248.
- MARSHALL, D. M. (1994):** Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72, 2745-2755.
- MICHAILOWSKAJA, A., MIELENZ, N., SCHÜLER, L., BERGFELD, U. und U. MÜLLER (2001):** Schätzung genetischer Parameter an einem Datenmaterial der Sächsischen Rinderpopulation. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 44, (6), 589-597.
- MIESENBERGER, J. (1997):** Zuchtzieldefinition und Indexselektion für die Österreichische Rinderzucht. 1997, Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- MOJE, M. (1999):** Kühllagerungsverfahren für Frischfleisch. *Fleischwirtschaft* 2, 84,87.
- NIEUWHOF, G. J., ARENDONK, J. A. M., VOS, H. And S. KORVER (1992):** Genetic relationships between feed intake, efficiency and production traits in growing bulls, growing heifers and lactating heifers. *Livest. Prod. Sci.*, 32, 189-202.
- RISTIC, M. (1987):** Genusswert von Rindfleisch. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperqualität und Fleischqualität*, Kulmbacher Reihe, 7, 207-234.
- PATTERSON, H. D. and R. THOMPSON (1971):** Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika* 58: 545-554.
- POTUCEK, E. (1990):** Schätzung genetischer Parameter und Genotyp-Umwelt-Interaktionen für Mast- und Schlachtleistungskriterien beim Fleckvieh auf Station. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- RENAND, G. (1985):** Genetic determinism of carcass and meat quality in cattle. *Proceedings 3rd world congress on sheep and beef cattle breeding*. Paris, Vol. 1, 381-395.
- SAS (2001):** SAS Institute Software V8.2.
- SASKI, Y., IASISAKI, H., MASUNO, T. und S. ASOH (1982):** Interaction of sire x length of testing period and estimation of genetic parameters for performance testing traits of Japanese black bulls. *J. Anim. Sci.*, 55, 771-779.
- SAVELL, J., MILLER, R., WHEELER, T., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S., MORGAN, B., CALKINS, C., MILLER, M., DIKEMAN, M., MCKEITH, F., DOLZAL, G., HENNING, B., BUSBOOM, J., WEST, R., PARRISH, F. and S. WILLIAMS (2000):** Standardised Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. *Meat Science at Texas A&M University*, 1-3.

- SCHÄFER, C.-S., THOLEN, E. und W. TRAPPMANN (1998 a):** Untersuchungen zur Zuchtplanung bei Fleischrindern am Beispiel des Fleischrinder - Herdbuches Bonn. 1. Mitteilung: Zuchtprogramm, Zuchtziel, Leistungsprüfungen, Schätzung genetischer Parameter. Züchtungskunde 70 (3), 157-171.
- SCHÄFER, C.-S., THOLEN, E. und W. TRAPPMANN (1998 b):** Untersuchungen zur Zuchtplanung bei Fleischrindern am Beispiel des Fleischrinder - Herdbuches Bonn. 2. Mitteilung: Definition der Referenzsituation, Kosten-Nutzen-Analyse. Züchtungskunde 70 (3), 172-184.
- SCHIEBER, J. (1994):** Schätzung genetischer Korrelationen zwischen Kriterien der Milch- und Fleischleistung beim Rind auf der Basis von Stationsprüfungsergebnissen. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- SCHEPER, J. (1974):** Merkmale der Fleischbeschaffenheit, Definitionen, Messungen, Zeitabhängigkeit und Aussage. Fleischwirtschaft 54, 1934-1938.
- SCHWÄGELE, F. (1999):** Kühlung, Kühlagerung und Fleischreifung. Chemische und physikalische Grundlagen - 2. Biochemische Vorgänge. Fleischwirtschaft, 6, 103-106.
- SCHWARK, H. J., FÜRST, K. und H. G. BECKERT (1985 a):** Schätzung der Zuchtwerte für Mastleistung und Schlachtkörperwert von SMR-Bullen auf der Basis der Prüfung ihrer männlichen Nachkommen unter Produktionsbedingungen und Kalkulation der möglichen Selektionserfolge. Arch. Tierzucht, 28 (4), 291-302.
- SCHWARK, H. J., FÜRST, K. und H. G. BECKERT (1985 b):** Schätzung der Zuchtwerte für Mastleistung und Schlachtkörperwert von SMR-Bullen auf der Basis der Prüfung ihrer männlichen Nachkommen unter Produktionsbedingungen und Kalkulation der möglichen Selektionserfolge. Arch. Tierzucht, 28 (6), 543-554.
- SMULDERS, F. J. M., HOFBAUER, P., DRANSFIELD, E., TAYLOR, R. (1999):** Der muskelbiologische Hintergrund der Zartheit des Fleisches. Wien. Tierärztl. Mschr., 86, 99-108.
- SÖLKNER, J. (1995):** Markergestützte Selektion - neue Ära in der Rinderzucht. BIL, 10, 11-12.
- STEINHAUF, D. (1961):** Histologische Untersuchungen zur Fleischqualität. Die Fleischwirtschaft, 41, 1008-1011.
- TEMISAN, V., AUGUSTINI C. und J. SCHEPER (1986):** Die Rindfleischqualität verbessern. Tierzüchter, 38 (7), 304-307.

TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989 a): Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 1. Definition, Wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. Fleischwirtschaft, 69 (1), 31 - 37.

TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989 b): Qualitätsrindfleisch - Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 2. Wege zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch. Fleischwirtschaft, 69 (4), 552 - 556.

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

TSCHÜMPERLIN, K., LEUENBERGER, H., KAUFMANN, A., KÜNZI, N. (1996): Ultraschallmaße als Selektionskriterien beim Rind. Agrar Forschung, 3(6), 255-258.

VIESELMAYER, B.A., RASBY, R.J., GWARTNEY, B.L., CALKINS, C.R., STOCK, R.A., GOSEY, J.A. (1996): Use for expected progeny differences for marbling in beef – I. Production traits J. Anim. Sci., 74, 1009-1013.

5. Schlussbetrachtung

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung muss berücksichtigt werden, dass auf der einen Seite die verfügbaren Daten hinsichtlich Umfang und Qualität eine Sonderstellung in der Literatur einnehmen, aber dennoch der Umfang der Daten für eine einigermaßen zuverlässige Schätzung von Populationsparametern als relativ gering zu bezeichnen ist.

Die Prüfung der Stiere wurde nach den Richtlinien für die Fleischleistungsprüfung am Königshof durchgeführt. Darüber hinaus stand insbesondere die Prüfung auf Fleischqualität im Vordergrund der Untersuchungen. Die Tiere standen in Anbindehaltung auf eingestreuten Mittellängständen und bekamen ausschließlich pelletiertes Alleinfutter verabreicht.

Bereits POTUCEK (1990) stellte im Zusammenhang mit der Prüfstation Königshof die Forderung, dass Umweltverhältnisse, in denen eine Selektionsentscheidung getroffen wird, möglichst jenen Konditionen anzupassen sind, unter denen die selektierten Tiere ihre Leistung erbringen müssen. Dem kann aber nur dann entsprochen werden, wenn kein systematischer Unterschied zur Produktionsumwelt besteht. Kritik an der Form der Durchführung der Leistungsprüfung übten auch SCHEIBER (1994), FRICKH (1994), FRICKH und HAUSLEITNER (1996), FRICKH und KONRAD (1999), FRICKH und KONRAD (2000 a, b) und FRICKH et al. (2000), da diese Form der Stationsumwelt nicht den Forderungen einer tiergerechten Haltung und Fütterung entspricht und damit das Wohlbefinden der Stiere stark eingeschränkt wird. Stationsumwelten in der aufgezeigten Form führen auf Grund von pneumatischen Erkrankungen, anormalen Verhaltensabläufen und massiven Schädigungen der Klauen und Gliedmassen zu schlechteren Leistungen, als in Stationsumwelten, die ein Wohlbefinden der Tiere gewährleisten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind daher auch im Hinblick auf die Ausführungen von POTUCEK (1990) und SCHEIBER (1994) zu betrachten, die auf die Existenz von Genotyp-Umwelt-Interaktionen hingewiesen haben.

In Folge der vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Auftrag gegebenen Forschungsprojekte, wurde an der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH die Fleischleistungsprüfung neu orientiert. Die Haltung und Fütterung wurde an die Forderungen des Tierschutzes angepasst und die Stationsumwelt so gestaltet, dass nunmehr eine allfällige Aufnahme der Stationsprüfungsdaten in die Zuchtwertschätzung als gerechtfertigt erscheint.

Die Ergebnisse zeigen eine positive genetische Korrelation zwischen einigen wichtigen Fleischqualitätsmerkmalen auf. Diese Aussage wird auch durch die wenigen Literaturarbeiten gestützt. Auf antagonistische Zusammenhänge zur Fleischqualität weisen aber wichtige Merkmale der Mast- und Schlachtleistung hin.

