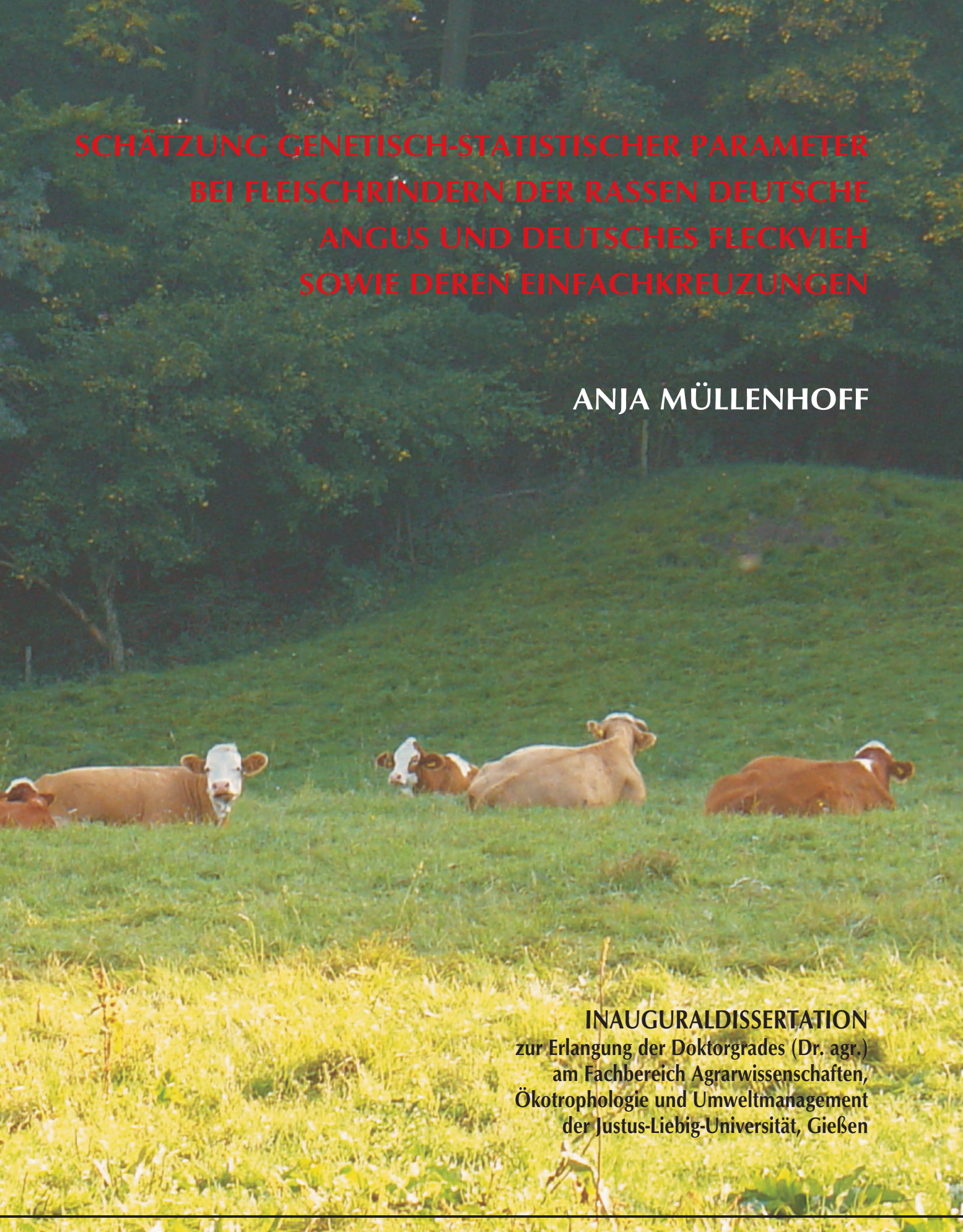


SCHÄTZUNG GENETISCH-STATISTISCHER PARAMETER BEI FLEISCHRINDERN DER RASSEN DEUTSCHE ANGUS UND DEUTSCHES FLECKVIEH SOWIE DEREN EINFACHKREUZUNGEN

ANJA MÜLLENHOFF

INAUGURALDISSERTATION
zur Erlangung der Doktorgrades (Dr. agr.)
am Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotrophologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität, Gießen

édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2008

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2008

© 2008 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität, Gießen
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Georg Erhardt

Schätzung genetisch-statistischer Parameter bei Fleischrindern der Rassen Deutsche Angus und Deutsches Fleckvieh sowie deren Einfachkreuzungen

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorgrades (Dr. agr.)
am Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotrophologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität, Gießen

vorgelegt von

Dipl.-Ing. agr. Anja Müllenhoff

Gießen, 2008

**Dissertation im Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotrophologie und Umweltmanagement**

Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität, Gießen

Dekan: Prof. Dr. Roland Herrmann

Prüfungskommission

Vorsitzender: Prof. Dr. Steffen Hoy

1. Gutachter: Prof. Dr. Georg Erhardt

2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. Matthias Gauly

1. Prüfer: Prof. Dr. Dr. h.c. Wilhelm Opitz v. Boberfeld

2. Prüfer: Prof. Dr. Horst Brandt

Tag der mündlichen Prüfung: 07. Dezember 2007

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des SFB 299 „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ durchgeführt.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen I

Verzeichnis der Tabellen III

Verzeichnis der Abbildungen VII

Verzeichnis der Tabellen im Anhang VIII

1 Einleitung und Fragestellung 1

2 Literaturübersicht 3

2.1 Entwicklung und Organisation der Fleischrinderhaltung in der Bundesrepublik Deutschland 3

2.2 Rassebeschreibungen 7

2.2.1 Dt. Angus 7

2.2.2 Dt. Fleckvieh (Fleisch) 8

2.3 Zuchtziele und Leistungskriterien bei Fleischrindern 9

2.4 Zuchtwertschätzung Fleischrinder 11

2.4.1 Aufgabe der Zuchtwertschätzung 11

2.4.2 Wesentliche Eigenschaften des Zuchtwertschätzverfahrens 11

2.5 Modelle zur Schätzung populationsgenetischer Parameter und Kreuzungseffekte 16

2.6 Leistungsniveau und Schätzparameter 20

2.6.1 Reproduktionsmerkmale und korrelierte Effekte zur Gewichtsentwicklung 20

2.6.2 Produktionsmerkmale 28

2.6.2.1 Leistungsniveau von und Leistungsdifferenzen zwischen Rassen sowie Varianzkomponenten 28

2.6.2.2 Kreuzungsparameter 33

2.7 Weitere Forschungsgebiete im Bereich der Rinderhaltung 38

3 Material und Methoden 39

3.1 Mutterkuhherde des Lehr- und Versuchsbetriebs Rudlos 39

3.2 Haltung und Fütterung 40

3.3 Deckmanagement 41

3.4 Anpaarungen und Tierzahlen 42

3.5 Produktionszyklus im Jahresverlauf und Parametererfassung 45

3.6 Statistische Auswertung 47

3.6.1 Datenverarbeitung und Datenverwaltung 47

3.6.2 Datenauswertung Mutterkühe 47

3.6.3 Datenauswertung Kälber 48

3.6.3.1 Produktionsleistungen 48
3.6.3.2 Varianzkomponenten 52
3.6.3.3 Kreuzungsparameter 53
4 Ergebnisse 54
4.1 Reproduktionsleistungen Mutterkühe 54
4.1.1 Abkalberaten und Anzahl geborener Kälber 54
4.1.2 Chi^2-Test zur Häufigkeit der Abkalbungen 56
4.1.3 Totgeburten und Aufzuchtverluste 57
4.1.4 Kalbeverlauf 59
4.1.4.1 Deskriptive Betrachtung und prozentualer Vergleich der Ausgangsrassen 59
4.1.4.2 Ergebnisse der Einflussfaktoren auf den Kalbeverlauf aus der Varianzanalyse 62
4.1.4.3 LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern für den Kalbeverlauf 63
4.1.4.4 Chi^2-Test zum Kalbeverlauf der Mutterkühe 66
4.2 Produktionsleistungen Kälber 67
4.2.1 Datenbeschreibung für die ausgewählten Produktionsmerkmale 67
4.2.2 Ergebnisse der Einflussfaktoren aus der Varianzanalyse – 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 72
4.2.3 LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern und phänotypische Korrelationen zwischen den Merkmalen – Zuchjahre 1997/98 bis 2001/02 74
4.2.3.1 Geburts- und Absetzgewicht 74
4.2.3.2 Tageszunahmen bis zum Absetzen 77
4.2.4 LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern – Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 79
4.2.4.1 Geburtsgewicht 79
4.2.4.2 Absetzgewicht 80
4.2.4.3 Tageszunahmen bis zum Absetzen 82
4.3 Varianzkomponenten 83
4.4 Kreuzungsparameter 85
4.4.1 Differenzen zwischen den Reinzuchten 85
4.4.2 Individuelle Heterosis 85
4.4.3 Stellungseffekte 86
5 Diskussion 89
5.1 Leistungskriterien – Reproduktions- und Produktionsmerkmale 89
5.1.1 Reproduktionsleistungen Mutterkühe 89
5.1.1.1 Abkalberaten 89
5.1.1.2 Kalbeverlauf der Mutterkühe 90
5.1.1.3 Kälberverluste 92
5.1.2 Produktionsleistungen Kälber 95
5.2 Schätzwerte – Heritabilitäten und maternale Effekte 98

5.3 Kreuzungsparameter 100
5.4 Zuchtwertschätzung – Einsatz von Rassemitteln 101
5.5 Vorschläge zur Optimierung der Zuchtwertschätzung 105
6 Zusammenfassung 107
7 Summary 110
8 Quellenangaben 113
8.1 Verwendete Literatur 113
8.2 Internetquellen 121
9 Anhang 122

Verzeichnis der Abkürzungen

Abb.	Abbildung
AbsAlter	Absetzalter
AbsGew	Absetzgewicht
add. gen.	additiv genetisch
AUS	Australien
bd.	beide
BGBl.	Bundesgesetzblatt
BLUP	engl. best linear unbiased prediction = beste lineare unverzerrte Schätzung
bzw.	beziehungsweise
CAN	Kanada
cm	Zentimeter
d	engl. day = Tag
d.h.	das heißt
Dt. Angus	Deutsche Angus
Dt. Fleckvieh	Deutsches Fleckvieh
einschl.	einschließlich
et al.	und andere
F_1	erste Filialgeneration
g	Gramm
g/d	Gramm pro Tag
GebGew	Geburtsgewicht
GebTyp	Geburtstyp (Einling, Zwilling)
h	engl. hour = Stunde(n)
h^2	Heritabilität
HB	Herdbuch
Kap.	Kapitel
KB	künstliche Besamung
kg	Kilogramm
LaktNr.	Laktationsnummer
lebgeb.	lebend geboren
LSQ	Least Squares
MJ	Mega Joule
MK	Mutterkuh

ma^2	maternaler Effekt
max	Maximum
mg	Milligramm
min	Minimum
n	Anzahl
Pkte.	Punkte
$r_h^2 * ma^2$	genetische Korrelation zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt
RZF	Relativzuchtwert Fleisch
s	Standardabweichung
S.	Seite
SE	Standardfehler
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem, unter anderen
USA	United States of America
u.s.w.	und so weiter
vgl.	vergleiche
vs.	versus, im Sinne von gegenüber
$\bar{x}$	Mittelwert
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
Zun_{GebAbs}	Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen
Ø	im Durchschnitt
%	Prozent
∑	Summe
♂	männlich
♀	weiblich

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 2.1: Entwicklungen im Mutterkuh- und Herdbuchbestand in Deutschland im Zeitraum von 2000 bis 2006 (ADR, 2005 bis 2007; BDF, 2001 bis 2007 4

Tab. 2.2: Herdbuchbestand nach Landesverbänden in Deutschland 2006 (BDF, 2007) 5

Tab. 2.3: Einteilung der in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Fleischrinderrassen in Wiege- und Nicht-Wiegerassen (GOLZE, 1997) 6

Tab. 2.4: Heritabilitäten und genetische Korrelationen der Merkmale in der Fleischrinderzucht – Zuchtwertschätzung Feldprüfung (RUTEN und REINHARDT, 2004; VIT, 2007) 13

Tab. 2.5: Heritabilitäten und genetische Korrelationen der Merkmale in der Fleischrinderzucht – Zuchtwertschätzung Stationsprüfung (RUTEN und REINHARDT, 2004; VIT, 2007) 14

Tab. 2.6: Heritabilitäten, maternale Effekte und Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt für ausgewählte Produktionsmerkmale (nach verschiedenen Autoren) 31

Tab. 2.7: Individuelle Heterosis für Merkmale der Gewichtsentwicklung (nach verschiedenen Autoren) 37

Tab. 3.1: Durchschnittliche Tagesration pro Mutterkuh und Tag in Winterfütterung in Abhängigkeit vom Reproduktionsstadium 41

Tab. 3.2: In den Zuchtjahren 1997/98 bis 2001/02 eingesetzte Anzahl Mutterkühe und aus deren Anpaarung hervorgegangene Anzahl an Kälbern 43

Tab. 3.3: In den Zuchtjahren 2002/03 bis 2003/04 eingesetzte Anzahl Mutterkühe und aus deren Anpaarung hervorgegangene Anzahl an Kälbern 44

Tab. 3.4: Überblick zu durchgeführten Aktionen im Jahresverlauf und zur Erfassung der Parameter 46

Tab. 3.5: Darstellung des Modellaufbaus für die einzelnen Produktionsmerkmale der Kälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 für die Varianzanalyse 51

Tab. 4.1: Abkalberaten für die Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 54

Tab. 4.2: Anzahl geborener Reinzucht- und Kreuzungskälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 55

Tab. 4.3: Verlustgeschehen in Form von Totgeburten der Reinzucht- und Kreuzungskälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 57

Tab. 4.4: Verlustgeschehen in Form von Aufzuchtverlusten der Reinzucht- und Kreuzungskälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 58

Tab. 4.5: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 61

Tab. 4.6: Ergebnisse der Einflussfaktoren auf den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 62

Tab. 4.7: LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 63

Tab. 4.8: LSQ-Kalbesaisonmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 64

Tab. 4.9: LSQ-Laktationsnummernmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 65

Tab. 4.10: LSQ-Geburtstypmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 65

Tab. 4.11: Beobachtungen im Kalbeverlauf zum Chi²-Test für die Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 nach Art der Anpaarung 67

Tab. 4.12: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Geburtsgewichte der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04, einschl. der Zwillingskälber 68

Tab. 4.13: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Absetzgewichte und -alter der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04, einschl. der Zwillingskälber 70

Tab. 4.14: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Tageszunahmen bis zum Absetzen der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04, einschl. der Zwillingskälber 71

Tab. 4.15: Signifikanzniveaus der fixen Einflussfaktoren, Kovariablen und Interaktionen auf die Produktionsmerkmale der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 72

Tab. 4.16: Signifikanzniveaus der fixen Einflussfaktoren und Kovariablen auf die Produktionsmerkmale der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 73

Tab. 4.17: LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 74

Tab. 4.18: LSQ-Kalbesaison- bzw. Zuchtjahrmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 75

Tab. 4.19: LSQ-Laktationsnummernmittelwerte mit Standardfehlern (SE) und Gewichtsdifferenzen für die Geburtsgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 76

Tab. 4.20: LSQ-Geburtstypmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 76

Tab. 4.21: LSQ-Rassemittelwerte nach Geschlecht mit Standardfehlern (SE) für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 77

Tab. 4.22: LSQ-Geburtstypmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 78

Tab. 4.23: LSQ-Laktationsnummernmittelwerte mit Standardfehlern (SE) und Differenzen für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 78

Tab. 4.24: LSQ-Zuchtjahrmittelwerte mit Standardfehlern (SE) und Differenzen für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 79

Tab. 4.25: LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Geburtsgewichte der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 (ohne Zwillingskälber) 80

Tab. 4.26: LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Absetzgewichte der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 (ohne Zwillingskälber) 81

Tab. 4.27: LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 (ohne Zwillingskälber) 82

Tab. 4.28: Varianz-/Kovarianzmatrix aus bivariater Schätzung für Geburts-, Absetzgewichte und Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 83

Tab. 4.29: Heritabilitäten und Maternaleffekte für Geburts-, Absetzgewichte und Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 auf der Diagonalen, genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen sowie Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt oberhalb der Diagonalen 84

Tab. 4.30: Differenzen zwischen den Reinzuchten in den ausgewählten Produktionsmerkmalen anhand der LSQ-Rassemittelwerte und Standardfehler (SE) für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 85

Tab. 4.31: Individuelle Heterosis in den drei ausgewählten Produktionsmerkmalen für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 86

Tab. 4.32: Stellungseffekte in den drei ausgewählten Produktionsmerkmalen für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 86

Tab. 5.1: Ergebnisauszug der Fleischleistungsprüfung in Mutterkuhherden in 2006 (BDF, 2007) für die Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh im Vergleich mit den LSQ-Rassemittelwerten für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 96

Tab. 5.2: Auswirkungen des Einsatzes eines Rassemittels für das Geburtsgewicht auf die Höhe der Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen im Sinne einer Über- bzw. Unterschätzung, Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 103

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2.1: Verteilung der Herdbuchtiere nach Rassen (modifiziert nach BDF, 2007) 6

Abb. 2.2: Schwarze Dt. Anguskuh (Mutterkuhherde Rudlos)..... 7

Abb. 2.3: Dt. Fleckviehkuh (Fleisch, Mutterkuhherde Rudlos) 8

Abb. 2.4: Leistungskriterien in der Fleischrinderzucht (nach GROTHEER, 1996) 10

Abb. 4.1: Graphische Darstellung der LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) im Merkmal Geburtsgewicht der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 87

Abb. 4.2: Graphische Darstellung der LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) im Merkmal Absetzgewicht der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 87

Abb. 4.3: Graphische Darstellung der LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) im Merkmal Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 88

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. 9.1: Hersteller und Zusammensetzung des verabreichten Mineralfutters 122

Tab. 9.2: Hersteller und Zusammensetzung der verwendeten Mineralleckssteine 123

Tab. 9.3: Einsatzdauer und Anzahl Nachkommen der eingesetzten Dt. Angusbullen in den Zuchtjahren 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 124

Tab. 9.4: Einsatzdauer und Anzahl Nachkommen der eingesetzten Dt. Fleckviehbullen in den Zuchtjahren 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04..... 124

1 Einleitung und Fragestellung

Die Fleischrinder- und Mutterkuhhaltung ist die im Weltmaßstab am weitesten verbreitete Form der Rinderhaltung. Sie kommt der aktuellen Entwicklung zu extensiven, umweltschonenden Formen der Landbewirtschaftung sehr entgegen. Unabhängig vom Produktionsziel, ob Zucht- oder Produktionsherde, müssen zur Erzeugung hochwertiger Zuchttiere reinrassige Herdbuchtiere zur Verfügung stehen. Über organisierte Kreuzungszuchtprogramme ist es schließlich möglich, positive Eigenschaften verschiedener Rassen zu kombinieren, um so den aktuellen Markterfordernissen gerecht werden zu können (GOLZE, 1997; SWALVE, 1998).

Die organisierte Tierzucht im Sinne von Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung ist Grundlage des Tierzuchtgesetzes (vgl. Tierzuchtgesetz (TierZG) i. d. Fassung der Bekanntgabe vom 22.01.1998, BGBl. 1, S. 145). Die systematische Leistungserfassung in der deutschen Fleischrinderpopulation hat in der Vergangenheit, insbesondere unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, laufend an Bedeutung für Selektionsentscheidungen und Informationsfluss gewonnen. Zur Sicherstellung eines maximalen Zuchterfolges im Sinne von Zuchtfortschritt und wirtschaftlichem Ertrag kommt der systematischen Leistungserfassung, der Verarbeitung, der Auswertung sowie der Interpretation von Leistungsparametern erhebliche Bedeutung zu (AVERBECK, 2005). Eine konsequente und vollständige Leistungserhebung aller Tiere auf den Betrieben ist Voraussetzung für eine sichere Zuchtwertschätzung (RUTEN und REINHARDT, 2004; AVERBECK, 2005).

Die Schätzung der Varianzkomponenten der erfassten Leistungsparameter ist die Grundvoraussetzung der Zuchtwertschätzung. Ferner dienen die Varianzkomponenten zur Abschätzung von möglichen Zuchtfortschritten und zum Vergleich von verschiedenen Selektionsstrategien. Aufgrund der Schätzung maternaler und nicht additiv genetischer Effekte können Aussagen zur optimalen Selektionsstrategie getroffen werden (HOFER, 1998; RÖHE et al., 2000; AVERBECK, 2005).

In der Praxis ist die Kreuzungszucht im Hinblick auf Nutzung von Heterosis und Stellungseffekten weit verbreitet. Der allergrößte Teil der Mutterkuhhalter erzeugt Absetzer zum Verkauf für die eigene Rindermast oder Weidekälber, die von der Herde weg über Direktvermarktung zum Verbraucher gelangen. Die Kreuzungszucht ist weltweit von

Bedeutung. Für eine gesamtwirtschaftliche Beurteilung der Vorteilhaftigkeit solcher Kreuzungssysteme liefern Kreuzungsparameter und Differenzen zwischen den Rassen wichtige Informationen über die Kreuzungseignung der Ausgangspopulationen und darüber, welche Population auf Mutter- und welche auf Vaterposition vorteilhaft ist (WOLF und HERRENDÖRFER, 1993; GOLZE, 1997; GRAHAM et al., 1999; RÖHE et al., 2000; DEMEKE et al., 2003b).

Ziel der Arbeit war es, anhand umfangreicher Reinzuchtdaten für die beiden eingesetzten Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh (Fleisch) genetisch-statistische Parameter zur Zuchtwertschätzung zu berechnen um daraus gegebenenfalls Verbesserungsempfehlungen hinsichtlich der zu berücksichtigenden Informationsmerkmale und deren statistischer Auswertung aussprechen zu können.
Ein weiteres Ziel war die Beurteilung der Kreuzungseignung der beiden Ausgangsrassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh (Fleisch) im Hinblick auf eine mögliche Erhöhung des Produktionsniveaus. Derartige Beurteilungen liegen bisher nur für einen Teil der Fleischrinderrassen vor. Direkte Rassevergleiche mit den im Rahmen der vorliegenden Untersuchung verwendeten Rassen liegen in der Literatur nicht vor.

2 Literaturübersicht

2.1 Entwicklung und Organisation der Fleischrinderhaltung in der Bundesrepublik Deutschland

Nach der Rasseschätzung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. (ADR, 2007) lag der bundesdeutsche Rinderbestand im November 2006 bei ca. 12,6 Millionen Tieren (12.676.700), darunter ca. 4,0 Millionen Milchkühe (4.054.300) und ca. 654.700 Mutterkühe (= 5,16 %).

Die Produktion von Fleischrindern hielt in Deutschland in den 1970er und 1980er Jahren Einzug. In der Zeit seit 1971 ist die Zahl der Mutterkühe in Deutschland von 58.500 auf 718.800 im Jahr 2000 angewachsen (ADAMS, 2006). Im Mutterkuhbestand in Deutschland ist in den letzen Jahren jedoch wieder ein beständiger Rückgang zu verzeichnen. Wurden im November 2000 noch 718.800 Mutterkühe gezählt, sank der Bestand in den Folgejahren jährlich um einen Wert zwischen -2,0 und -4,1 % auf 651.400 Mutterkühe im November 2003. Nach den Ergebnissen der Viehzählung von November 2004 wurden in Deutschland 651.500 Mutterkühe gezählt. Damit blieb der Bestand gegenüber November 2003 erstmals konstant. Von November 2004 auf November 2005 war hingegen wieder ein Rückgang um 17.500 Tiere zu verzeichnen (-2,7 %; ADR, 2002 sowie 2005 und 2006). Demgegenüber kam es im Jahr 2006 erstmals wieder zu einer deutlichen Zunahme in Höhe von ca. 3,26 % bzw. 20.700 Tieren (ADR, 2007).
Die Veränderungen im Mutterkuh- und Herdbuchbestand seit dem Jahr 2000 präsentiert nachfolgende Tab. 2.1.

Tab. 2.1: Entwicklungen im Mutterkuh- und Herdbuchbestand in Deutschland im Zeitraum von 2000 bis 2006 (ADR, 2005 und 2006, 2007; BDF, 2001 bis 2007)

Jahr	Mutter-kühe	Vgl. zum Vorjahr	HB-Bullen	HB-Kühe	HB-Tiere gesamt	HB-Betriebe*
2006	654.700	+3,26 %	4.757	53.662	58.419	4.031
2005	634.000	-2,70 %	4.804	54.948	59.752	4.091
2004	651.500	+0,02 %	4.841	54.970	59.811	4.186
2003	651.400	-4,10 %	5.488	56.955	62.443	4.357
2002	679.000	-3,60 %	5.727	60.113	65.840	4.592
2001	704.400	-2,00 %	6.097	63.882	69.979	4.603
2000	718.800		5.892	63.910	69.802	4.750

***** mehrrassige Betriebe sind nur einmal gezählt

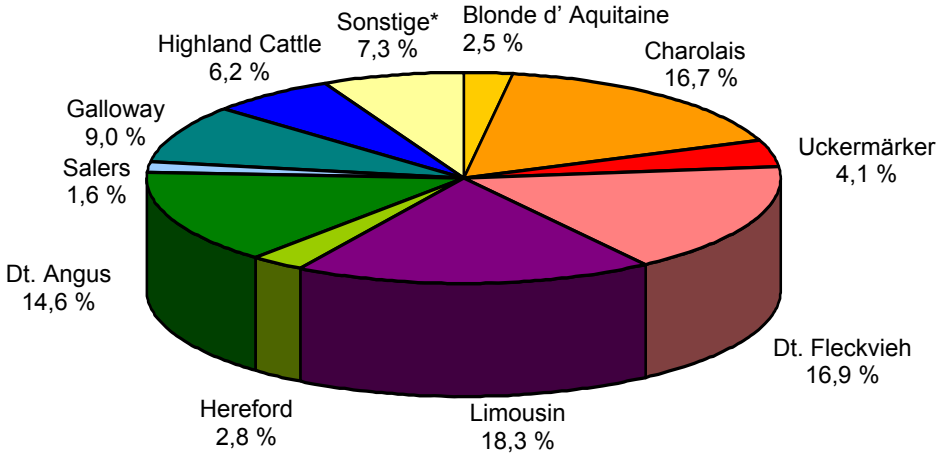
Organisationsgrad und züchterische Aktivitäten in der Fleischrinderzucht blieben von den rückläufigen Tierzahlen mehr oder weniger verschont. Im Jahr 2000 machten die Herdbuchtiere 9,7 % des bundesdeutschen Mutterkuhbestandes aus. Dieser Prozentsatz schwankte in den Folgejahren zwischen 8,9 und 9,9 %, allerdings bei tendenziell sinkendem Niveau. Die Anzahl der Herdbuchbetriebe nahm von Jahr zu Jahr ab. Existierten im Jahr 2000 noch 4.750 Betriebe, sank deren Anzahl bis 2006 um ca. 15,1 % auf 4.031 Betriebe. Die Zunahme im Mutterkuhbestand im Jahr 2006 in Höhe von ca. 3,3 % gegenüber dem Vorjahr ging mit einer Abnahme im Herdbuchbestand von ca. 2,2 % einher.

Als Dachverband der auf dem Gebiet der Fleischrinderzucht und –haltung tätigen Landesverbände (anerkannte Züchtervereinigungen) und Bundesrasseverbände (Interessen-vertretungen) in Deutschland wurde 1980 der Bundesverband Deutscher Fleischrinderzüchter und –halter e. V. (BDF) gegründet. Derzeit sind die Fleischrinderzüchter in Deutschland in 12 Landesverbänden organisiert (BDF, 2007).
Die im Anschluss dargestellte Tabelle enthält die Aufzählung der einzelnen Verbände einschließlich des jeweiligen Bestands an zu betreuenden Herdbuchtieren (Tab. 2.2).

Tab. 2.2: Herdbuchbestand nach Landesverbänden in Deutschland 2006 (BDF, 2007)

Landesverband		HB-Bullen	HB-Kühe	HB-Tiere$_{ges.}$
FRZ	Verband Schleswig-Holsteiner Fleischrinderzüchter e. V.	125	1.219	1.344
RSH	Rinderzucht Schleswig-Holstein e.G.	126	1.665	1.791
RBB	Rinderproduktion Berlin-Brandenburg GmbH	234	5.239	5.473
RMV	Rinderzucht Mecklenburg-Vorpommern e. V.	152	4.478	4.630
NOR (ZEH)	Nordrind GmbH (Zuchtrinder-Erzeugergemeinschaft Hannover e.G.)	501	6.577	7.078
RSA	Rinderzuchtverband Sachsen-Anhalt e.G.	277	3.982	4.259
FHB	Fleischrinder-Herdbuch Bonn e. V.	1.870	8.496	10.366
ZBH	Zucht- und Besamungsunion Hessen e.G.	378	4.160	4.538
LTR	Landesverband Thüringer Rinderzüchter e.G.	307	5.469	5.776
SRV	Sächsischer Rinderzuchtverband e. V.	244	3.897	4.141
RBW	Rinderunion Baden-Württemberg e. V.	177	3.650	3.827
FVB	Fleischrinderverband Bayern e. V.	366	4.830	5.196
	∑	4.757	53.662	58.419

Einen graphischen Eindruck zur Verteilung der Herdbuchtiere auf die einzelnen Rassen im Jahr 2006 vermittelt die Abb. 2.1. Sie zeigt, dass Limousin und Dt. Fleckvieh die im Bundesgebiet mit 18,3 % bzw. 16,9 % am stärksten vertretenen Rassen sind. Geringfügig weniger vertreten sind die Rinder der Rassen Charolais (16,7 %) und Dt. Angus (14,6 %). Die Robustrinderrasse Galloway ist mit 9,0 % ebenfalls verhältnismäßig stark im Bundesgebiet vertreten. Dahinter folgt eine unter „Sonstige“ zusammengefasste Rassengruppe (vgl. ***** unter der Abbildung). Highland Cattle, Blonde d’ Aquitaine und Salers bilden wiederum als eigene Rassen das Schlusslicht mit Prozentzahlen von 6,2 %, 2,5 % und 1,6 %.



* Rotes Höhenvieh (755), Aubrac (616), Welsh Black (525), Pinzgauer (421), Gelbvieh (390), Piemonteser (346), Shorthorn (300), Zwergzebu (323), Dexter (288), Hinterwälder (84), Luing (62), Pustertaler (54), Glanrind (40), Maine Anjou (14), Weiß-blaue Belgier (13), Fjällrind (10), Vogesenrind (9), Vorderwälder (4), Grauvieh(1)

Abb. 2.1: Verteilung der Herdbuchtiere nach Rassen (modifiziert nach BDF, 2007)

Hinsichtlich des Rahmens, der Standortansprüche sowie des Umfangs an Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung werden bei den Fleischrindern Wiege- und Nicht-Wiegerassen unterschieden, wobei die Übergänge zum Teil fließend sind (vgl. Tab. 2.3).

Tab. 2.3: Einteilung der in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Fleischrinderrassen in Wiege- und Nicht-Wiegerassen (GOLZE, 1997)

großwüchsige Rassen	Rassen mit mittlerem Rahmen	Robustrassen		Zeburassen, Kreuzungs-rassen
		mittel- bis großrahmige	kleinrahmige	
Blonde d'Aquitaine Charolais Dt. Fleckvieh Gelbvieh Uckermärker Weiß-blaue Belgier	Aberdeen Angus Deutsche Angus Hereford Limousin Piemontese Pinzgauer Shorthorn	Aubrac Lincoln Red Luing Salers Ungarisches Steppenrind Welsh Black	Dexter Fjällrind Galloway Highland	Brahman Brangus Zwergzebu
Wiegerassen			Nicht-Wiegerassen	

2.2 Rassebeschreibungen

2.2.1 Dt. Angus

Die Rasse Dt. Angus ist in den 1950er Jahren durch den Einsatz von Aberdeen Angusbullen und heimischen Zweinutzungsrassen (u.a. Rotbunte, Schwarzbunte, Gelbvieh und Braunvieh) hervorgegangen. Der Ursprung der Rasse Aberdeen Angus liegt in den Weidegebieten Schottlands. Formmäßig gilt Aberdeen Angus als eine der ausgeprägtesten Rinderrassen: Hornlos, kurzbeinig, kleinrahmig, mit walzenförmig tiefem Rumpf, ausgeprägtem Brustbein und kleinem, kurzen Kopf.

Abb. 2.2: Schwarze Dt. Anguskuh (Mutterkuhherde Rudlos)

Dt. Angus, eine mittelintensive Fleischrinderrasse, liegt bezüglich der Populationsstärke mittlerweile an vierter Stelle im Bundesgebiet (vgl. Abb. 2.1). Die Rasse wird in den Farben rot und schwarz gezüchtet, kleine Abzeichen an Euter und Hinterbauch sind erlaubt. Bevorzugt wird der mittelrahmige Typ mit hochgestelltem Rumpf und leichtem Knochenbau. Die Tiere sind zum größten Teil genetisch hornlos (GOLZE, 1997; SAMBRAUS, 2001).

Ausgewachsene Dt. Anguskühe erreichen eine Widerristhöhe von 125 bis 140 cm bei einem Lebendgewicht von etwa 650 kg. Die Bullen erreichen Lebendgewichte von etwa 1.100 kg bei einer Widerristhöhe von 135 bis 150 cm. Die durchschnittlichen Körleistungen lagen im Jahr 2006 im Alter von 435 Tagen bei täglichen Zunahmen in Höhe von 1.248 g. Fruchtbarkeit und Leichtkalbigkeit bei einem Erstkalbealter zwischen 24 und 27 Monaten zeichnen die Dt. Anguskühe aus, wie auch eine gute Mütterlichkeit und beste Aufzuchtleistungen aufgrund einer hohen Milchpersistenz. Die mittleren Geburtsgewichte werden mit 32,0 kg für Kuhkälber und mit 35,0 kg für Bullenkälber angegeben. Für das Gewicht am 210. Lebenstag wird vom Rasseverband ein mittlerer Wert von 210 kg bei weiblichen und 240 kg bei männlichen Tieren angegeben, für das 365-Tage-Gewicht entsprechend 340 bzw. 400 kg. Durch die genetische Veranlagung zur Bildung feiner Muskelfasern und gut verteilter feiner Marmorierung werden Dt. Angusrinder zur Erzeugung von hochwertigem Rindfleisch eingesetzt. Als Kreuzungspartner sind Angusbullen aufgrund ihrer genetischen Hornlosigkeit und der verbessernden Fleischqualität besonders gefragt

(GOLZE, 1997; BUNDESVERBAND DEUTSCHER ANGUSHALTER e. V., 2005; BDF, 2007).

2.2.2 Dt. Fleckvieh (Fleisch)

Abb. 2.3: Dt. Fleckviehkuh (Fleisch, Mutterkuhherde Rudlos)

Dt. Fleckvieh, eine intensive Fleischrinderrasse, stellt mit 16,9 % derzeit den zweitgrößten Anteil an Herdbuchtieren in Deutschland (vgl. Abb. 2.1). Der Ursprung des Fleckviehs lässt sich bis ins Mittelalter zurückverfolgen, wo es im Berner Oberland (Schweiz) bereits Erwähnung fand. Ihrer Herkunft nach als Simmentaler bezeichnet, verbreitete sich die Rasse schnell in der Schweiz, in Österreich und in Deutschland. Hier wurden sie mit den vorhandenen Landschlägen gekreuzt. Zunächst als Zweinutzungsrasse gezüchtet, werden heute die beiden Zuchtrichtungen Milch und Fleisch unterschieden. Die Tiere sind mittel- bis großrahmig und besitzen viel Brust- und Flankentiefe bei starkem bis grob wirkendem Fundament. Rassetypisch ist das gescheckte, gelegentlich auch gedeckte hellgelb bis rotbraune Haarkleid. Ein weiteres Kennzeichen ist der dominant weiße Kopf, auch der untere Teil der Beine ist meist weiß. Die Rasse ist behornt, es existieren aber bereits hornlose Linien (GOLZE, 1997; SAMBRAUS, 2001).

Ausgewachsene Mutterkühe erreichen bei Widerristhöhen von 138 bis 145 cm Lebendgewichte von 700 bis 850 kg, die Bullen entsprechend 1.100 bis 1.300 kg bei 148 bis 160 cm Widerristhöhe. Das angestrebte Erstkalbealter liegt bei 24 bis 28 Monaten, das mittlere Geburtsgewicht der Kuhkälber bei 39,0 kg, bei Bullenkälbern um 41,0 kg. Die Milchleistung der Rasse gewährleistet gute Aufzucht- und Mastergebnisse der Kälber. Als mittlere Absetzgewichte im Alter zwischen sieben und acht Monaten werden 280 bis 300 kg für die weiblichen und 300 bis 335 kg für die männlichen Absetzer angegeben. Die Jungbullen erzielten bei der Eigenleistungsprüfung im Feld im Jahr 2006 durchschnittlich 1.436 g Tageszunahmen bei einem mittleren Alter von 433 Tagen (GOLZE, 1997; SAMBRAUS, 2001; BDF, 2007).

2.3 Zuchtziele und Leistungskriterien bei Fleischrindern

Grundsätzlich ist die Nutztierzucht auf die Erstellung von vitalen Tieren ausgerichtet, die unter zukünftigen Produktionsbedingungen einen höchstmöglichen Gewinn sicherstellen (FEWSON, 1993). Die optimalen, rasseeigenen Fähigkeiten bestimmen das Zuchtziel. Ausgerichtet am Zuchtziel werden die Anforderungen in der Leistungsprüfung formuliert. Die im Rahmen der Leistungsprüfung erfassten Daten ermöglichen die Zuchtwertschätzung, die ausschlaggebend für die Selektion der Zuchttiere und somit für den Zuchtfortschritt ist (FÜRST, 2005).
Die Fleischrinderzucht ist allgemein gekennzeichnet durch eine große Anzahl verschiedener Rassen sowie unterschiedliche, den jeweiligen Standortfaktoren angepasste Produktionsverfahren. Hieraus resultiert eine unterschiedliche Schwerpunktsetzung in der Formulierung der Zuchtziele der jeweiligen Rassen, wobei die Übergänge zum Teil fließend sind (WEIHER, 1994; STAMER und GROTHEER, 1998).

Während bei den kleinrahmigen Rassen das Hauptaugenmerk auf der Erhaltung rassetypischer Merkmale und Eigenschaften liegt, wie z.B. Wetterhärte, Genügsamkeit, Eignung zur Landschaftspflege aber auch Mütterlichkeit, gute Fruchtbarkeit und eine hohe Vitalität der Kälber, steht bei den großrahmigen Fleischrassen neben den bereits angeführten Fitness- und Fruchtbarkeitsmerkmalen insbesondere die Steigerung der Produktionsleistung im Vordergrund. Im Allgemeinen werden in der Fleischrinderzucht zwei Merkmalskomplexe von wirtschaftlicher Bedeutung angesehen, die Produktionsleistung in Form der Fleischleistung sowie die Reproduktionsleistung (TRAMPLER und JÄGER, 1976; STAMER und GROTHEER, 1998; vgl. Abb. 2.4).
Die Reproduktionsleistung umfasst neben der Anzahl geborener Kälber je Kalbung und Kälberverlusten im geburtsnahen Zeitraum auch den Kalbeverlauf. Ziel ist hier ein abgesetztes Kalb je Mutterkuh und Jahr. Für den Fleischrinderzüchter stellt insbesondere die bewährte Kuh mit mehreren Nachkommen bei gesicherter Aufzuchtleistung einen nicht zu unterschätzenden Verlasswert dar (STAMER und GROTHEER, 1998; RUTEN und REINHARDT, 2003).
Die Fleischleistung, insbesondere relevant bei Intensivrassen, vereint Mastleistung (hohe Tageszunahmen) und Schlachtkörperwert (ausgeprägtes Fleischansatzvermögen). Züchterisch relevant sind hier Absetz- und Jahresgewicht, die ebenso im Rahmen der Leistungsprüfung wichtige Kenngrößen der Gewichtsentwicklung darstellen. Das Absetzgewicht wird

entscheidend durch Milchleistung und Mütterlichkeit bestimmt (SWALVE, 1993; STAMER und GROTHEER, 1998).

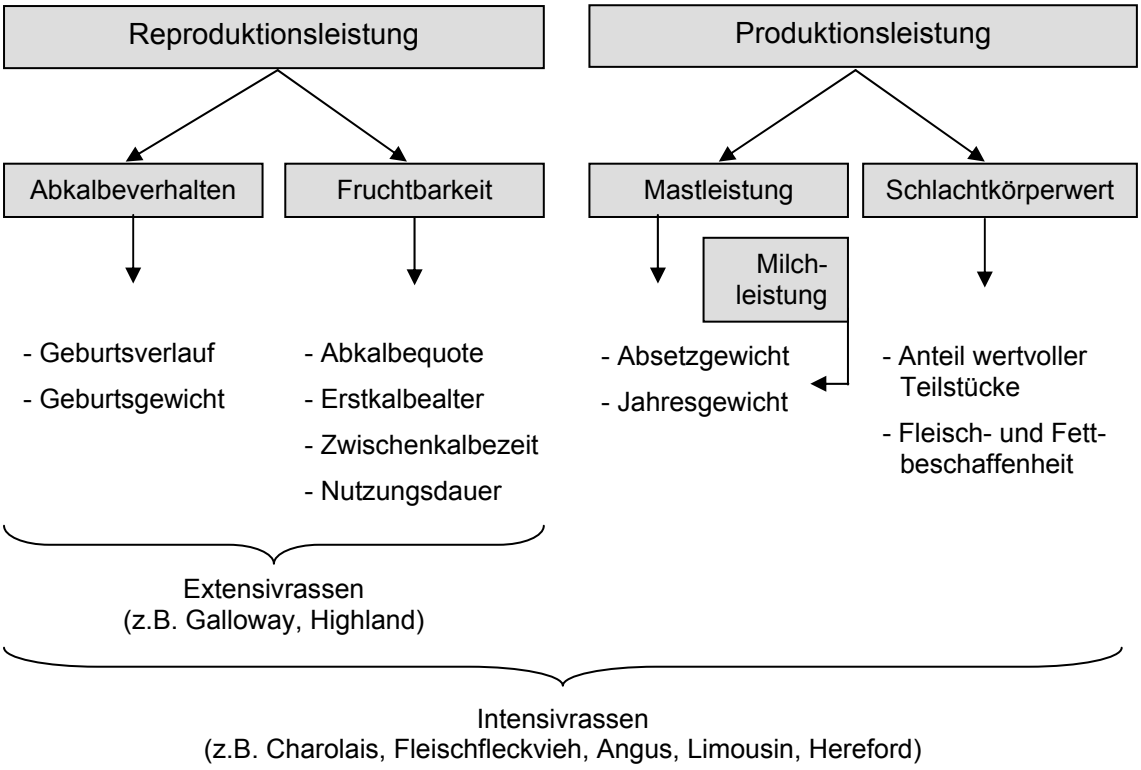


Abb. 2.4: Leistungskriterien in der Fleischrinderzucht (nach GROTHEER, 1996)

Diesen in Abb. 2.4 von GROTHEER (1996) aufgeführten Leistungskriterien kann eine Liste weiterer Merkmale, die ebenfalls in der Fleischrinderzucht von erheblicher Bedeutung sind, hinzugefügt werden. Hier wären beispielsweise Typ, hochaufgehängte Euter mit kleinen Zitzen, korrektes Fundament, geringe Krankheitsanfälligkeit sowie ein guter Charakter und, rasseabhängig, die genetische Hornlosigkeit zu nennen (FÜRST, 2005).

2.4 Zuchtwertschätzung Fleischrinder

2.4.1 Aufgabe der Zuchtwertschätzung

Tierzüchtung meint gezielte Selektion der Elterntiere für die nächste Generation anhand wertvoller genetischer und phänotypischer Eigenschaften. Aufgabe der Zuchtwertschätzung ist die Trennung der genetischen von den umweltbedingten Einflüssen, wobei nur additiv-genetische Effekte erfasst werden können. Additiv-genetische Effekte sind der Teil der genetischen Veranlagung eines Tieres, der im Mittel an die Nachkommen weitergegeben werden kann. Die Zuchtwertschätzung auf Fleischleistung schafft die Voraussetzungen, genetische Unterschiede in Bezug auf Zunahme und Schlachtkörperwert zu erkennen und bei entsprechender Selektion die Wirtschaftlichkeit zu verbessern (STAMER und GROTHEER, 1998; SWALVE, 1998).

2.4.2 Wesentliche Eigenschaften des Zuchtwertschätzverfahrens

Im VIT (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.) wurde 1996 eine Zuchtwert-schätzung für Fleischleistung bei Fleischrinderrassen in Reinzucht entwickelt und wird seit 1997 jährlich durchgeführt. Eine Zuchtwertschätzung erfolgt inzwischen für die Rassen Charolais, Limousin, Blonde d' Aquitaine, Salers, Angus, Hereford, Fleckvieh (Fleisch) und Uckermärker auf der Grundlage von Feld- und Stationsdaten.
Die Zuchtwertschätzung hat sich in den letzten Jahren etabliert und sowohl bei den Züchtern als auch bei den Zuchtorganisationen im Rahmen der Realisierung ihrer Zuchtprogramme an Bedeutung gewonnen. An dieser Zuchtwertschätzung beteiligen sich aktuell 12 Landesverbände (Tab. 2.2). Sie unterliegt einer ständigen Anpassung und Weiterentwicklung bezüglich immer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, veränderter Zuchtzieldefinitionen oder sich ändernder marktwirtschaftlicher Gegebenheiten.

Die Informationsmerkmale im Rahmen der Feldprüfungen werden auf den Herdbuchbetrieben in zwei Wiegesaisons im Jahr (Frühjahr und Herbst) erfasst. Mitarbeiter des jeweiligen Verbandes oder die Besitzer selbst wiegen alle männlichen und weiblichen Jungtiere im Altersabschnitt von 90 bis 280 Tagen für die 200-Tage-Wiegung und im Altersabschnitt von 281 bis 500 Tagen für die 365-Tage-Wiegung. Zudem wird die Bemuskelung zum Zeitpunkt

der Wiegung beurteilt. Zur Gewährleistung einer objektiven Beurteilung kann diese nicht durch die Besitzer selbst erfolgen. Der Zeitpunkt der Gewichtserfassung spielt dabei keine Rolle, solange er im genannten Toleranzbereich stattfindet. Durch entsprechende Korrekturen können diese Leistungen in der Zuchtwertschätzung auf das Zielalter von 200-Tagen bzw. von 365-Tagen korrigiert und damit objektiv vergleichbar gemacht werden.
Zur Berechnung der Tageszunahmen, wenn kein individuelles Geburtsgewicht vorliegt, wird ein rasse- und geschlechtsspezifischer Mittelwert eingesetzt (STAMER und GROTHEER, 1998; RUTEN und REINHARDT, 2003 und 2004; VIT, 2007).

Zusätzlich werden seit 1999 die Leistungen aus der Stationsprüfung des Fleischrinderherdbuchs Bonn in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt. Als Informationsmerkmale werden die Futteraufnahme, das Gewicht bei der 200-Tage-Wiegung (Wiegealter zwischen 90 und 280 Tagen) und bei der 365-Tage-Wiegung (Wiegealter zwischen 281 und 500 Tagen) verwendet, des Weiteren die Bemuskelungsbeurteilungen zu den beiden vorgenannten Wiegungen. Die Merkmale des Gewichts bei der 200-Tage-Wiegung und die Beurteilung der Bemuskelung zu diesem Datum werden in die Zuchtwertschätzung der Felddaten eingespielt. Für die weiteren Merkmale der Stationsprüfung erfolgt eine eigene Schätzung (RUTEN und REINHARDT, 2004; VIT, 2007).

Diese Schätzung erfolgt jeweils mit einem BLUP-Tiermodell nach einem Mehrmerkmalsansatz (BLUP-Mehrmerkmals-Tiermodell). Das Mehrmerkmalsmodell bietet den Vorteil einer gleichzeitigen, optimalen Einschätzung des genetischen Potenzials eines Tieres in mehreren wirtschaftlich interessanten Merkmalen, die gleichzeitig züchterisch bearbeitet werden sollen. Im Tiermodell wird die Verwandtschaft aller Tiere, soweit bekannt, berücksichtigt (RUTEN und REINHARDT, 2004; VIT, 2007).

Nachfolgend ist das Zuchtwertschätzverfahren im Rahmen der Feldprüfung dargestellt (VIT, 2007):

- Die Zuchtwertschätzung Feldprüfung erfolgt mit fünf Merkmalen
  - Geburtsgewicht
  - Absetzgewicht (200-Tage-Gewicht)
  - Jahresgewicht (365-Tage-Gewicht)
  - Bemuskelungsnote 200-Tage
  - Bemuseklungsnote 365-Tage

- Als nichtgenetische oder umweltbedingte Effekte finden Berücksichtigung
  - Herde x Jahr (01.12. bis 30.11.)
  - Geschlecht (männlich, weiblich)
  - Geburtstyp (Einling, Zwilling)
  - Geburtsmonat (12 Monate)
  - Kalbenummer x Mutteralter (10 Klassen)
    Es erfolgt eine Unterteilung der ersten Kalbung in drei Altersstufen, der zweiten Kalbung in zwei Altersstufen und mit der dritten Kalbung keine Unterteilung nach dem Kalbealter. Alle Kalbenummern über fünf werden zusammengefasst.
  - Wiegealter (in Tagen) innerhalb Geschlecht

- Die fixen Effekte Geschlecht, Geburtstyp, Geburtsmonat und Kalbenummer x Mutteralter sowie Wiegealter sind jeweils innerhalb Rasse bzw. Rassengruppe genestet. Als Rasse bzw. Rassegruppen sind definiert
  - Charolais
  - Limousin
  - Blonde d' Aquitaine und Salers
  - Angus
  - Hereford
  - Fleckvieh(Fleisch)
  - Uckermärker

Tab. 2.4 zeigt die in der Zuchtwertschätzung Feldprüfung eingesetzten genetischen Parameter. An genetischen Effekten werden der zufällige Tiereffekt (Zuchtwert) für alle Merkmale und der maternal genetische Effekt (maternaler Zuchtwert) für das Absetzgewicht geschätzt.

Tab. 2.4: Heritabilitäten und genetische Korrelationen der Merkmale in der Fleischrinderzucht – Zuchtwertschätzung Feldprüfung (RUTEN und REINHARDT, 2004; VIT, 2007)

	GebGew	Gew_{200}*	maternal	Gew_{365}*	Bem_{200}*	Bem_{365}*
GebGew	**0,33**	0,40	-0,10	0,50	0,20	0,20
Gew_{200}*		**0,23**	-0,30	0,75	0,70	0,50
maternal			**0,19**	-0,10	0,00	0,00
Gew_{365}*				**0,23**	0,50	0,70
Bem_{200}*					**0,22**	0,80
Bem_{365}*						**0,20**

* Lebendgewicht bzw. Bemuskelung am 200. bzw. 365. Lebenstag

Die folgenden Ausführungen charakterisieren das Zuchtwertschätzverfahren im Rahmen der Stationsprüfung (VIT, 2007):

- Für die Zuchtwertschätzung Stationsprüfung erfolgt die Schätzung mit einem BLUP-Mehrmerkmals-Tiermodell mit drei Merkmalen
  - Futteraufnahme
  - Jahresgewicht (365-Tage-Gewicht)
  - Bemuskelungsnote 365-Tage

- Folgende Umwelteffekte werden im Modell berücksichtigt
  - Rasse
  - Prüfjahr bzw. Prüfquartal
  - Betrieb
  - Durchschnittsgewicht während der Prüfung, genestet innerhalb Rasse
  - Durchschnittsalter während der Prüfung, genestet innerhalb Rasse

Tab. 2.5 zeigt die in der Zuchtwertschätzung Stationsprüfung eingesetzten genetischen Parameter. Als genetischer Effekt wird der zufällige Tiereffekt (Zuchtwert) für alle Merkmale geschätzt.

Tab. 2.5: Heritabilitäten und genetische Korrelationen der Merkmale in der Fleischrinderzucht – Zuchtwertschätzung Stationsprüfung (RUTEN und REINHARDT, 2004; VIT, 2007)

	Futteraufnahme	Gew_{365}	Bem_{365}
Futteraufnahme	**0,32**	0,92	0,75
Gew_{365}		**0,35**	0,71
Bem_{365}			**0,26**

Die geschätzten Zuchtwerte für die Gewichte werden durch eine lineare Transformation in Zuchtwerte für tägliche Zunahmen umgeformt.

In einem Selektionsindexverfahren werden die naturalen Zuchtwerte aus den beiden Schätzungen der Feld- und Stationsergebnisse für die Merkmale Gewicht bei der 365-Tage-Wiegung und Beurteilung der Bemuskelungsnote bei der 365-Tage-Wiegung für alle Tiere mit Leistungen in beiden Schätzverfahren zu kombinierten Zuchtwerten zusammengefasst.

Als Zielgrößen für die Zusammenfassung zu einem Relativzuchtwert Fleisch (RZF; VIT, 2007) sind festgelegt:

- maternaler Zuchtwert (tägliche Zunahme bis zum 200. Tag)
- Zuchtwert für die tägliche Zunahme bis zum 365. Lebenstag
- Zuchtwert für die Bemuskelung am 365. Lebenstag

Die beiden Zuchtwerte für die tägliche Zunahme (maternal und direkt) beschreiben den Komplex der Mastleistung. Die Bemuskelungsnote steht stellvertretend für die Konformation und damit für den Schlachtkörperwert.

Der RZF erlaubt eine Gesamtrangierung aller Tiere einer Rasse, die unter Berücksichtigung der ökonomischen und züchterischen Wertigkeit der Einzelmerkmale (maternale Aufzuchtleistung 40,0 %, Tageszunahmen 40,0 %, Bemuskelung 20,0 %), über alle drei Einzelmerkmale den höchsten ökonomischen Nutzen für den Fleischrinderhalter bringen.
Die Basistiere für diesen Relativzuchtwert sind jeweils die letzten drei mit Nachkommen geprüften Bullenjahrgänge der jeweiligen Rasse. Zum Stand der Veröffentlichung des Jahresberichts für 2005 sind die Bullen mit Nachkommen der Geburtsjahrgänge 1997 bis 2001 für die jeweilige Rasse die Basisstichprobe.

Die Zuchtwertschätzung für Fleischrinder wird routinemäßig einmal im Jahr für die genannten Zuchtpopulationen durchgeführt. Für Bullen werden verbandsspezifische und überregionale Listen erstellt. Ein Bulle wird in der verbandsspezifischen Liste veröffentlicht, wenn er mindestens zwei Nachkommen mit Leistung und mindestens 30,0 % Sicherheit des RZF aufweist. In der überregionalen Liste wird er veröffentlicht, wenn er mindestens fünf Nachkommen mit Leistung und mindestens 40,0 % Sicherheit des RZF aufweist (STAMER und GROTHEER, 1998; RUTEN und REINHARDT, 2003 und 2004; VIT, 2007).

2.5 Modelle zur Schätzung populationsgenetischer Parameter und Kreuzungseffekte

Die Schätzung populationsgenetischer Parameter ist für die Vorhersage des züchterischen Fortschritts von Zuchtprogrammen und für die Erreichung des gesteckten Zuchtziels unerlässlich. Die Vorhersage von Zuchtwerten setzt die Kenntnis von Effektgrößen der (Ko)Varianzen der zufälligen Effekte im statistischen Modell voraus, einschließlich des additiv genetischen Effekts oder des Zuchtwerts. In praktischer Anwendung müssen diese Varianzkomponenten zunächst einmal geschätzt werden (SWALVE, 1993; HOFER, 1998).
Das korrekt aufgebaute, individuell angepasste Merkmalsmodell ist die Basis für die Parameterschätzung. Ein Merkmalsmodell, dem eine Hypothese über das ursächlich bedingte Zustandekommen der auszuwertenden Beobachtungswerte zugrunde liegt, ist somit für jede Parameterschätzung unerlässlich. In dem Modell müssen alle wesentlichen Einflüsse auf die Beobachtungswerte erfasst sein. Neben den primär interessierenden genetischen Einflussgrößen gilt es, auch alle systematisch wirkenden Umwelteinflüsse zu berücksichtigen, um letztendlich den sogenannten Restfehler zu minimieren. Neben dem standardmäßig genutzten Tiermodell werden im Weiteren je nach Umfang der zur Verfügung stehenden Pedigreeinformationen weitere Modelle wie Vatermodell, Vater-Mutter-Modell und Vater-Großvater-Modell u.s.w. unterschieden (SEELAND und BAUDISCH, 1994).

In vielen tierzüchterischen Fragestellungen auf dem Gebiet der Varianzkomponenten-schätzung wird heute von einem gemischten linearen Modell ausgegangen: $\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e}$, wobei $\mathbf{y}$ den Vektor der Beobachtungswerte bezeichnet, $\mathbf{b}$ den Vektor der zu schätzenden fixen Effekte, $\mathbf{a}$ den Vektor der zu schätzenden zufälligen Effekte und $\mathbf{e}$ den Vektor der Resteffekte. $\mathbf{X}$ und $\mathbf{Z}$ sind Designmatrizen, die angeben, auf welche individuellen Klassen der fixen bzw. zufälligen Effekte $\mathbf{y}_i$ sich die Beobachtungswerte verteilen (SCHÜLER et al., 2001).

Erwartungswerte und Varianzen der zufälligen Variablen sind wie folgt definiert:

$$\mathbf{E}\begin{bmatrix}\mathbf{y}\\ \mathbf{a}\\ \mathbf{e}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\mathbf{Xb}\\ \mathbf{0}\\ \mathbf{0}\end{bmatrix},\quad \mathbf{Var}\begin{bmatrix}\mathbf{y}\\ \mathbf{a}\\ \mathbf{e}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\mathbf{V} & \mathbf{ZG} & \mathbf{R}\\ \mathbf{GZ'} & \mathbf{G} & \mathbf{0}\\ \mathbf{R} & \mathbf{0} & \mathbf{R}\end{bmatrix}$$

$\mathbf{V}$ stellt die Varianz/Kovarianzmatrix der Beobachtungswerte $\mathbf{y}_i$ dar, $\mathbf{G}$ die Varianz/Kovarianzmatrix der zufälligen Effekte und $\mathbf{R}$ die Varianz/Kovarianzmatrix der Restfehler. Es gilt: $\mathbf{V} = \mathbf{ZGZ'}+\mathbf{R}$.

Aufgabe der Varianzkomponentenschätzung in der Tierzucht ist die Schätzung von $\mathbf{G}$ und $\mathbf{R}$. Im Ein-Merkmals-Fall, mit nur einer Beobachtung pro Tier und einem Modell mit nur dem genetischen Effekt als zufälligem Effekt, sind dies die Skalare σ_a^2 und σ_e^2 (additive genetische und Restvarianz). Im Tiermodell (wo jedes einzelne Tier eine Effektstufe des Effekts Tier darstellt) gilt gleichzeitig noch, dass $\mathbf{Var(a)} = \mathbf{A}\sigma_a^2$. Hierbei bezeichnet $\mathbf{A}$ die Verwandtschaftsmatrix, die die additiv genetischen Verwandtschaftskoeffizienten zwischen allen Tieren enthält.

Für komplexere Modelle kann eingangs genanntes Modell für die Varianzkomponentenschätzung um notwendige Effekte wie permanente Umwelteffekte, maternal genetische Effekte oder Dominanzeffekte erweitert werden (HOFER, 1998; SCHÜLER et al., 2001).

Die Untersuchung von SWALVE (1993) stellt auf diesem Gebiet wohl eine der bisher umfangreichsten und aussagekräftigsten Quellen dar. Ziel seiner Untersuchung war die Schätzung genetischer und phänotypischer Parameter unter der Verwendung verschiedener Tiermodelle und unter Berücksichtigung maternaler Effekte.

Ausgewählte Produktionsmerkmale waren Geburts-, Absetz-, Jährlings- und Endgewicht. Als Tiermaterial stand australisches Fleckvieh aus dem Breedplan der Australischen Simmental Breeders Association zur Verfügung. Hieraus wurde ein Teildatensatz von etwas mehr als 18.000 Tieren einer Varianzkomponentenschätzung unterzogen.

Zur Varianzanalyse wurden als fixe Effekte eine Kombination aus Herde-Jahr-Saison sowie Geschlecht, Geburtstyp (Einling oder Zwilling) und Reinzuchtanteil (≥ 75,0 % Simmental) berücksichtigt. Der Herde-Jahr-Saison Effekt wurde zudem in Managementgruppen unterteilt, soweit Daten dazu vorlagen. Zudem wurden Alter der Mutter und Alter des Kalbes zu den Wiegeterminen (ausgenommen beim Geburtsgewicht) berücksichtigt. Für die zufälligen Effekte der Modelle wurden für alle Merkmale sechs verschiedene Kombinationen von

additiv genetischen, maternal genetischen und permanenten Umwelteffekten sowie die Kovarianz zwischen additiv genetischem und maternal genetischem Effekt benutzt. Die Schätzwerte wurden im Anschluss über sogenannte Gruppenherden (insgesamt sechs) gepoolt.

Die Schätzung maternaler Effekte und der dazugehörigen genetischen Parameter ist von Natur nicht unproblematisch. Definiert wird der maternale Effekt als Einfluss auf den Phänotypwert des Nachkommen, bestimmt durch dessen Mutter (SCHÜLER et al., 2001). Als das erste von zwei Grundproblemen in der Schätzung maternaler Effekte wird die Vermengung („confounding“) des maternalen Effekts mit dem genetischen Beitrag der Mutter auf den Genotyp des Nachkommen angegeben; eine klare Trennung ist nicht möglich. Aus der Sicht der Mutter ist der maternale Effekt somit ein Ergebnis ihres Genotyps in Verbindung mit Umweltfaktoren. Aus der Sicht des Nachkommen kann der maternale Einfluss als natürlicher Umweltfaktor angesehen werden, welcher die Darstellung des Genotyps im messbaren Merkmal bestimmt (WILLHAM, 1980; SWALVE, 1993). Das zweite Grundproblem stellt die Möglichkeit einer negativen genetischen Korrelation zwischen direktem und maternalem Effekt dar (LEGATES, 1972; WILLHAM, 1980; SCHÜLER et al., 2001).

DODENHOFF et al. (1999) verglichen in der Varianzkomponentenschätzung für die Absetzgewichte 12 reinrassiger und gekreuzter Fleischrinderrassen mit je 794 bis 3.465 Tieren je Population zwei Einmerkmals-Tiermodelle. Die zugrunde gelegten Verwandtschaftsmatrizen beinhalteten zwischen 1.244 und 4.326 Datensätze. Modell 1 beinhaltete den zufällig direkten und den maternal genetischen Effekt, den permanent maternalen Umwelteffekt sowie den restlichen Umwelteffekt und schließlich den fixen kombinierten Effekt Geschlecht x Jahr und das Alter der Mutter. Modell 2 enthielt zusätzlich zu Modell 1 den zufällig großmütterlich genetischen und den permanent großmütterlichen Effekt, in Anbetracht des maternalen Effekts der Kuh auf die mütterlichen Fähigkeiten ihrer Tochter. Die Ergebnisse dieses Modellvergleichs für das Absetzgewicht zeigten, dass großmütterliche Effekte in manchen Populationen existieren können. Wenn in diesem Fall der großmütterliche Effekt ignoriert würde, wäre die Unterschätzung des maternalen Effekts eine mögliche Folge und die Verzerrung der Korrelation zwischen direktem und maternal genetischem Effekt nach unten.

Bei MEYER (1992, 1993) findet sich eine repräsentative Darstellung zur Schätzung direkter und maternaler Effekte und weiterer genetischer sowie phänotypischer Parameter zu Produktionsmerkmalen bei australischen Fleischrindern auf der Grundlage von Felddaten. Als fixe Effekte wurden berücksichtigt Geschlecht, Geburtstyp, Herden-Managementgruppen (soweit erfasst) und für den zusammengesetzten Herde-Jahr Effekt zweimonatlich die Zeit des Wiegens. Unterschiede im Wiegealter (außer für Geburtsgewicht) und Alter der Mutterkühe wurden als Kovariable berücksichtigt. Für die Tageszunahmen nach dem Absetzen wurden beide Wiegealter (als Absetzer und Jährling) sowie wegen der nicht einheitlich andauernden Periode nach dem Absetzen, das Alter bei der Endgewichterfassung berücksichtigt. Für die Varianzkomponentenschätzung, die sowohl univariat als auch bivariat durchgeführt wurde, wurden für alle Merkmale Tiermodelle verwendet, unter Berücksichtigung aller verfügbaren Pedigreeinformationen. Maternal genetische und permanente maternale Umwelteffekte wurden innerhalb unterschiedlicher Modellkonstruktionen in Betracht gezogen und entsprechend die Kovarianz zwischen maternal genetischem und additiv genetischem Effekt geschätzt.

Das Ziel von GRAHAM et al. (1999) war es, durch Verpaarung verschiedener Fleischrinderrassen Erkenntnisse zum Einfluss der Rasse auf Geburtsgewicht und Tragzeit zu erhalten. Unter Berücksichtigung dieser Fragestellung verwendeten sie für die Varianzanalyse im Merkmal Geburtsgewicht der Kälber folgenden Modellaufbau: Die Tragzeit als Kovariable, zudem die fixen Effekte Mutterrasse, Vaterrasse, Geschlecht sowie die kombinierten fixen Effekte Kuhrasse + Vaterrasse, Kuhrasse + Geschlecht, Vaterrasse + Geschlecht sowie Mutterrasse + Vaterrasse + Geschlecht. Für das Merkmal Tragzeit wurde ein entsprechendes Modell verwendet, nur mit dem Unterschied, dass das Geburtsgewicht die Kovariable darstellte.

Zur Schätzung von Kreuzungsparametern verwendeten DEMEKE et al. (2003a und b) fünf genetische Modelle zur Analyse von Produktionsmerkmalen (Gewichten und Zunahmen). Ein Dominanz- und vier epistatische Modelle (Dickerson-Modell, Additive x Dominanz- bzw. Dominanz x Dominanz-Interaktionsmodell und Kinghorn's Modell). In den hier vorliegenden Untersuchungen zeigten alle Modelle eine gute Anpassung mit R^2-Werten von im Mittel 93,0 % über alle Merkmale, wobei die epistatischen Modelle für alle Merkmale die signifikant bessere Anpassung zeigten als das Dominanzmodell. Unter den epistatischen Modellen erwies sich das Dickerson-Modell mit signifikant höheren R^2-Werten und

geringeren Standardfehlern bei der Parameterschätzung als das am besten geeignete zur Schätzung von Kreuzungsparametern. Hier wurden zunächst umweltbedingte und weitere geeignete fixe Effekte für die Varianzanalyse definiert. Die fixen Effekte umfassten für alle Merkmale Genotyp, Geschlecht, Altersgruppe (zusammengesetzt aus Gruppe, Geburtsjahr und –saison) und Parität, während Absetz- und Jährlingsalter als Kovariablen für die Merkmale Absetz- und Jährlingsgewicht berücksichtigt wurden. Interaktionen erwiesen sich als nicht signifikant. Zudem wurden die zufälligen Effekte Tier und maternaler Effekt miteinbezogen, einschließlich der Kovarianz zwischen dem Tier und dem additiven Effekt der Mutter, um in der abschließenden Kreuzungsparameterschätzung den Fehler der Unterschätzung der Standardfehler zu minimieren.

2.6 Leistungsniveau und Schätzparameter

2.6.1 Reproduktionsmerkmale und korrelierte Effekte zur Gewichtsentwicklung

Eine effiziente Produktion in jeder Tierart ist abhängig von erfolgreicher Reproduktion sowie von einer guten, effizienten Entwicklung der Nachkommen (DICKERSON, 1970). Für den kommerziellen Kuh/Kalb-Produzenten, dessen primäres Interesse die Produktion eines gesunden Kalbes pro Kuh und Jahr ist, ist kein Einflussfaktor von größerer Bedeutung als die zuverlässige Reproduktionsleistung der weiblichen Tiere (DOYLE et al., 2000). Die Kalbeleistung des Muttertieres und die Lebensfähigkeit des Kalbes unterliegen dabei dem Einfluss direkter und maternaler Effekte, mit, wie allgemein bei Reproduktions- und Fitnessmerkmalen, geringen Werten für die Heritabilität, was eine züchterische Bearbeitung dieser Merkmale erheblich erschwert (KOOTS et al., 1994a; ERIKSSON et al., 2004a).
In den Anfängen der Fleischrinderzucht wurde bei der Selektion der Fleischrinderrassen hauptsächlich auf Wachstumsvermögen und Fleischansatz selektiert. Auf Informationen bzgl. genetischer Korrelationen zwischen Produktions- und Reproduktionsmerkmalen liegt seit einigen Jahrzehnten mehr und mehr das Augenmerk wissenschaftlicher Fragestellungen (vgl. MAC NEIL et al., 1984; SMITH et al., 1989; MEYER et al., 1991; REGE und FAMULA, 1993; GREGORY et al., 1995; SPLAN et al., 1998; VARONA et al., 1999; PHOCAS und SAPA, 2004).

Der Kalbeverlauf steht in unmittelbarem Zusammenhang zu Geburtsgewicht und Körpergewichtsleistungen während späterer Entwicklungsstadien. Das Geburtsgewicht gilt allgemein als Indikatormerkmal, um Kalbeprobleme zu vermeiden (MÁRQUEZ et al., 2001a; ERIKSSON et al., 2004a). In unabhängigen Untersuchungen geschätzte Korrelationen belegen den Zusammenhang zwischen „nicht überdurchschnittlichem Geburtsgewicht“ und „weniger Kalbeproblemen“ sowie die negativen Auswirkungen dieser Beziehung, da das Geburtsgewicht positiv korreliert ist mit der Gewichtsentwicklung während späterer Entwicklungsstadien (vgl. u.a. DICKERSON et al., 1974; BARLOW, 1978; MEIJERING, 1984; MOHIUDDIN, 1993; RITCHIE und STROHBEN, 1993; KOOTS et al., 1994b; GREGORY et al., 1995; MACNEIL et al., 1998; BENNETT und GREGORY, 2001; ERIKSSON et al., 2004a).

GREGORY et al. (1991) sowie BENNETT und GREGORY (1996 und 2001) schätzten an neun Rassen und drei daraus hervorgegangenen zusammengesetzten Linien u.a. Varianzkomponenten für den Kalbeverlauf und Gewichte früher Entwicklungsstadien. Anhand von 5.986 erfassten Scores zum Kalbeverlauf schätzten die Autoren für zweijährige Färsen (von 520 Bullen und 388 Großmüttern mütterlicherseits) eine Heritabilität für die in Reinzucht abkalbenden von 0,37 und einem maternalem Effekt von 0,23. Die Schätzwerte für die Abkalbungen der zusammengesetzten Linien lagen für die Heritabilität im Mittel bei 0,46, für den maternalen Effekt bei 0,22. Die einzelnen Schätzwerte für den Kalbeverlauf für die jeweiligen Populationen wurden als Abweichung in Prozent zum Gesamtmittel dargestellt, wobei die Rassen Angus, Limousin, Charolais und Red Poll mit bis zu 34,0 % unter dem Mittelwert lagen, demnach also deutlich weniger Kalbeschwierigkeiten zeigten als der Durchschnitt. Hereford und die zusammengesetzten Linien mit (Pinzgauer x Angus) x (Red Poll x Hereford) bzw. x (Pinzgauer x Angus) x (Hereford x Red Poll) sowie deren reziproke Kreuzungen lagen immerhin noch 2,0 bis 6,0 % unter dem Wert für den mittleren Kalbeverlauf. Die weiteren zusammengesetzten Linien ((Charolais x (Limousin x Hereford)) x ((Braunvieh x (Limousin x Angus)) bzw. ((Charolais x (Limousin x Angus)) x ((Braunvieh x (Limousin x Hereford)) und ((Gelbvieh x Hereford) x (Simmental x Angus)) bzw. ((Gelbvieh x Angus) x (Simmental x Hereford)) sowie deren reziproke Kreuzungen, einschließlich der Reinzuchtpopulationen Simmental, Gelbvieh, Pinzgauer und Braunvieh zeigten um 4,0 bis 32,0 % schlechtere Werte, und somit über dem Mittel für den Kalbeverlauf liegende Scores.

GREGORY et al. (1991) schätzten weiterhin Rasseeffekte und Heterosis für Kalbeprobleme und Merkmale der frühen Gewichtsentwicklung u.a. an Einfachkreuzungen aus demselben Datenmaterial der neun Fleischrinderrassen (Red Poll, Hereford, Angus, Limousin, Braunvieh, Pinzgauer, Gelbvieh, Simmental und Charolais). Die für die neun Elternrassen geschätzten Rasseeffekte waren signifikant für alle Merkmale, Kalbeverlauf, Geburtsgewicht, 200-Tage-Gewicht und Absetzgewicht. Nach GREGORY et al. (1991) eröffnen die gefundenen signifikanten Rasseunterschiede ($p \leq 0,05$) in additiv direkten und additiv maternalen genetischen Effekten die Möglichkeit der Nutzung von genetischen Differenzen zwischen Rassen um jeweils optimale Linien für eine große Auswahl absatzorientierter Produktionssysteme bereitstellen zu können. In der F_1-Generation fanden die Autoren signifikante Heterosis für Kalbeprobleme gepoolt über alle Rassen. Ebenso fanden die Autoren mittlere Heterosis für Geburtsgewicht, 200-Tage-Gewicht und Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen in der F_1-Generation, ebenfalls signifikant mit $p \leq 0,05$.
In ihrer Auswertung zu verschiedenen Reproduktionsmerkmalen bei Rotationskreuzungen mit Angus, Brahman, Charolais und Hereford konnten WILLIAMS et al (1990) nur bei Bullenkälbern einen signifikanten Einfluss des Geburtsgewichts auf den Kalbeverlauf feststellen. Jedes Kilogramm mehr an Geburtsgewicht des Bullenkalbs ließ das Risiko notwendiger Unterstützung beim Kalben um 0,127 % ansteigen ($p < 0,01$). Demgegenüber verursachte ein Kilogramm mehr an Geburtsgewicht bei Kuhkälbern eine unbedeutende und nicht signifikante Risikozunahme von 0,015 % ($p > 0,15$).

Viele Studien bestätigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Geburtsgewicht und Kalbeverlauf, insbesondere in Abhängigkeit vom Laktationsstadium der Kuh (u.a. REYNOLDS et al., 1990; RITCHIE und STROHBEN, 1993; ERIKSSON et al., 2004a; PHOCAS und SHAPA, 2004).
PHOCAS und LALOË (2003) untersuchten die Geburtsverläufe von 246.576 Charolaiskälbern, einer Rasse, der allgemein Problemkalbungen nachgesagt werden. Die absolute Mehrheit der Kalbungen (56,0 %) verlief ohne Hilfe, 37,2 % hatten nur geringe Schwierigkeiten. 3,2 % benötigten mechanische Unterstützung in Form von Zughilfe und in 3,6 % der Fälle wurde ein Kaiserschnitt nötig.
PHOCAS und SHAPA (2004) verglichen Reproduktions- und Wachstumsleistungen von Färsen der Rassen Charolais, Limousin und Blonde d' Aquitaine über mehr als 15 Jahre. Hintergrund der Untersuchung war die Schätzung genetischer Parameter für weibliche Fruchtbarkeitsmerkmale, erhoben in einem französischen Fleischrinderzuchtprogramm zur

Bullenselektion zur künstlichen Besamung. Die Nachkommen wurden auf Station getestet, um die umweltbedingte Variabilität möglichst gering zu halten. Die aufgenommenen weiblichen Merkmale umfassten das Wachstum der Färsen, ihre sexuelle Frühreife, ihre Fruchtbarkeit, ihr Kalbeverhalten im Alter von 28 Monaten und teilweise ihre Milchleistung. Die Limousinfärsen wiesen die späteste sexuelle Reife auf. Nur ca. 30,0 % der Färsen zeigten den Oestrus im Alter von 15 Monaten, verglichen mit ca. 60,0 % und mehr in den beiden anderen Rassen. Auch besaßen die Limousinfärsen die geringsten Milchmengen mit im Mittel unter 5,0 kg/d, verglichen mit Mittelwerten um die 6,0 kg/d innerhalb der beiden anderen Rassen. Im Lebendgewicht im Alter von 18 Monaten zeigten die Charolaisfärsen mit im Mittel 481,3 ± 34,34 kg das höchste Gewicht, gefolgt von Blonde d' Aquitaine mit 472,7 ± 38,78 kg und Limousin mit 420,1 ± 29,68 kg. Entsprechende Rangierung blieb auch beim Gewicht nach der ersten Abkalbung bestehen: 557,6 ± 43,97 kg, 530,4 ± 46,63 kg und 488,8 ± 39,69 kg. Diese beiden Gewichtsmerkmale waren in Höhe von 0,9 genetisch korreliert. Im Kalbeverlauf, beurteilt nach zwei Kriterien, leichtes Abkalben und schwere Zugarbeit oder Kaiserschnitt, erwiesen sich die Limousinfärsen mit im Mittel 25,8 ± 41,30 % Kalbeproblemen am schwierigsten, knapp gefolgt von Blonde d' Aquitaine mit 23,6 ± 40,57 %. Mit nur 15,4 ± 35,55 % kalbten die Charolaisfärsen im Mittel am besten ab. Die geschätzten Heritabilitäten für Kalbeprobleme lagen für Limousin bei 0,12, für Charolais bei 0,15 und für Blonde d' Aquitaine bei 0,18. Aufgrund der der Rasse Charolais allgemein nachgesagten Schwerkalbigkeit waren die eingesetzten Charolaisbullen als einzige auf Kalbeverlauf selektiert worden.

GREGORY et al. (1991) verglichen in ihrer Untersuchung zu Rasseeffekten und Heterosis u.a. Reinzuchttiere der neun eingesetzten Ausgangsrassen hinsichtlich Kalbeschwierigkeiten und Überlebensraten. Die Bewertung des Kalbeverlaufs wurde mittels einer nach subjektiven Eindrücken aufgebauten 8-Punkte-Skala vorgenommen (1 = keine Schwierigkeiten, 2 = leichte Zughilfe von Hand, 3 bis 6 = leichte, geringfügige, mäßige bzw. große mechanische Zughilfe, 7 = Kaiserschnitt und 8 = Fehllage im Mutterleib). Die in der Varianzanalyse ermittelten LSQ-Rassemittelwerte reichten von 1,2 Punkten bei der Rasse Angus als beste Bewertung bis zum höchsten (= schlechtesten) Wert für Braunvieh von 2,0 Punkten. Die neun Rassen unterschieden sich im Auftreten von Kalbeschwierigkeiten hoch signifikant ($p \leq 0,01$) und waren im einzelnen wie folgt rangiert: Angus 1,2, Red Poll 1,4, Hereford und Limousin 1,5, Charolais 1,7, Gelbvieh und Simmental 1,8, Pinzgauer 1,9 und schließlich 2,0 für Braunvieh. Prozentual ausgedrückt kam es bei den Anguskühen in nur

8,0 % der Fälle zu Kalbeschwierigkeiten, während bei Pinzgauer- und Braunviehkühen in 25,5 bzw. 25,6 % der Kalbungen Schwierigkeiten auftraten. Im Auftreten von Totgeburten wurden keine signifikanten Rasseunterschiede festgestellt. Die Totgeburtenraten aller Kälber lagen im Bereich von 1,5 % für Charolais bis 3,1 % für Hereford relativ eng beieinander. Im Hinblick auf die Überlebensraten der Kälber innerhalb der ersten drei Lebenstage bzw. im Hinblick auf die Absetzraten unterschieden sich die Rassen signifikant ($p \leq 0,05$) bzw. höchst signifikant ($p \leq 0,001$). Überlebensraten von über 95,0 % lagen vor bei Red Poll (95,8 %), Charolais und Gelbvieh (95,7 bzw. 95,2 %). Mit 94,9 % folgte Braunvieh, die weiteren Rassen (Limousin, Hereford, Simmental und Angus) lagen zwischen 93,7 % und 93,2 %. Bei den Pinzgauer-kälbern lagen die Verluste innerhalb der ersten drei Lebenstage mit einer Überlebensrate von 92,9 % am höchsten.
Die höchst signifikanten Rasseunterschiede hinsichtlich der Absetzrate ergaben folgende Rangierung (in %): 93,1 Red Poll, 90,3 Gelbvieh, 90,1 Charolais, 89,7 Angus, 89,4 Hereford, 89,2 Braunvieh, 88,9 Limousin, 88,8 Pinzgauer und schließlich 86,8 Simmental.
MÁRQUEZ et al. (2001a) verglichen im Rahmen einer Varianzanalyse den Kalbeverlauf von 50 reinrassigen Limousinkühen im Norden Mexikos mit unterschiedlichem Kalbealter und betrachteten weiterführend das Geburtsgewicht, das sich als Haupteinflussfaktor herausstellte. Bei den jüngeren Färsen (durchschnittliches Kalbealter 29 Monate) traten mit 29,8 % vs. 11,45 % signifikant mehr Kalbeprobleme auf ($p < 0,05$) als bei den älteren mit einem durchschnittlichen Kalbealter von 57 Monaten. Die LS-Means für die Geburtsgewichte lagen für die Kälber der jüngeren Färsen zwischen 36,0 und 37,9 kg. Die Geburtsgewichte der Kälber aus den älteren Kühen rangierten zwischen 38,5 bis 43,7 kg. Die über alle Tiere geschätzten Heritabilitäten lagen für den Kalbeverlauf bei 0,05 ± 0,04 und für das Geburtsgewicht bei 0,29 ± 0,07. Korrelationen zwischen Geburtsgewicht und Kalbeverlauf wurden nicht geschätzt.

Die Beziehung zwischen Geburtsgewicht und Mortalitätsrate hingegen ist weniger eindeutig. Kalbeprobleme, insbesondere zur ersten Abkalbung, lassen die Wahrscheinlichkeit des Verlustes von Muttertier und/oder Kalb ansteigen (LASTER et al., 1973; WELLER et al., 1988). Gleichzeitig sind ein Anstieg der Arbeits- und Veterinärkosten zu verzeichnen und geringere Erlöse aufgrund langsamerer Körpergewichtsentwicklung (LASTER et al., 1973; MEIJERING, 1984; MEIJERING und POSTMA, 1985; PHOCAS und LALOË, 2003.).
Nach MEIJERING (1984) scheint ein optimales Geburtsgewicht in Beziehung zur Lebensfähigkeit des Kalbes zu existieren. KOOTS et al. (1994b) berichten von einer positiven

genetischen Korrelation zwischen Geburtsgewicht und perinataler Mortalität, wobei die meisten Untersuchungen von über dem Optimum liegenden Geburtsgewichten berichten.

Um die aus ökonomischer Hinsicht akzeptablen Raten von Schwer- und Totgeburten in der Milchviehhaltung von niederländischen Schwarzbunten bei Kreuzung mit Fleischrassen zu ermitteln, berechnete MEIJERING (1980) die Unterschiede im Netto-Ertrag zwischen durchschnittlichen reinrassigen schwarzbunten Kälbern und Kreuzungskälbern aus Subpopulationen mit unterschiedlichen Geburtsgewichten. Es ergaben sich positive Unterschiede im Netto-Ertrag zu Gunsten der Kreuzungskälber. Die Resultate dieser Berechnungen deuten an, dass höhere Schwergeburten- und Totgeburtenraten kein Hindernisgrund für die Kreuzung mit Fleischrassen sein müssen. Unter den angenommenen Bedingungen begünstigte die Gebrauchskreuzung die Wirtschaftlichkeit der Milchviehpopulation, wobei das finanzielle Risiko für den einzelnen Milchviehhalter relativ gering blieb. Allerdings bezogen sich diese Resultate ausschließlich auf Kühe, nicht auf Färsen.

WILLIAMS et al. (1990) kreuzten Angus, Charolais und Hereford jeweils mit Brahmanrindern in verschiedenen Kreuzungssystemen zur näheren Betrachtung von Reproduktionsmerkmalen. Neben den Kreuzungen wurden Reinzuchttiere als Kontrollgruppen angepaart. Von Interesse in der Untersuchung waren insbesondere Abkalbe-, Überlebens- sowie Absetzraten. Die Rotationsanpaarungssysteme zeigten untereinander vergleichbare Abkalbe- und Überlebensraten, die signifikant ($p < 0,01$) über denen der Reinzuchten lagen. Drei- und Vierrassenrotationssysteme wiesen mit 81,5 ± 1,1 % und 80,8 ± 2,0 % vergleichbare Absetzraten auf, wohingegen die Absetzraten bei der Zweirassenrotation mit 77,1 ± 1,2 % niedriger angesiedelt waren. Alle Dreirassenkreuzungen zeigten vergleichbare Abkalbe-, Überlebens- und Absetzraten. Rotationskombinationen erschienen den Autoren mit $p < 0,05$ den Reinzuchten in den angesprochenen Merkmalen überlegen zu sein.

SMITH et al. (1976) berichteten von 5,1 % Kälberverlusten innerhalb 24 h post partum bei Einfachkreuzungen aus Hereford- und Anguskühen und von Bullen der Rassen Hereford, Angus, Jersey, South Devon, Limousin, Charolais sowie Simmental. Differenziert betrachtet und in Beziehung gesetzt zum Geburtsverlauf, verstarben gemittelt über alle Herkünfte 11,5 % der Kälber, die während der Kalbung beträchtliche Unterstützung benötigten. Demgegenüber verstarben nur 3,1 % der Kälber, die problemlos oder mit nur leichter Zughilfe auf die Welt kamen. Störungen im Geburtsverlauf beeinflussten die Überlebensrate ab 24 h post partum bis zum Absetzen nicht signifikant ($p > 0,05$). GREGORY et al. (1978)

und GREGORY et al. (1979) berichteten in ihrer Studie von Kälberverlusten in ähnlicher Höhe von 4,0 % bzw. 5,5 %, bezogen auf einen Zeitraum von 72 h post partum bzw. von 2,8 % und 3,1 % Kälberverlusten innerhalb der ersten 24 Lebensstunden bei Angus x Hereford Kreuzungen, 1,3 % für Red Poll x Hereford und 4,4 % für Pinzgauer x Hereford Kreuzungen. LAWLOR et al. (1984) beobachteten in ihrer Untersuchung lediglich 1,0 % Kälberverluste innerhalb der ersten 24 h post partum für Kreuzungskälber aus Angus x Hereford. Die mittleren Aufzuchtverluste lagen bei REYNOLDS et al. (1990) bei 8,6 % und waren somit höher als die von GREGORY et al. (1978) und GREGORY et al. (1979) festgestellten Verluste in Höhe von 7,1 bzw. 7,4 %.

REYNOLDS et al. (1990) führten Untersuchungen zu Wachstums- und Mortalitätsraten unter Berücksichtigung des rassespezifischen Typs (Rahmen und Milchleistung) durch. Ausgewählt wurden für die Untersuchung vier Vaterrassen, wobei Angus und Red Poll als Rasserepräsentanten des mittleren Rahmens und Pinzgauer und Simmental als Vertreter der großen Rassen ausgewählt wurden. Angus und Pinzgauer standen für Rassen mit mittlerer Milchleistung und Red Poll gemeinsam mit Simmental für Rassen mit hoher Milchleistung. Diese vier Vaterrassen wurden über vier Jahre an Herefordkühe angepaart. In der Auswertung konnten Daten von insgesamt 630 Kälbern (zwischen 152 und 165 je Vaterrasse) berücksichtigt werden. Herefordkühe, die mit Bullen der beiden großrahmigen Rassen verpaart wurden, zeigten vermehrt Kalbeprobleme gegenüber den Herefordkühen, die mit Bullen mittleren Rahmens verpaart wurden, d.h. bei den Kalbungen war ein Einschreiten (leichte Zughilfe von Hand, mechanische Zughilfe bis hin zum Kaiserschnitt) notwendig (23,3 % vs. 12,0 %; $p < 0,01$). Das Kalbealter der Mutter beeinflusste mit $p < 0,01$ den Kalbeverlauf, die geschätzte Korrelation ($p < 0,01$) zwischen dem Alter der Mutter und dem Kalbeverlauf lag bei -0,37. Die meisten Kalbeprobleme traten bei zwei- bis dreijährigen Kühen auf. Die Vaterrasse beeinflusste das Geburtsgewicht mit $p < 0,01$, die Angus-Kreuzungen waren die leichtesten, die Simmentalkreuzungen die schwersten. Die Korrelation zwischen Geburtsgewicht und Kalbeproblemen lag bei 0,10. Kälbeverluste waren ähnlich für alle Nachkommen der verschiedenen Vaterrassen ($p > 0,10$). Die mittlere Kälbersterblichkeit um den Kalbezeitraum herum lag in dieser Studie bei nur 2,5 % (2,8 % weibliche Kälber gegenüber 2,3 % männlicher Kälber; $p < 0,05$), dies entspricht 16 Kälbern. Eine Autopsie erklärte den Tod von 14 der 16 Kälber als eine Folge tödlicher Verletzungen während des Geburtsprozesses. Die Kälber der Vaterrassen mit hohem Milchleistungsniveau (Red Poll und Simmental) übertrafen die Kälber aus Vaterrassen mit nur mittleren Milchmengen um im Mittel 1,3 kg im Geburtsgewicht ($p < 0,01$), jedoch nicht im Absetzgewicht oder in den

Tageszunahmen ($p > 0,10$). Der signifikante Unterschied in Bezug auf die mittleren Tageszunahmen und das 200-Tage-Gewicht war bedingt von der Vaterrasse ($p < 0,01$), nicht vom schwereren Typ oder vom Milchniveau abhängig. Der Leistungsunterschied schlug sich in den höchsten Tageszunahmen und dem höchsten 200-Tage-Gewicht für Kälber der Vaterrasse Simmental mit 767 g/d bzw. 193,8 kg nieder, nahe dabei lagen die Kälber der Vaterrasse Angus (760 g/d und 187,0 kg). Mit deutlicherem Abstand folgten die Vaterrassen Pinzgauer und Red Poll, mit 727 g/d und 186,0 kg bzw. 714 g/d und 180,6 kg. Interaktionen zwischen Typ und Milchleistung der Vaterrassen stellten die Autoren für Geburtsgewicht, Tageszunahmen bis zum Absetzen und 200-Tage-Gewicht fest. Aus der signifikanten Interaktion zwischen der Größe der Vaterrasse und deren Milchleistungsniveau schlossen die Autoren, dass nicht die gesamte genetische Variation im Geburtsgewicht durch die Größe und das Milchleistungspotenzial der Vaterrasse erklärt werden kann. Die Effekte individueller Väter innerhalb einer Rasse auf das Geburtsgewicht sind allgemein bekannt. Kälberverluste während der Aufzucht waren signifikant zu $p < 0,05$ nur durch das Jahr, insbesondere durch die herrschenden Witterungsbedingungen beeinflusst. Die Wachstumsraten, ebenso wie das 200-Tage-Gewicht differierten jahresabhängig, ($p < 0,01$). Die mittleren Aufzuchtverluste über den gesamten Zeitraum lagen bei 8,6 %.

ERIKSSON et al. (2004a) schreiben, dass zur züchterischen Verbesserung hinsichtlich Kalbeverlauf und Totgeburten vermehrt direkte Felddaten berücksichtigt werden sollten. Die Autoren schätzten dazu in einer groß angelegten Untersuchung genetische Parameter für direkte und maternale Effekte für Kalbeprobleme, Totgeburten sowie Geburtsgewicht aus Erst- und Mehrkalbskühen der Rassen Charolais und Hereford in Schweden. Die Untersuchung berücksichtigte Geburtsgewichte von 60.309 Charolais- und 30.789 Herefordkälbern sowie Kalbeverläufe für 74.538 Charolais- und 37.077 Herefordkälber. Das Auftreten problembehafteter Kalbungen und Totgeburten lag bei ungefähr 6,0 % für Erstkalbskühe und 2,0 % für Mehrkalbskühe beider Rassen. Weniger als die Hälfte der tot geborenen Kälber stammten dabei aus Problemkalbungen. Heritabilitäten für Geburtsgewicht reichten schätzmethodenabhängig (uni- bzw. bivariat) für die Kälber beider Rassen aus Erst- und Mehrkalbskühen von 0,44 bis 0,51, Schätzwerte für den maternalen Effekt lagen zwischen 0,06 und 0,15. Für Heritabilitäten hinsichtlich der Kalbeprobleme lagen die Werte zwischen 0,11 und 0,16, der maternale Effekt lag für Erstkalbskühe bei 0,07 bis 0,12, für Mehrkalbskühe erwartungsgemäß niedriger (0,005 bis 0,03). Alle Heritabilitäten für Totgeburten waren mit 0,002 bis 0,016 sehr gering. Die genetischen Korrelationen zwischen den Merkmalen und Laktationsstadien innerhalb der Merkmale waren grundsätzlich mittel bis

hoch und positiv. In weiterführenden Untersuchungen betrachteten ERIKSSON et al. (2004b) die genetischen Beziehungen zwischen Kalbeverlauf und Schlachtkörper-merkmalen mit dem Ergebnis eindeutig antagonistischer Beziehungen. Somit schlussfolgerten die Autoren, dass es wichtig sei, in die Bewertung und Selektion sowohl direkte als auch maternale Effekte hinsichtlich des Kalbeverlaufs und gleichzeitig die Produktionsmerkmale im Zuchtprozess zu berücksichtigen.

2.6.2 Produktionsmerkmale

2.6.2.1 Leistungsniveau von und Leistungsdifferenzen zwischen Rassen sowie Varianzkomponenten

GREGORY et al. (1991) fanden in ihrer vergleichenden Untersuchung von neun Fleischrinderrassen jeweils signifikante Rasseunterschiede ($p \leq 0,05$) hinsichtlich Geburtsgewicht, 200-Tage-Gewicht und mittlerer Tageszunahmen von der Geburt bis zum Alter von 200 Tagen. Von den neun Rassen wogen die Kälber der Rassen Pinzgauer, Braunvieh, Charolais, Gelbvieh und Simmental zur Geburt zwischen 46,2 und 43,0 kg. Im Bereich von 39,1 bis 33,7 kg rangierten die Kälber der Rassen Limousin, Red Poll, Hereford und Angus. Die höchsten Tageszunahmen bis zu einem Alter von 200 Tagen zeigten die Gelbvieh- (1.033 g/d) und Simmentalkälber (1.018 g/d), bei einem Lebendgewicht von 250 bzw. 247 kg. Mit Zunahmen zwischen 996 g/d und 956 g/d folgten bei einem Lebendgewicht von etwa 240 kg Kälber der Rassen Braunvieh, Pinzgauer und Charolais. Bei einem Lebendgewicht von gut 200 kg und Zunahmen zwischen 863 und 819 g/d schlossen sich die Kälber der Rassen Red Poll, Limousin und Angus an. Die geringsten Zuwachsleistungen zeigten Herefordkälber mit einem 200-Tage-Gewicht von 184 kg und Tageszunahmen bis dato von 738 g.
Am selben Tiermaterial fanden GREGORY et al. (1995) genetische Korrelationen zwischen steigendem Geburtsgewicht und zunehmenden Kalbeschwierigkeiten in Abhängigkeit vom Alter der Mutter in Höhe von $0,59 \pm 0,17$ für zweijährige Mütter und in Höhe von $0,44 \pm 0,14$ für dreijährige und ältere Kühe. In Anbetracht der Korrelation in Höhe von $0,33 \pm 0,06$ zwischen dem Geburtsgewicht und dem 368-Tage-Gewicht sehen die Autoren die Chance der Verringerung von Kalbeschwierigkeiten bei geringerem Geburtsgewicht bei Aufrechterhaltung des Jährlingsgewichts.

GALVAO DE ALBUQUERQUE und MEYER (2000) schätzten in ihrer Arbeit direkte und maternale Varianzen sowie Heritabilitäten für Gewichte beim Nelorerind, einer brasilianischen Fleischrinderrasse. Von 200.000 Tieren, die bis zum zweiten Lebensjahr alle 90 Tage gewogen wurden, lagen mehr als eine Millionen Datensätze vor. Die verwendeten Modelle beinhalteten Tiergruppen, die zur gleichen Zeit gelebt hatten, als fixen Effekt, das Alter der Mutter (linear und quadratisch) und das Alter des Kalbes (linear) als Kovariablen. Als zufällige Effekte wurden der additiv direkte Effekt, der maternal genetische Effekt und der permanente maternale Umwelteffekt berücksichtigt. Die Heritabilitätsschätzwerte waren am höchsten für das Geburtsgewicht (0,28). Vom Zeitpunkt der Geburt nahmen die Schätzwerte bis zu einem Alter von ca. 150 Tagen tiergruppenabhängig auf Werte um 0,12 bis 0,13 ab, verblieben dann bis hin zum Alter von etwa 270 Tagen bei 0,13 bis 0,16 mehr oder weniger konstant. Im Anschluss daran, mit zunehmendem Alter, lagen die Schätzwerte im Alter von 570 bis 600 Tagen zwischen 0,21 bis 0,26. Schätzwerte für den maternalen Effekt wurden in geburtsferneren Zeiträumen größer, so von der Geburt (0,01) bis zum Wiegealter von 180 bis 210 Tagen (0,07 bis 0,08). Von hieran sanken die Schätzwerte mit steigendem Alter zunächst langsam, nach Erreichen von 300 Tagen dann wieder schneller ab. Das mittlere Absetzalter lag bei 240 Tagen. Die Ergebnisse zeigen den Bedeutungsverlust des maternalen Einflusses im absetznahen und insbesondere im darüber hinausgehenden Zeitraum.

Um das Leistungsniveau zum Zeitpunkt des Absetzens einer Fleischrinderrasse in einer Trockenregion im Norden Mexikos beschreiben zu können, führten MÁRQUEZ et al. (2001b) Untersuchungen an 41 Limousinkälbern einer 50 Tiere umfassenden Mutterkuhherde durch. Das Modell umfasste Geburtsjahr und Geschlecht des Kalbes, das Kalbealter der Kuh (Färse bzw. Altkuh) und das Geburtsdatum des Kalbes als Kovariable. Vater und Restfehler wurden als zufällige Effekte berücksichtigt. Die Färsen waren zur Kalbung etwa 29 Monate alt, die Altkühe im Mittel 57 Monate. Das mittlere Absetzgewicht aller Kälber betrug im Alter von 200 Tagen 204 kg, dabei reichten die Absetzgewichte der Kälber der Färsen von 170 bis 176 kg, die Absetzer aus Altkühen wogen zwischen 208 und 215 kg. Die weiblichen Kälber aus den Färsen waren im Mittel 5,7 % leichter als die Bullenkälber. Die Geschlechtsdifferenzen im Absetzgewicht der Kälber aus Altkühen betrugen 5,9 %. Der am gesamten Tiermaterial geschätzte Heritabilitätswert betrug für das Absetzgewicht 0,23 ± 0,06.

SINGH et al. (1970) untersuchten Einflussfaktoren auf die Gewichtsentwicklung von Herefordkälbern bis zum Absetzen, mit besonderem Augenmerk auf dem Einfluss des Gewichts der Kuh zum Zeitpunkt der Kalbung und während der Aufzuchtperiode. Die Herden grasten auf naturbelassenen Weiden in Kansas, USA. Geburts- und Absetzgewichte (durchschnittliches Absetzalter 263 Tage) von 619 Kälbern, die männlichen Kälber wurden im Alter von einem Monat kastriert, standen zur Verfügung. Die Kälber entstammten sechs Jahrgängen und 13 Vatertieren. Die Muttertiere wurden unverzüglich nach der Kalbung sowie beim Absetzen der Kälber gewogen. Das Modell zur Varianzanalyse enthielt die fixen Effekte Kuhalter (fünf Altersklassen: drei-, vier- und fünf- bis siebenjährig, acht- bis elfjährig, sowie zwölfjährig und älter), Vater, Geschlecht des Kalbes, Geburtsmonat und -jahr, Geburtsgewicht, Absetzalter sowie die Gewichtsdifferenz der Kuh zwischen Kalbung und Absetzen. Das Gewicht der Kuh zur Kalbung, von 385 bis zu 725 kg, im Mittel 521 ± 2,1 kg, besaß einen signifikanten Einfluss ($p < 0,01$) auf das Geburtsgewicht (34,5 ± 0,16 kg), die Korrelation zwischen den beiden Merkmalen lag bei +0,26. Absetzgewicht (219 ± 1,3 kg) und Tageszunahmen (710 ± 5,0 g/d) bis dahin unterlagen keiner Beeinflussung durch das Gewicht der Kuh. Die leichtesten Kühe (zwischen 385 und 430 kg) brachten die leichtesten Kälber zur Welt, Kühe mit einem Lebendgewicht zur Kalbung von 589 bis 610 kg brachten die schwersten Kälber zur Welt. Kälber aus Kühen der Gewichtsklasse von 452 bis 542 kg wuchsen zügiger und waren schwerer beim Absetzen als die Kälber von leichteren oder schwereren Kühen der vorgenannten Gewichtsklassen (maximale Differenz von 36 g/d und Tier). Die Gewichtsveränderungen der Kühe während der Säugezeit waren in 10 Klassen zwischen 45 kg und 112 kg Gewichtsveränderung eingeteilt. Die Gewichtsveränderung der Mütter beeinflusste Absetzgewicht und Zunahmen der Kälber mit $p < 0,01$. Jedes Prozent, das eine Kuh an Gewicht zwischen Kalbung und Absetzen einbüßte, fügte dem Absetzgewicht des Kalbes 0,14 bis 1,09 kg hinzu. Die Gewichtsverluste der jüngeren Kühe waren deutlicher als die der älteren (7,2 vs. 0,7 %).

Die im Anschluss aufgeführte Tab. 2.6 enthält eine Zusammenstellung von Heritabilitäten, maternalen Effekten und Korrelationen zwischen diesen beiden Effekten aus ausgewählten, groß angelegten Untersuchungen verschiedener Autoren zu Produktionsmerkmalen bei Fleischrindern. Die Schätzwerte unterscheiden sich jeweils merkmals-, untersuchungs- und rasseabhängig. Nichts desto trotz lassen sich Größenordnungen der einzelnen Parameter erkennen und Verlaufstendenzen in Abhängigkeit vom Alter der Tiere.

Tab. 2.6: Heritabilitäten, maternale Effekte und Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt für ausgewählte Produktionsmerkmale (nach verschiedenen Autoren)

Rasse/Land	h^2	ma^2	$r_{h^2*ma^2}$	Quelle
Geburtsgewicht				
Angus (CAN)	0,37	0,13	-0,34	TRUS und WILTON (1988)
Angus (AUS)	0,38	0,07		MEYER (1995)
Angus (New Zealand)	0,29	0,096		MEYER (1995)
Brangus (USA)	0,25	0,13	-0,12	BERTRAND und BENYSHEK (1987)
Charolais (CAN)	0,42	0,17	-0,39	TRUS und WILTON (1988)
Charolais (AUS)	0,21	0,04		MEYER (1993)
Gelbvieh (USA)	0,26	0,60		VARONA et al. (1999)
Hereford (USA)	0,36	0,82	-0,51	NELSON et al. (1984)
Hereford (USA)	0,18	0,21	-1,05	CANTET et al. (1988)
Hereford (CAN)	0,39	0,13	-0,39	TRUS und WILTON (1988)
Hereford (AUS)	0,43	0,11		MEYER und GRASER (1994)
Polled Hereford (AUS)	0,43	0,11		MEYER et al. (1993)
Limousin (USA)	0,22	0,05	-0,16	BERTRAND und BENYSHEK (1987)
Simmental (USA)	0,21	0,11	-0,24	BURFENING et al. (1981)
Simmental (USA)	0,16	0,06		QUAAS et al. (1985)
Simmental (CAN)	0,34	0,20	-0,22	TRUS und WILTON (1988)
Simmental (USA)	0,44	0,12	-0,38	GARRICK et al. (1989)
Simmental (USA)	0,28			WOODWARD et al. (1992)
Simmental (AUS)	0,33	0,07	-0,04	SWALVE (1993)
über neun Rassen[#] (USA)	0,47			BENNETT und GREGORY (1996)
Absetzgewicht				
Angus (AUS)	0,23	0,08		MEYER (1995)
Angus (New Zealand)	0,20	0,08		MEYER (1995)
Angus (USA)	0,25	0,11	-0,15	DODENHOFF et al. (1999)
Brangus	0,28	0,20	-0,29	BERTRAND und BENYSHEK (1987)
Charolais (AUS)	0,13	0,25		MEYER (1993)
Hereford (USA)	0,32	0,27	-0,57	CANTET et al. (1998)
Hereford (AUS)	0,19	0,14		MEYER und GRASER (1994)
Polled Hereford (AUS)	0,19	0,136		MEYER et al. (1993)
Limousin (USA)	0,16	0,15	-0,30	BERTRAND und BENYSHEK (1987)
Simmental (USA)	0,22	0,25	-0,10	DODENHOFF et al. (1999)
Simmental (AUS)	0,10	0,13	0,04	GRASER und HAMMOND (1985)
Simmental (USA)	0,12	0,08		QUAAS et al. (1985)
Simmental (USA)	0,36	0,19	-0,32	GARRICK et al. (1989)
Simmental (USA)	0,12	0,09	0,16	WRIGHT et al. (1987)
Simmental (USA)	0,18			WOODWARD et al. (1992)
Simmental (AUS)	0,35	0,18	-0,39	SWALVE (1993)

Fortsetzung Tab.2.6				
Rasse/Land	h^2	ma^2	$r_{h^2*ma^2}$	Quelle
Absetzgewicht				
über neun Rassen[#] (USA)	0,29			BENNETT und GREGORY (1996)
Tageszunahmen bis zum Absetzen				
Angus (CAN)	0,39	0,21	-0,54	TRUS und WILTON (1988)
Charolais (CAN)	0,27	0,16	-0,26	TRUS und WILTON (1988)
Hereford (CAN)	0,30	0,27	-0,42	TRUS und WILTON (1988)
Simmental (CAN)	0,43	0,20	-0,45	TRUS und WILTON (1988)
über neun Rassen[#] (USA)	0,46			BENNETT und GREGORY (1996)
Jährlingsgewicht				
Angus (AUS)	0,31	0,04		MEYER (1995)
Angus (New Zealand)	0,28	0,04		MEYER (1995)
Charolais (AUS)	0,32	0,00		MEYER (1993)
Polled Hereford (AUS)	0,20	0,09		MEYER et al. (1993)
Simmental (AUS)	0,37	0,11	-0,22	SWALVE (1993)
Endgewicht				
Angus (AUS)	0,32	0,03		MEYER (1995)
Angus (New Zealand)	0,30	0,03		MEYER (1995)
Charolais (AUS)	0,44	0,01		MEYER (1993)
Polled Hereford (AUS)	0,36	0,08		MEYER et al. (1993)
Simmental (AUS)	0,30			SWALVE (1993)

[#] Red Poll, Hereford, Angus, Limousin, Braunvieh, Pinzgauer, Gelbvieh, Simmental, Charolais

2.6.2.2 Kreuzungsparameter

In einigen Nutztierrassen spielt die Kreuzungszucht aufgrund ihrer positiven Effekte seit jeher eine bedeutsame Rolle. Hierzu zählen insbesondere die durch Heterosis bedingte Leistungssteigerung, die beobachtete größere Vitalität der Kreuzungsnachkommen sowie die Möglichkeit des Kombinierens erwünschter Eigenschaften verschiedener Linien zu einem marktfähigen Produkt (vgl. u.a. CARTWRIGHT, 1970; CUNDIFF, 1970; WILLHAM, 1970; REYNOLDS et al., 1990; WILLIAMS et al., 1990; ABDEL-AZIZ et al., 2003).

Im extensiven Fleischrinderbereich liegen, im Verhältnis zur praktizierten Kreuzungszucht, kaum Schätzungen für Kreuzungsparameter vor. Selbstverständlich wird Kreuzungszucht praktiziert (vgl. GOLZE, 1997), doch in den wenigsten Fällen mit systematischer Leistungserfassung.

Es werden hierbei vornehmlich Einfachkreuzungen verwendet. Derartige Kreuzungssysteme erlauben dem Fleischrinderzüchter die jeweiligen Rassemerkmale des Bullen auf die der Kuh abzustimmen. Hauptsächlich bedeutet dies, dass der Bulle gutes Wachstum und wünschenswerte Schlachtkörperqualität an die Nachkommen weitergibt, während die Kuh ausreichend Milch für zügiges Kälberwachstum bereitstellt und jedes Jahr ein gesundes Kalb bringt (ALENDA et al, 1980b; KRESS und NELSEN, 1988; GREINER, 2002; ABDEL-AZIZ et al., 2003).

Aber auch Mehrfachkreuzungen zur Ausnutzung der auftretenden (maternalen) Heterosis sind üblich. Eine verbreitete Anpaarungsstrategie zur Ausnutzung maternaler Heterosis ist der Einsatz einer F_1-Kreuzung auf der Mutterseite in Verbindung mit einer dritten Rasse auf der Vaterseite (JOHNSTON et al., 1988). Die Vorteile des Einsatzes von Einfachkreuzungen auf der Mutterseite hinsichtlich Reproduktions- und Wachstumsleistungen sind in der Literatur einschlägig dokumentiert (MASON, 1966; CUNDIFF, 1970; LONG, 1980).

In Ergänzung kann die Charakterisierung genetischer und maternaler Effekte mit Bezug zu der einzelnen Rasse bzw. der jeweiligen Rassenkombination dem Rinderzüchter helfen, genetische Ressourcen effektiver zu nutzen und die Effizienz in der Produktion zu erhöhen. Die Schätzwerte helfen, die Leistungsfähigkeit des jeweiligen Kreuzungssystems einzuschätzen zu können (ALENDA et al, 1980b; KRESS und NELSEN, 1988; GREEN et al., 1999; GREINER, 2002; ABDEL-AZIZ et al., 2003; DEMEKE et al., 2003b).

Bei ALENDA et al. (1980a), KRESS und NELSEN (1988) und GREINER (2002) finden sich Angaben zur individuellen Heterosis im Merkmal Geburtsgewicht zwischen 1,6 und 4,0 %, für Absetzgewicht und Zunahmen bis zum Absetzen werden Schätzwerte in Höhe von 2,0 bis 5,5 % bzw. 2,6 % genannt. Hierbei handelte es sich um Untersuchungen der Kreuzungseignung von Gelbvieh x Angus, Angus x Hereford bzw. Charolais x Hereford und Angus x Charolais. Bei diesen Verpaarungen stand jedoch primär die Nutzung additiv genetischer Effekte im Vordergrund, weniger die Ausnutzung von Heterosis.

Zur Schätzung additiver Rasseeffekte, individueller und maternaler Heterosis haben ABDEL-AZIZ et al. (2003) an reinrassigen und Kreuzungskälbern, bestehend aus verschiedenen Rasseanteilen von afrikanischen Rassen, Charolais, Simmental, Hereford sowie Hereford mit Aberdeen Angus, die Merkmale Geburts- und Absetzgewicht sowie Tageszunahmen bis dahin betrachtet. Die Einfachkreuzungen Charolais x afrikanische Rassen (n = 87) wogen bei der Geburt durchschnittlich 40,4 ± 0,54 kg, zum Absetzen 197 ± 2,8 kg bei mittleren Tageszunahmen bis dato von 761 ± 13,0 g/d. Die Kreuzungskälber aus Simmental x afrikanische Rassen (n = 308) zeigten entsprechend 35,6 ± 0,32 kg, 195 ± 1,7 kg und 773 ± 7,0 g/d. Die Hereford x Aberdeen Angus Kreuzungstiere (n = 1.049), die im Weiteren als Elternrasse eingesetzt wurde, wiesen entsprechend 32,2 ± 0,20 kg, 174 ± 1,1 und 682 ± 5,0 g/d als durchschnittliche Produktions-leistungen auf, die Simmental-Reinzuchttiere (n = 32) lagen durchschnittlich auf höherem Niveau mit entsprechend 36,1 ± 0,87 kg, 206 ± 4,5 g/d und 820 ± 21,0 g/d. Auch in weiterführenden Dreirassekreuzungen zeigten die Kreuzungen mit höheren Charolais- oder Simmentalanteilen stets höhere Geburts- und Absetzgewichte als die übrigen Kreuzungen und Reinzuchten. Individuelle Heterosis und maternale Effekte für afrikanische Rassen, Charolais, Simmental und Hereford x Angus waren nicht signifikant, direkte und maternale Effekte für das Absetzgewicht waren ebenfalls nicht signifikant und charakterisiert durch hohe Standardfehler. Individuelle und maternale Heterosis waren hingegen signifikant ($p < 0,01$) für das Absetzgewicht mit 5,34 und 2,19 kg. Im Merkmal Tageszunahmen erwiesen sich lediglich die maternalen Effekte als signifikant, mit höheren Schätzwerten für afrikanische Rassen und Simmental, was die mütterliche Überlegenheit dieser Rassen widerspiegelt.

DEMEKE et al. (2003a und b) untersuchten frühe Wachstumsleistungen von *Bos taurus* x *Bos indicus* Kreuzungen. Sie verwendeten einen Datensatz von fast 5.000 Kälbern 38 verschiedener genetischer Herkünfte, hervorgegangen aus Zwei- und Dreirassenkreuzungen

der Rassen Friesian, Jersey und Simmental mit drei äthiopischen *Bos indicus* - Rindern Boran, Barca und Horro u.a. zur Schätzung von Rasseunterschieden und Heterosis. Die Least-Square-Means der drei Reinzuchtgenotypen (n = 591) lagen mit Bereichen von 19,9 bis 22,9 kg im Geburtsgewicht, 88,0 bis 95,2 kg im Absetzgewicht und Tageszunahmen bis dato von 378 bis 401 g/d eng beieinander. Die Einfachkreuzungen entstanden aus der Verpaarung von Friesian-, Jersey- und Simmentalbullen mit Kühen der drei einheimischen Rassen. Die Jerseybullen vermochten die Leistungen ihrer F_1-Generationen (n = 474) im Geburtsgewicht kaum, in Absetzgewicht und Zunahmen bis dato um sechs bis sieben kg bzw. um 36 bis 51 g/d anzuheben. Die Simmental- (n = 448) und Friesiankreuzungen (n = 677) zeigten in allen Produktionsmerkmalen deutlich höhere Leistungsniveaus (höhere mittlere Geburtsgewichte von bis zu 4,0 kg, Mehrzunahmen von über 100 g/d, um bis zu 22 kg schwerere Absetzgewichte). Die Unterschiede zwischen den Genotypen erwiesen sich für die Merkmale Geburts-, Absetzgewicht und Zunahmen bis zum Absetzen mit $p < 0,01$ als signifikant. Die heterotischen Effekte erwiesen sich als signifikant negativ ($p < 0,01$) für Geburtsgewicht für alle Friesian- und Simmentalkreuzungen (-2,1 ± 0,6 kg bzw. -2,3 ± 0,6 kg), positiv für alle übrigen Merkmale bei allen Kreuzungsgenotypen. Die mittlere Heterosis, geschätzt innerhalb der Rassen Friesian, Jersey und Simmental, betrug 8,8 ± 2,1, 11,8 ± 2,3 und 13,7 ± 2,4 kg für Absetzgewicht und 60,4 ± 11,3, 64,8 ± 12,3 und 90,6 ± 12,7 g/d für die Zunahmen. Die Autoren zogen hieraus den Schluss, dass Rasseunterschiede und Heterosis wichtige genetische Faktoren hinsichtlich früher Wachstumsleistungen in den untersuchten Rassekreuzungen sein können.

ABDEL-AZIZ et al. (2003) kreuzten Simmentaler bzw. Charolais mit afrikanischen Rassen. Während die Geburtsgewichte mit 35,6 ± 0,32 kg für Simmental x afrikanische Rassen und 40,1 ± 0,54 kg für Charolais x afrikanische Rassen mit 4,5 kg deutlich auseinander lagen, zeigten die Tiere im Absetzgewicht mit 196 ± 1,7 kg bzw. 197 ± 2,8 kg kaum Differenzen. Entsprechendes gilt für die Tageszunahmen bis zum Absetzen, die mit 773 ± 7,0 g/d vs. 761 ± 13,0 g/d gleichfalls kaum differierten.

ALENDA et al. (1980a) erzielten mit verschiedenen Kreuzungen u.a. der Rasse Angus mit Charolais und Hereford überdurchschnittliche Geburts- und Absetzgewichte im Vergleich zu reinrassigen Tieren der Rasse Angus. Während die reinrassigen Angustiere ein Geburtsgewicht von 28,7 kg und ein Absetzgewicht von 174 kg aufwiesen, lagen die Geburtsgewichte der Kreuzungen zwischen 31,9 und 34,9 kg, die Absetzgewichte zwischen 180 und 200 kg.

Auch LASTER et al. (1973) beschrieben in ihren Untersuchungen an Kreuzungstieren eine Steigerung im Geburtsgewicht und wiesen auf die mögliche Gefahr parallel zunehmender Kalbeprobleme hin.

GRAHAM et al. (1999) kreuzten Bullen der Rassen Angus, Hereford, Limousin und Simmental mit weiblichen Tieren der Rassen Angus und Hereford mit dem Ziel der Produktivitätserhöhung durch die Verpaarung unterschiedlichster Genotypen. Daher fiel die Wahl auf Angus und Hereford, als zwei Hauptrassen in Südaustralien, gefolgt von Limousin und Simmental, als europäische Rassenvertreter. Die Kälber mit Angus als Mutterrasse waren im Mittel ein halbes kg leichter als die Kälber mit Hereford als Mutterrasse (37,7 vs. 38,2 kg). Die Mutterrasse erwies sich hierbei allerdings als nicht signifikant ($p \geq 0,05$). Dagegen ging von der Vaterrasse und dem Geschlecht des Kalbes jeweils ein signifikanter Einfluss aus ($p < 0,05$). Die mittleren Geburtsgewichte der insgesamt 820 Kälber nahmen für die Kälber mit der Mutterrasse Angus in Abhängigkeit von der Vaterrasse von 36,4 ± 5,5 kg für Angus über Hereford und Limousin bis hin zu Simmental mit 39,1 ± 4,6 kg zu, bei entsprechender Rangierung für die Vaterrasse lagen die mittleren Geburtsgewichte der Kälber aus Hereford-müttern zwischen 37,4 ± 5,7 und 40,0 ± 6,4 kg. Innerhalb der einzelnen Anpaarungen lagen die Geburtsgewichte der Bullenkälber zwischen 1,9 und 3,3 kg über denen der Kuhkälber.

Tab. 2.7 präsentiert Schätzwerte für individuelle Heterosis aus mehr oder weniger groß angelegten Kreuzungsprogrammen, einschließlich des Signifikanzniveaus der Schätzwerte. Wie zuvor bei den Varianzkomponenten, so sind auch Kreuzungsparameter immer individuell für die Population anzusiedeln, an der die Parameter geschätzt wurden.

Tab. 2.7: Individuelle Heterosis für Merkmale der Gewichtsentwicklung (nach verschiedenen Autoren)

Rassen/Genotypen (Anzahl Datensätze[##])	Individuelle Heterosis	Quelle
Geburtsgewicht (kg)		
Angus x Charolais (231)	0,6 (1,6 %) [n.s.]	ALENDA et al. (1980a)
Angus x Hereford (239)	1,2 (3,9 %) [p < 0,01]	ALENDA et al. (1980a)
Charolais x Hereford (232)	0,4 [n.s]	ALENDA et al. (1980a)
Simmental x *Bos indicus*[###]	-2,3 **	DEMEKE et al. (2003b)
Friesian x *Bos indicus*[###]	-2,1 **	DEMEKE et al. (2003b)
Jersey x *Bos indicus*[###]	0,2 [n.s.]	DEMEKE et al. (2003b)
über neun Rassen[#] (1.863)	1,7 **	GREGORY et al. (1991)
Absetzgewicht (kg; 200 - 205 Tage)		
Angus x Charolais (231)	6,5 (3,5 %) [p < 0,01]	ALENDA et al. (1980a)
Angus x Hereford (239)	9,6 (5,5 %) [p < 0,01]	ALENDA et al. (1980a)
Charolais x Hereford (232)	3,8 (2,0 %) [p < 0,1]	ALENDA et al. (1980a)
Friesian x *Bos indicus*[###]	8,8 *	DEMEKE et al. (2003b)
Jersey x *Bos indicus*[###]	11,8 **	DEMEKE et al. (2003b)
Simmental x *Bos indicus*[###]	13,7 **	DEMEKE et al. (2003b)
über neun Rassen (1.863)	20,1 **	GREGORY et al. (1991)
Tageszunahmen (g/d; 200 Tage)		
F_1 (1.863[##])	92,0 **	GREGORY et al. (1991)
Friesian x *Bos indicus*[###]	60,4 **	DEMEKE et al. (2003b)
Jersey x *Bos indicus*[###]	64,8 **	DEMEKE et al. (2003b)
Simmental x *Bos indicus*[###]	90,6 **	DEMEKE et al. (2003b)
Jährlingsgewicht (kg; 300 – 500 Tage)		
Friesian x *Bos indicus*[###]	19,8 **	DEMEKE et al. (2003b)
Jersey x *Bos indicus*[###]	19,5 **	DEMEKE et al. (2003b)
Simmental x *Bos indicus*[###]	20,8 **	DEMEKE et al. (2003b)

[#] Red Poll, Hereford, Angus, Limousin, Braunvieh, Pinzgauer, Gelbvieh, Simmental, Charolais

[##] Anzahl verwendeter Kreuzungskälber

[###] Frisian, Jersey und Simmental wurden an je drei *Bos indicus*-Rassen (Barca, Horro und Boran) angepaart

***	höchst signifikant	(p < 0,001)
**	hoch signifikant	(p < 0,01)
*	signifikant	(p < 0,05)
n.s.	nicht signifikant	(p ≥ 0,05)

2.7 Weitere Forschungsgebiete im Bereich der Fleischrinderhaltung

National wie international nehmen nach wie vor Möglichkeiten zur Erlössicherung bzw. -steigerung durch eine Erhöhung des Produktions- und Reproduktionsniveaus einen bedeutsamen Raum in der Forschung ein, u.a. im Hinblick auf die Optimierung von Zuchtprogrammen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und genetischen Fortschritt sowie im Hinblick auf die optimale Rassenwahl für bestimmte Klimaregionen bzw. Kreuzungszuchtprogramme und auf eine schnellstmögliche Anpassung an aktuelle Marktveränderungen (vgl. u.a. MIESENBERGER et al., 1998; STEINE und SEHESTED, 1999; JÄGER, 2003; VAN RADEN und SANDERS, 2003; KULAK et al., 2004; AVERBECK, 2005; MAGAÑA und SEGURA-CORREA, 2006; PEREIRA et al., 2006; ISHIWATA et al., 2006; WOLFOVÁ et al., 2006).

Neben den Leistungsmerkmalen spielen in der Tierzucht auch eine Reihe funktionaler Merkmale eine Rolle für die Gesamtwirtschaftlichkeit. Bei Rindern, insbesondere bei Fleischrindern aufgrund der überwiegend extensiven Haltung, gelten als funktionale Merkmale Temperament und Umgänglichkeit vor dem Hintergrund der Arbeitssicherheit und Unfallverhütung (vgl. u.a. BOISSY und BOUISSOU, 1988; LE NEINDRE et al., 1995; GRIGNARD et al., 2000; GAULY et al., 2001). Des Weiteren sind allgemein in der Rinderhaltung Gesundheit (Klauen, Parasitenresistenz) und Kalbeverlauf für die Nutzungsdauer von Interesse (vgl. u.a. KALM, 1999; GROEN et al., 1997; VAN RADEN und SANDERS, 2003; ASHWELL et al., 2004; FORABOSCO et al., 2004; MARK, 2004). Auch die Erforschung des Erbgangs des Hornstatus für eine gezielte züchterische Selektion auf genetische Hornlosigkeit unter dem Aspekt der Unfallverhütung stellt seit mehreren Jahrzehnten, verstärkt bei Fleischrindern, weltweit ein Forschungsgebiet dar (vgl. u.a. LONG und GREGORY, 1978; HARLIZIUS et al., 1997; LAMMINGER et al., 2000; ROBEIS et al., 2002; ASAI et al., 2004).

In weiterführenden Untersuchungen, um neue, z.B. funktionale Merkmale in Zuchtprogramme einbinden zu können, wird untersucht, inwieweit solche Merkmale erblich bedingt sind, wie eine routinemäßige Leistungserfassung möglich sein könnte, und ob eventuell molekulargenetische Untersuchungen unterstützend genutzt werden könnten (vgl. u.a. GAULY et al., 2001; SCHMUTZ et al., 2001; HIENDLEDER et al., 2003; KÜHN et al., 2003; SWALVE, 2003).

3 Material und Methoden

3.1 Mutterkuhherde des Lehr- und Versuchsbetriebs Rudlos

Die Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Rudlos des Instituts für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität, Gießen durchgeführt. Rudlos gehört zu Lauterbach in Hessen im östlichen Vogelsberg. Der Lehr- und Versuchsbetrieb wurde im Jahr 1996 von Milchvieh- auf Mutterkuhhaltung umgestellt.

Die Untersuchungen waren eingebettet in den Sonderforschungsbereich 299 „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ im Rahmen des Teilprojekts „Nutzung funktionaler Merkmale in der Rinder- und Schafzucht für extensive Haltungsverfahren unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten“.
Unter Einbeziehung der standortspezifischen tierischen Leistung verschiedener Tierarten und Rassen wurden zwei in ihrem Erscheinungsbild und ihrem Leistungsniveau verschiedene Rinderrassen ausgewählt. Der Aufbau des Herdbuchbestandes begann im Frühjahr 1997 mit dem Zukauf von je 150 weiblichen, noch nicht in der Zucht eingesetzten Rindern der Rassen Dt. Angus (darunter neun Tiere der Rasse Aberdeen Angus) und Dt. Fleckvieh der Geburtsjahrgänge 1994 bis 1996. Ebenfalls wurden fünf Zuchtbullen jeder Rasse derselben Geburtsjahrgänge eingekauft. Die Dt. Fleckviehbullen waren phänotypisch hornlos.
Die Tiere wurden aus über 70 Betrieben in Gruppengrößen von nur einem bis zu 21 Tieren vornehmlich aus den neuen Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, vereinzelt auch aus Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz und Bayern bezogen. Die weiblichen Tiere eines Betriebs waren meist väterliche Halbgeschwister.

Für das zweite Zuchtjahr 1998/99 wurden einmalig Färsen beider Rassen (drei Dt. Angus und 11 Dt. Fleckvieh) zugekauft, da aus der eigenen Nachzucht noch keine weiblichen Tiere zur Remontierung verfügbar waren. In den Folgejahren wurden abgegangene weibliche Tiere stets aus eigener Nachzucht ersetzt. Abgegangene Zuchtbullen wurden sowohl durch Zukauf als auch aus eigener Nachzucht ersetzt.

3.2 Haltung und Fütterung

Die Wintermonate verbrachten die Tiere im Stall in verschiedenen Haltungssystemen (Vollspaltenboden mit Liegeboxen für ein knappes Drittel der Tiere, der übrige Teil der Herde war in verschiedenen Tieflaufstall-Systemen untergebracht). Bei jedem Haltungssystem war ein Kälberschlupf mit Stroheinstreu integriert.
Mit dem Winter 1998/99 verblieben erstmals 30 Mutterkühe (15 Tiere jeder Rasse, jeweils drei aus jeder Bullengruppe) in Winteraußenhaltung. Die Winterweide war mit einem Futterplatz, einer frostsicheren Ballentränke und einer befestigten, eingestreuten und windgeschützten Liegefläche ausgestattet. Dieses Haltungssystem wurde auch in den Folgewintern mit möglichst denselben Tieren weitergeführt, Abgänge wurden, soweit möglich, aus der jeweiligen Bullengruppe ersetzt.

Die Winterfutterration bestand aus Anteilen von Mais- bzw. Grassilage, Biertreber und Stroh mit einer Mineralfutterzugabe (vgl. Tab. 9.1). Sie wurde den Zuchttieren sowie den Absetzern zweimal täglich über einen Futtermischwagen vorgelegt. Zusätzlich hatten alle Tiere ständigen Zugang zu zwei Minerallecksteinen unterschiedlicher Zusammensetzung (vgl. Tab. 9.2).
Den Kälbern wurde in Kälberschlüpfen Heu ad libitum sowie Kraftfutter angeboten, welches ihnen nach einer Anfütterungsperiode ebenfalls zur freien Aufnahme zur Verfügung stand. In den ersten Jahren wurde pelletiertes Kraftfutter der Energiestufe II mit 10,2 MJ ME und 18,0 % Rohprotein verwendet, ab dem Jahr 2001 eine hofeigene Mischung mit durchschnittlich 40,0 % Gerste, 35,0 % Weizen, 22,0 % Sojaschrot und 3,0 % Mineralfutter(Zusammensetzung vgl. Tab. 9.1). Bei dieser hofeigenen Mischung lag der Rohproteingehalt bei etwa 18,6 %, der Energiegehalt betrug 12,7 MJ ME.
Wasser stand allen Tieren durchgängig zur freien Aufnahme zur Verfügung.
Die Rationskomponenten je Mutterkuh und Tag in Abhängigkeit vom Reproduktionsstadium zeigt Tab. 3.1.

Tab. 3.1: Durchschnittliche Tagesration pro Mutterkuh und Tag in Winterfütterung in Abhängigkeit vom Reproduktionsstadium

Reproduktions-stadium Mutterkuh	Rationskomponenten (Verfütterung in kg/Tier und d)				
	Maissilage	Grassilage	Biertreber	Gerstenstroh	Mineralfutter
laktierend	11	8	3	2	0,1
gravid	7	8	3	2	0,1

Während der Weideperiode von April/Mai bis etwa Oktober/November war primär der Grünlandaufwuchs die Futtergrundlage. Teilweise wurde den Kälbern mittels mobiler Kälberschlüpfe Kraftfutter zugefüttert (Zusammensetzung und Inhaltstoffe vgl. Winterfütterung). Bei zu geringen Aufwuchshöhen und –qualitäten wurde Mutterkühen und Kälbern ab Herbst auf den Weiden Großballen Heu oder Grassilage zugefüttert.
Die Wasserversorgung der Tiere auf den Weideflächen erfolgte bei arrondierten Flächen durch Wasserleitungen vom Hof, auf fernab gelegenen Flächen wurde die Wasserversorgung mittels Wasserfass oder natürlicher Gewässer sichergestellt.
Auch auf den Weiden standen allen Tieren zusätzlich Mineralecksteine (Zusammensetzung vgl. Tab. 9.2) zur Verfügung.

3.3 Deckmanagement

Für die Erstellung des ersten Kälberjahrgangs 1998 sollte größtmöglicher Erfolg garantiert werden bzgl. Trächtigkeitsraten und unvorhersehbarer Ausfälle unter den Zuchtbullen. Schließlich war es das Ziel, Familienstrukturen innerhalb der Rassen möglichst über mehrere Zuchtjahre aufrecht halten zu können. Die Zusammenstellungen der Zuchtgruppen erfolgten dabei nach dem Zufallsprinzip, wobei aber verwandte Tiere aus demselben Betrieb auf möglichst alle Zuchtgruppen innerhalb der eigenen Rasse verteilt wurden.
Im April 1997 wurden alle weiblichen Rinder mittels Pronilen® (Intervet Deutschland GmbH) synchronisiert und somit auf den gleichen Zyklusstand gebracht. Die Zuchtbullen wurden abgesamt, um ausreichend viele Portionen zum Besamen der weiblichen Tiere zur Erstellung des ersten Kälberjahrgangs vorrätig zu haben. Von jedem Zuchtbullen wurden zwischen 160 und 250 Portionen tiefgefroren. Die weiblichen Tiere wurden im Stall mit dem Sperma des ihnen zugedachten Zuchtbullen besamt.

Anfang Mai wurden die Tiere auf die Weidenaufgetrieben, in Gruppen zu etwa 30 weiblichen Tieren, zusätzlich mit dem jeweiligen (Besamungs-)Bullen.
Ein Dt. Fleckviehbulle *Theo* verendete wenige Tage nach Weideauftrieb, so dass „seine Gruppe“ im darauf folgenden Zuchtjahr (als einzige) wiederum vor Weideauftrieb im Stall besamt wurde. Für die weiteren Zuchttiere stellte, wie auch in allen Folgejahren praktiziert, der Weideauftrieb Ende April/Anfang Mai den Beginn der Deckperiode dar. Nach ca. vier Monaten wurden die Bullen wieder aus den einzelnen Zuchtgruppen herausgenommen.
Trächtigkeitsuntersuchungen wurden jährlich nach der Aufstallung im Winter vorgenommen. Nicht tragend gewordene Tiere wurden gemerzt.

3.4 Anpaarungen und Tierzahlen

In den ersten fünf Zuchtjahren von 1997/98 bis einschließlich 2001/02 wurden die Tiere in wiederholten Anpaarungen in Reinzucht angepaart, so dass über die Zuchtjahre, abgesehen von Zuchttierabgängen, in den einzelnen Zuchtgruppen Vollgeschwister fielen. In den Zuchtjahren 2002/03 und 2003/04 wurden die beiden Ausgangsrassen miteinander gekreuzt. Ein knappes Drittel der Herde wurde weiterhin in Reinzucht angepaart, um die Remontierung reinrassiger Zuchttiere für das nächste Zuchtjahr sicherzustellen. In den beiden Kreuzungsjahren fanden keine wiederholten Anpaarungen statt.

Die beiden nachfolgenden Tabellen (Tab. 3.2 bzw. 3.3) vermitteln einen Überblick zu den Anzahlen eingesetzter weiblicher Tiere je Zuchtjahr und den aus diesen Anpaarungen hervorgegangenen Kälbern in den Reinzucht- und Kreuzungsjahren. Bei den Kreuzungskälbern gibt jeweils die erstgenannte Rasse die des Vaters an, die zweitgenannte die der Mutter.

Tab. 3.2: In den Zuchtjahren 1997/98 bis 2001/02 eingesetzte Anzahl Mutterkühe und aus deren Anpaarung hervorgegangene Anzahl an Kälbern

	Anzahl Mutterkühe bzw. Kälber nach Rassen					
	Dt. Angus		Dt. Fleckvieh		bd. Rassen	
Zuchtjahr	Kühe	Kälber	Kühe	Kälber	Kühe	Kälber
1997/98	149	147	144	131	293	278
1998/99	148	147	148	130	296	277
1999/2000	146	145	137	141	283	286
2000/01	154	155	117	116	271	271
2001/02	156	151	117	111	273	262
∑	753	745	663	629	1.416	1.374

Ursprünglich waren die Mutterkühe über alle fünf Reinzuchtjahre hinweg 1.433 mal zur Bedeckung vorgesehen. 17 unter den jährlichen Deckperioden bzw. innerhalb eines Zuchtjahres verendete oder verkaufte Mutterkühe wurden für die statistische Auswertung nicht berücksichtigt. Somit verblieben 753 geplante Bedeckungen innerhalb der Rasse Dt. Angus und 663 innerhalb der Rasse Dt. Fleckvieh, gesamt 1.416 gewünschte Bedeckungen.

In den genannten Zuchtjahren kamen neun Bullen der Rasse Dt. Angus und acht Bullen der Rasse Dt. Fleckvieh zum Einsatz. Die Anzahl der Nachkommen der Bullen, die mit erfasstem Geburtsgewicht in die weitere statistische Auswertung im Rahmen der Produktionsmerkmale eingingen, lag bei den neun Dt. Angusbullen in Größenordnungen von 14 bis 144 Nachkommen je Bulle. Die entsprechenden Nachkommenzahlen der acht Dt. Fleckviehbullen bewegten sich in Größenordnungen von 38 bis 117 Kälbern. Die teilweise enormen Unterschiede in der Anzahl der Nachkommen eines Bullen liegen in den unterschiedlichen Einsatzdauern der Deckbullen begründet.
Eine detaillierte Aufstellung zur Einsatzdauer der Bullen und zur Anzahl geborener Kälber je Bulle ist den Anhangstabellen (Tab. 9.3 und 9.4) zu entnehmen.

Tab. 3.3: In den Zuchtjahren 2002/03 und 2003/04 eingesetzte Anzahl Mutterkühe und aus deren Anpaarung hervorgegangene Anzahl an Kälbern

	Kälber nach Rasse/Genotyp bzw. Anzahl Mutterkühe					
	Dt. Angus - Reinzucht		Dt. Fleckvieh - Reinzucht		in Reinzucht	
Zuchtjahr	Kühe	Kälber	Kühe	Kälber	Kühe	Kälber
2002/03	27	27	52	49	79	76
2003/04	27	25	62	59	89	84
∑	54	52	114	108	168	160
	Dt. Angus x Dt. Fleckvieh		Dt. Fleckvieh x Dt. Angus		in Kreuzung	
Zuchtjahr	Kühe Dt. Fleckvieh	Kälber	Kühe Dt. Angus	Kälber	Kühe Dt. Angus u. Dt. Fleckvieh	Kälber
2002/03	71	65	110	102	181	167
2003/04	70	72	106	102	176	174
∑	141	137	216	204	357	341

In den betrachteten Kreuzungsjahren waren die Mutterkühe ursprünglich 544mal zur Bedeckung vorgesehen. Nach dem Abgang von 19 Tieren während der Deckperioden bzw. innerhalb der beiden Zuchtjahre verblieben noch 525 Mutterkühe (270 Dt. Angus, 255 Dt. Fleckvieh) zur statistischen Auswertung. Die Kälber der beiden Kreuzungsjahre stammten von fünf Dt. Angus- und sieben Dt. Fleckviehbullen ab.

Für die Kreuzungsjahre ergaben sich ebenfalls in der Größe stark variierende väterliche Halbgeschwistergruppen. Von den fünf eingesetzten Dt. Angusbullen gingen vier bis 14 reinrassige Kälber und 11 bis 41 Kreuzungsnachkommen je Bulle in die weiterführende statistische Auswertung mit ein. Die entsprechenden Nachkommenzahlen der sieben Dt. Fleckviehbullen variierten zwischen sieben und 27 Nachkommen in Reinzucht, zwischen 16 und 52 in Kreuzung.
Einsatzdauer der Bullen und Anzahl geborener Kälber je Bulle sind in den Anhangstabellen (Tab. 9.3 und 9.4) aufgeführt.

Mussten innerhalb einer Zuchtgruppe Bullen ausgetauscht bzw. ersetzt werden, wurde bei den Kälbern eine Abstammungskontrolle anhand einer Mikrosatellitenanalyse im institutseigenen Labor durchgeführt.

Zu Beginn der Deckperiode für die Erstellung des Kälberjahrganges 2005, gleichzusetzen mit dem Beginn des achten Zuchtjahres, waren noch 50,0 %, entsprechend 150 der 300 im Winter 1996/97 eingekauften weiblichen Rinder als Zuchttiere im Einsatz. Einzeln nach Rassen ausgedrückt bedeutet dies, dass nach Abschluss der vorliegenden Arbeit an der Herde noch 54,0 % der ursprünglich zugekauften Dt. Anguskühe (81 Tiere) und 46,0 % der ursprünglich zugekauften Dt. Fleckviehkühe (69 Tiere) zur Weiterzucht verfügbar waren.

3.5 Produktionszyklus im Jahresverlauf und Parametererfassung

Im Jahresverlauf gab es auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Rudlos feststehende Aktionen im Betriebsablauf zur Erfassung der Parameter der Reproduktions- und Produktionsleistung (vgl. Tab. 3.4).

Die Abkalbung war an der Frühjahrsabkalbung orientiert. Dies ermöglichte den Verkauf der Absetzer als Zucht- und Mastvieh im Herbst. Der Kalbeverlauf wurde nach einer 4-Punkte-Skala (von 1 = „ohne Hilfe“ über 2 = „leichte Zughilfe“, 3 = „beträchtliche Hilfe“ bis 4 = „Kaiserschnitt“) bewertet. Die meisten Abkalbungen in den Zuchtjahren fielen in den Monaten Februar und März. Alle geborenen Kälber bekamen entsprechend den Vorgaben der Viehverkehrsverordnung während der ersten Lebenswoche die DE-Ohrmarke sowie eine betriebsinterne Ohrmahre mit einer individuellen Kombination aus Farbe und Tiernummer eingezogen. Bei Verlust des Muttertieres unter der Geburt wurden vereinzelt willige Ammenkühe eingesetzt. Totgeburten wurden nicht gewogen, zudem wurde bei einigen zwar lebend geborenen, jedoch bereits innerhalb weniger Minuten/Stunden post partum verendeten Kälbern das Geburtsgewicht ebenfalls nicht erfasst.
Der Weideauftrieb, witterungsabhängig Ende April/Anfang Mai, stellte den Beginn der Deckperiode dar. Die Mütter wurden mit Kälbern bei Fuß - soweit bereits abgekalbt - in Zuchtgruppengrößen zu etwa 30 Mutterkühen aufgetrieben und einem Bullen zugeteilt.
Beim Herdentrennen Ende August/Anfang September, gleichzusetzen mit dem Ende der Deckperiode, wurden die Mutterkühe mit männlichen Kälbern von denen mit weiblichen getrennt, um unerwünschte Bedeckungen der Kälber untereinander zu verhindern. Mutterkühe mit getrennt geschlechtlichen Zwillingen gingen mit beiden Kälbern auf die Bullenkälberweiden, da die weiblichen Zwillingskälber in ihrer Entwicklung im Vergleich zu den weiblichen Einlingskälbern meist noch zurück lagen. Die Bullen wurden zu diesem

Zeitpunkt aus den Zuchtgruppen herausgenommen und teilweise Färsen zur Erstbelegung zugeteilt.

Das Absetzen der Kälber erfolgte um den 220sten Lebenstag. Der Absetztermin fiel größtenteils in die Monate Oktober und November, verbunden mit der Aufstallung bzw. der Vermarktung der Absetzer. Bei Ausfall des Muttertieres durch Tod oder aufgrund medikamentöser Behandlung wurden einzelne Kälber bereits früher von der Mutter getrennt, auf der anderen Seite blieben einzelne weniger frohwüchsige Kälber auch schon mal neun Monate bei der Mutter.

Gewogen wurden die Tiere in einem mobilen, kombinierten Wiege- und Behandlungsstand mit integrierter elektronischer Viehwaage der Firma Texas Trading. Die Erfassung des Körpergewichts diente als Kontrolle der Gewichtsentwicklung und somit als Grundlage zur Berechnung der Tageszunahmen.

Neben den hier aufgeführten Aktionen wurden die Tiere zusätzlich bei Weideumtrieben und beginnender Zufütterung gewogen.

Tab. 3.4: Überblick zu durchgeführten Aktionen im Jahresverlauf und zur Erfassung der Parameter

Aktion	Umschreibung	erfasste Parameter
Abkalbung (Winter/Frühjahr)		Kalbeverlauf, Geschlecht, Geburtstyp, Geburtsgewicht
Weideauftrieb (April/Mai)	Auftrieb der Mutterkühe mit Kälbern bei Fuß, Einsetzen der Bullen in die einzelnen Zuchtgruppen	Körpergewicht
Herdentrennen (August/September)	Trennen der Mutterkühe mit männlichen von denen mit weiblichen Kälbern, Herausnahme der Bullen aus den einzelnen Zuchtgruppen	Körpergewicht
Absetzen (um den 220. Lebenstag)	Trennen der Kälber von der Mutter, gleichzeitig Wiegung der Absetzer (Reinzuchttiere) für das Fleisch-rinderherdbuch	Körpergewicht
Aufstallung (Oktober/November)	Verteilen der Tiere auf die einzelnen Stallsysteme bzw. auf die Winter-weide	Körpergewicht

3.6 Statistische Auswertung

3.6.1 Datenverarbeitung und Datenverwaltung

Die Auf- und Verarbeitung sowie Verwaltung der Rohdaten erfolgte mittels einer Datenbank mit Microsoft Access 2000.
Für die Datenbeschreibung im Rahmen der deskriptiven Statistik sowie zur weitergehenden varianzanalytischen Auswertung einschl. der phänotypischen Korrelationen, des Chi^2-Tests und der Schätzung der Kreuzungsparameter wurde das Programmpaket SAS (Statistical Analysis System, Version 8.1) verwendet.
Die Varianzkomponentenschätzung erfolgte mit dem Programm VCE4, Version 4.2.5 (GROENEVELD, 1998).

3.6.2 Datenauswertung Mutterkühe

Zur Beschreibung der Reproduktionsleistung der beiden Ausgangsrassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh wurden über alle Jahre hinweg Abkalberaten einschl. Totgeburtenraten und Aufzuchtverlusten ausgewertet.
Die Abkalberate beschreibt zunächst die Anzahl der abkalbenden Kühe im Verhältnis zu allen dem Bullen zugeführten weiblichen Tiere. Dabei bleibt die Art der Abkalbung, ob Einlings- oder Zwillingsabkalbung unberücksichtigt. Ebenso wird keine Unterscheidung in Lebend- oder Totgeburt vorgenommen.

Die Verluste durch tot geborene Kälber sind von den Kälberverlusten, die teilweise nur wenige Minuten nach der Geburt auftraten zu unterscheiden. Die angegebene Prozentzahl beschreibt das Auftreten tot geborener Kälber im Verhältnis zur Gesamtanzahl geborener Kälber.
Die Verluste lebend geborener Kälber während der Aufzucht wurden in zwei Kategorien unterteilt. Zunächst in Verluste innerhalb der ersten 14 Tage post partum (VE_I; hierunter fallen auch die Verluste, die direkt im Anschluss nach der Geburt auftraten) und von da an weiter bis zum Absetzen (VE_{II}). Da das unmittelbare Überleben des Kalbes in den ersten Lebensstunden und -tagen von der Zusammensetzung und der Menge des aufgenommenen Kolostrums, vom Keimstatus der Umwelt sowie von der individuellen Körperkondition des

Neugeborenen abhängig ist, wurden diese Verluste innerhalb der ersten beiden Lebenswochen gesondert betrachtet. Rechnerische Bezugsbasis für die Aufzuchtverluste stellt die Anzahl der lebend geborenen Kälber dar.

Als ein wichtiges Merkmal der Fruchtbarkeit wurde für die Mutterkühe der Kalbeverlauf sowohl deskriptiv als auch varianzanalytisch ausgewertet. Die zu prüfenden Einflussfaktoren für die Reinzuchtjahre wurden mit den SAS-Prozeduren GLM und MIXED analysiert. Neben dem zufälligen Effekt des Vaters in den Reinzucht- und Kreuzungsjahren wurden für beide Betrachtungszeiträume als fixe Effekte Rasse und Geburtstyp des Kalbes sowie Kalbesaison und Laktationsnummer der Mutterkuh berücksichtigt. Als Kovariable wurde das Geburtsgewicht der Kälber derart mitberücksichtigt, als dass bei Zwillingen das Geburtsgewicht beider Kälber addiert wurde. Wurden für den Kalbeverlauf bei Zwillingskälbern unterschiedliche Werte erfasst, so wurde der schwerere Wert verwendet und der Mutter als ein Wert zugeordnet.
Neben der Varianzanalyse, in der alle Effekte auf den Kalbeverlauf gleichzeitig (multifaktoriell) berücksichtigt wurden, wurden die Leistungen der beiden Ausgangsrassen zur weitergehenden Interpretation im Merkmal Kalbeverlauf bzgl. der Frage „mit/ohne Hilfe?“ sowie hinsichtlich der Frage „abgekalbt – ja/nein?“ im Chi^2-Test miteinander auf signifikante Unterschiede zwischen den Rassen mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von unter 5,0 % verglichen.

3.6.3 Datenauswertung Kälber

3.6.3.1 Produktionsleistungen

Neben der ausführlichen Datenbeschreibung des Datenmaterials der Kälber wurden für die Varianzanalyse die Produktionsmerkmale Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Tageszunahmen bis zum Absetzen (errechnet aus dem Lebendgewicht der Kälber zum Absetztermin abzüglich des Geburtsgewichtes, dividiert durch das Absetzalter in Tagen), jeweils getrennt nach Betrachtungszeitraum für Rein- und Kreuzungszuchtjahre, ausgewählt.

Für die varianzanalytische Auswertung der Kälberdaten der Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 wurde die SAS-Prozedur GLM verwendet. Wie auch schon bei der Varianzanalyse

im Merkmal Kalbeverlauf der Mutterkühe wurde aufgrund der nicht mehr vorliegenden „echten Nestung“ des Vaters innerhalb seiner Rasse für die Auswertung der Kreuzungsjahre 2002/03 und 2003/04 die SAS-Prozedur MIXED verwendet, wiederum mit dem Vater als zufälligem Effekt.

Das nachfolgend aufgeführte statistische Modell präsentiert die Varianzanalyse im Merkmal Geburtsgewicht der Kälber der Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 beispielhaft für die weiteren durchgeführten Varianzanalysen in den jeweiligen Merkmalen zur Erfassung der Produktionsleistungen.

$$\mathbf{y_{ijklmno} = \mu + r_i + g_j + s_k + k_l + l_m + (r_i \times s_k) + (r_i \times k_l) + v_{in} + e_{ijklmno}}$$

mit:

$\mathbf{y_{ijklmno}}$	=	beobachteter Merkmalswert des Einzeltieres (Geburtsgewicht)
$\boldsymbol{\mu}$	=	Populationsmittel
$\mathbf{r_i}$	=	fixer Effekt der Rasse des Kalbes, mit i = 1,2 (1 = Dt. Angus, 2 = Dt. Fleckvieh)
$\mathbf{g_j}$	=	fixer Effekt des Geburtstyps des Kalbes, mit j = 1,2 (1 = Einling, 2 = Zwilling)
$\mathbf{s_k}$	=	fixer Effekt des Geschlechts des Kalbes, mit k = 1,2 (1 = männlich, 2 = weiblich)
$\mathbf{k_l}$	=	fixer Effekt der Kalbesaison mit l = 1 bis 15 (1 = 1998-1, 2 = 1998-2, 3 = 1998-3, 4 = 1999-1, 5 = 1999-2, 6 = 1999-3, u.s.w.)
$\mathbf{l_m}$	=	fixer Effekt der Laktationsnummer der Mutterkuh mit m = 1 bis 5 (1 = erste, 2 = zweite, 3 = dritte, 4 = vierte, 5 = fünfte Laktation)
$\mathbf{(r_i \times s_k)}$	=	Interaktion zwischen der Rasse und dem Geschlecht des Kalbes
$\mathbf{(r_i \times k_l)}$	=	Interaktion zwischen der Rasse des Kalbes und der Kalbesaison
$\mathbf{v_{in}}$	=	zufälliger Effekt des Vaters innerhalb Rasse ($n_{\text{Dt. Angus}}$ = 1 bis 9 bzw. $n_{\text{Dt. Fleckvieh}}$ = 1 bis 8)
$\mathbf{e_{ijklmno}}$	=	zufälliger Restfehler

Im Folgenden sind alle verwendeten Modelle mit ihren jeweiligen Einflussfaktoren erwähnt.

Im Modell Geburtsgewicht der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 wurde der Vater des Kalbes innerhalb der Rasse (Dt. Angus, Dt. Fleckvieh) als zufälliger Effekt berücksichtigt. Als fixe Effekte wurden berücksichtigt die Rasse des Kalbes (Dt. Angus, Dt. Fleckvieh), der Geburtstyp des Kalbes (Einling, Zwilling), das Geschlecht des Kalbes (männlich, weiblich), die Kalbesaison (je drei pro Zuchtjahr) sowie die Laktationsnummer der Mutterkuh (erste bis fünfte Laktation). Die Interaktion zwischen der Rasse und dem Geschlecht des Kalbes sowie die Interaktion zwischen der Rasse und der Kalbesaison gingen ebenfalls in das Modell mit ein.
Das Modell für das Absetzgewicht der Reinzuchtkälber beinhaltete ebenfalls wieder den Vater des Kalbes innerhalb der Rasse als zufälligen Effekt. Die Rasse, der Geburtstyp und das Geschlecht des Kalbes wurden wie auch schon im vorgenannten Modell als fixe Effekte berücksichtigt. Ein weiterer fixer Effekt war das Zuchtjahr (1997/98 bis 2001/02). Als Kovariablen gingen das Geburtsgewicht und das Absetzalter des Kalbes mit ein, wobei das Geburtsgewicht als Abweichung des individuellen Geburtsgewichtes vom Rassemittel berücksichtigt wurde. Zusätzlich wurden noch die Interaktionen zwischen der Rasse und dem Geschlecht des Kalbes sowie zwischen der Rasse und dem Geburtstyp des Kalbes in das Modell mit aufgenommen.
Das Modell für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen entspricht hinsichtlich des zufälligen Effekts, der vier fixen Effekte und den beiden Interaktionen dem Modell für das Absetzgewicht. Hinzugenommen wurde noch die Laktationsnummer der Mutterkuh als weiterer fixer Effekt. Kovariablen wurden nicht mit in das Modell aufgenommen.

Die statistischen Modelle für die Produktionsmerkmale der Kälber aus den beiden Kreuzungsjahrgängen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 hatten jeweils den gleichen Grundaufbau mit dem Vater als zufälligem Effekt sowie den fixen Effekten Rasse, Geschlecht und Zuchtjahr des Kalbes. Zwillingskälber wurden in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.
Zusätzlich zu den genannten Effekten wurde beim Modell für das Geburtsgewicht die Laktationsnummer als fixer Effekt berücksichtigt (erste bis siebte Laktation).
Im Modell für das Absetzgewicht wurde ebenfalls die Laktationsnummer als fixer Effekt berücksichtigt, jedoch nur mit zwei Klassen (erste bis vierte und fünfte bis siebte Laktation). Als Kovariablen gingen das Geburtsgewicht, wiederum als Abweichung vom Rassemittel, das Absetzalter und das Kalbealter der Mutterkuh innerhalb Laktationsnummer mit ein. Auch hier

wurde wieder die Abweichung vom mittleren Kalbealter innerhalb der beiden Klassen der Laktationsnummer verwendet.

Diese eine Kovariable wurde auch im Modell zur Auswertung der Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen zusätzlich zum vorgenannten Grundaufbau mit berücksichtigt. Trotz einer gewissen Überlagerung der fixen Effekte Laktationsnummer und Zuchtjahr, da sich der größte Teil der Mutterkühe im ersten Zuchtjahr 1997/98 auch in der ersten Laktation befand, im zweiten Zuchtjahr in der zweiten Laktation, u.s.w., wurden sowohl Zuchtjahr als auch Laktationsnummer im Modell für die Varianzanalyse berücksichtigt.

Die sich anschließende Tab. 3.5 präsentiert die für die Varianzanalyse der jeweiligen Merkmale im Modell berücksichtigten Einflussfaktoren in einer Übersicht. Dabei sind die Einflussfaktoren von oben nach unten in der Reihenfolge fixe Effekte, Kovariablen, Interaktionen und zufällige Effekte gelistet, in der ersten Spalte zunächst für die Reinzuchtjahre, in der zweiten Spalte für die beiden Kreuzungsjahre.

Tab. 3.5: Darstellung des Modellaufbaus für die einzelnen Produktionsmerkmale der Kälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 für die Varianzanalyse

	Reinzucht 1997/98 bis 2001/02			Kreuzung 2002/03 und 2003/04		
Einflussfaktoren	GebGew n = 1.284	AbsGew n = 1.181	Zun_{GebAbs}	GebGew n = 463	AbsGew n = 431	Zun_{GebAbs}
Rasse/Genotyp	x	x	x	x	x	x
Geburtstyp	x	x	x	Zwillingskälber nicht berücksichtigt		
Geschlecht	x	x	x	x	x	x
Zuchtjahr		x	x	x	x	x
Kalbesaison	x					
LaktNr.	x		x	x	x	
GebGew		x			x	
AbsAlter		x			x	
$Kalbealter_{MK}$					x	x
Rasse*Geschlecht	x	x	x			
Rasse*Geburtstyp		x	x			
Rasse*Kalbesaison	x					
Vater	x	x	x	x	x	x

3.6.3.2 Varianzkomponenten

Die Varianzkomponentenschätzung für die Produktionsmerkmale der Reinzuchtkälber erfolgte unter Verwendung einer vollständigen Verwandtschaftsmatrix mit dem Programm VCE4, Version 4.2.5 (GROENEVELD, 1998).

Folgendes statistisches Modell wurde in der Varianzkomponentenschätzung für das Merkmal Geburtsgewicht (n = 1.284) und gleichzeitig für das Merkmal Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen (n = 1.181) verwendet:

$$\mathbf{y}_{ijklmn} = \boldsymbol{\mu} + \mathbf{r}_i + \mathbf{g}_j + \mathbf{s}_k + \mathbf{z}_l + \mathbf{l}_m + \mathbf{a} + \mathbf{d} + \mathbf{e}_{ijklmn}$$

mit:

$\mathbf{y}_{ijklmn}$	=	beobachteter Merkmalswert des Einzeltieres im jeweiligen Merkmal
$\boldsymbol{\mu}$	=	Populationsmittel
$\mathbf{r}_i$	=	fixer Effekt der Rasse des Kalbes, mit i = 1,2 (1 = Dt. Angus, 2 = Dt. Fleckvieh)
$\mathbf{g}_j$	=	fixer Effekt des Geburtstyps des Kalbes, mit j = 1,2 (1 = Einling, 2 = Zwilling)
$\mathbf{s}_k$	=	fixer Effekt des Geschlechts des Kalbes, mit k = 1,2 (1 = männlich, 2 = weiblich)
$\mathbf{z}_l$	=	fixer Effekt des Zuchtjahres mit l = 1 bis 5 (1 = 1997/98, 2 = 1998/99, 3 = 1999/2000, 4 = 2000/01, 5 = 2001/02)
$\mathbf{l}_m$	=	fixer Effekt der Laktationsnummer der Mutterkuh mit m = 1, 2, 3 (1 = erste, 2 = zweite, 3 = dritte bis fünfte Laktation)
$\mathbf{a}$	=	zufälliger Tiereffekt
$\mathbf{d}$	=	zufälliger maternaler Effekt
$\mathbf{e}_{ijklmn}$	=	zufälliger Restfehler

Für die Schätzung der Varianzkomponenten im Merkmal Absetzgewicht (n = 1.181) wurde das vorgenannte Modell um die beiden Kovariablen Geburtsgewicht (innerhalb Rasse) und Absetzalter ergänzt.

3.6.3.3 Kreuzungsparameter

Zur Schätzung der Differenzen zwischen den Reinzuchten, der individuellen Heterosis und der Stellungseffekte nach DICKERSON (1969, 1973) wurden die Modelle aus der Varianzanalyse der beiden Kreuzungsjahrgänge der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 zu den ausgewählten Produktionsmerkmalen Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Zunahmen von der Geburt bis zum Absetzen übernommen und mit dem statement ESTIMATE ergänzt. Von den 501 in den beiden Zuchtjahren geborenen Kälbern wurden nach Nichtberücksichtigung der Totgeburten und der Zwillingskälber 463 Datensätze mit Geburtsgewichten und jeweils 431 Datensätze mit Absetzgewichten und Tageszunahmen bis zum Absetzen in der statistischen Auswertung verwendet. Aufgrund geringer Tierzahlen und ungleichmäßiger Verteilung über die einzelnen Genotypen und Geschlechter konnten die Zwillingskälber nicht berücksichtigt werden. Verzerrungen in der Schätzung der Kreuzungsparameter sollten hiermit vermieden werden.
Aufgrund starker Jahreseffekte konnten zur Schätzung der Differenzen zwischen den Reinzuchten und zur Schätzung der individuellen Heterosis nur die Reinzuchtkälber derselben Jahrgänge 2002/03 und 2003/04 miteinbezogen werden. Notwendige Modellanpassungen erzwangen die getrennte Auswertung der fünf Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02, so dass diese Kälberjahrgänge nicht zur Berechnung der Differenzen zwischen den Reinzuchten hinzugenommen werden konnten.

In der Berechnung nach DICKERSON (1969, 1973) wird für jede Rasse ein maternaler ($\mathbf{m}$), ein paternaler ($\mathbf{p}$) und ein genetischer Effekt ($\mathbf{g}$) zur Parameterschätzung berücksichtigt:

- **Differenz zwischen Reinzuchtpopulationen**

$$\mathbf{FLV - DA = g_{FLV} - g_{DA} + m_{FLV} - m_{DA} + p_{FLV} - p_{DA}}$$

- **Schätzen der individuellen Heterosis**

$$\mathbf{\frac{1}{2}(DA * FLV + FLV * DA) - \frac{1}{2}(DA + FLV) = h_{DA*FLV}}$$

- **Differenz zwischen reziproken Kreuzungen** (Stellungseffekte)

$$\mathbf{DA * FLV - FLV * DA = m_{FLV} - m_{DA} + p_{DA} - p_{FLV}}$$

4 Ergebnisse

4.1 Reproduktionsleistungen Mutterkühe

4.1.1 Abkalberaten und Anzahl geborener Kälber

Tab. 4.1 präsentiert zunächst die Abkalberaten der Mutterkühe der Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh in den einzelnen Zuchtjahren. Im Rassevergleich während der fünf Reinzuchtjahre zeigten die Mutterkühe der Rasse Dt. Angus stets die um 0,8 bis 8,4 % höheren Abkalberaten. Erstmalig im zweiten Kreuzungsjahr 2003/04 übertrafen die Dt. Fleckvieh- die Dt. Anguskühe mit Abkalberaten in Reinzucht von 93,5 vs. 92,6 und in Kreuzung mit 100,0 % vs. 91,5 %.

Tab. 4.1: Abkalberaten für die Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

	Rasse Mutterkuh					
	Dt. Angus			Dt. Fleckvieh		
Zuchtjahr	n	abgekalbt	in %	n	abgekalbt	in %
1997/98[1)]	149	145	97,3	144	128	88,9
1998/99	148	144	97,3	148	123	83,1
				(120 ohne Theo[2)]	114	95,0)
1999/2000	146	143	97,9	137	133	97,1
2000/01	154	152	98,7	117	112	95,7
2001/02	156	151	96,8	117	107	91,5
∑	753	735	97,6	663	603	91,0
2002/03	27 Reinzucht	27	92,7	52 Reinzucht	47	88,6
	110 Kreuzung	100		71 Kreuzung	62	
2003/04	27 Reinzucht	25	91,7	62 Reinzucht	58	97,0
	106 Kreuzung	97		70 Kreuzung	70	
∑	270	249	92,2	255	237	92,9

1) Alle weiblichen Rinder wurden besamt und anschließend mit dem jeweiligen (Besamungs-)Bullen auf die Weiden aufgetrieben (vgl. Kap. 3.3).

2) Eine besondere Situation ergab sich im Folgejahr für die Zuchtgruppe des Bullen *Theo,* der kurz nach Weideauftrieb im ersten Zuchtjahr verendet war. Diese Zuchtgruppe wurde als einzige auch im Zuchtjahr 1998/99 besamt und anschließend ohne Deckbullen auf die Weide aufgetrieben (vgl. Kap. 3.3). Diese um den Bullen *Theo* reduzierte Anzahl an aufgetriebenen bzw. belegten Kühe bezieht sich demnach nur auf im Natursprung gedeckten weiblichen Tiere.

Im Zeitraum dieser Untersuchung fielen über alle fünf Zuchtjahre hinweg 1.875 Kälber. 745 Kälber wurden in der Rasse Dt. Angus, 629 Kälber in der Rasse Dt. Fleckvieh geboren. In den beiden Kreuzungsjahren fielen insgesamt 341 Kreuzungskälber (137 vom Genotyp Dt. Angus x Dt. Fleckvieh, 204 vom Genotyp Dt. Fleckvieh x Dt. Angus) sowie 160 Reinzuchtkälber (52 Dt. Angus, 108 Dt. Fleckvieh).

Ein detaillierter Überblick zur Anzahl aller geborenen Kälber nach Rasse, Zuchtjahr und Unterscheidung in Einling oder Zwilling ist Tab. 4.2 zu entnehmen.

Tab. 4.2: Anzahl geborener Reinzucht- und Kreuzungskälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Rasse/Genotyp Geburtstyp	Anzahl geborener Kälber/Zuchtjahr 1997/98	1998/99	1999/2000	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
Dt. Angus							
Einling	143	141	141	149	151	27	25
Zwilling	4	6	4	6	-	-	-
∑	147	147	145	155	151	27	25
Dt. Fleckvieh							
Einling	125	116	125	108	103	45	57
Zwilling	6	14	16	8	8	4	2
∑	131	130	141	116	111	49	59
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh							
Einling						59	68
Zwilling						6	4
∑						65	72
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus							
Einling						98	92
Zwilling						4	10
∑						102	102
gesamt	278	277	286	271	262	243	258

4.1.2 Chi^2-Test zur Häufigkeit der Abkalbungen

Zum Vergleich der beiden Mutterkuhrassen hinsichtlich der Frage „abgekalbt – ja/nein?“ wurde der Chi^2-Test durchgeführt. Dabei wurde die Art der Abkalbung hinsichtlich Einlings- oder Zwillingsgeburt ebenso wenig mitberücksichtigt wie das Alter bzw. die Laktationsnummer der Mutterkuh. Rechnerische Grundlagen der Testdurchführung waren die unter Tab. 4.1 dargestellten Abkalberaten der beiden Ausgangsrassen, wobei aufgrund des uneinheitlichen Deckmanagements das erste Zuchtjahr und im zweiten Zuchtjahr eine Bullengruppe aufgrund der durchgeführten künstlichen Besamung im Chi^2-Test nicht berücksichtigt wurden.

Festzuhalten aus der durchgeführten Berechnung bleibt der hoch signifikante Unterschied in der Abkalberate ($p < 0,01$) für alle bis einschl. zum Zuchtjahr 2001/02 zur Belegung im Natursprung in Reinzucht eingesetzten Kühe, wobei die Dt. Anguskühe mit 97,7 % die Kühe der Rasse Dt. Fleckvieh (94,9 %) um fast 3,0 % übertrafen.
Die sich im Jahresvergleich für denselben Zeitraum ergebenden Unterschiede zwischen den beiden Ausgangsrassen waren nicht signifikant.

Für die zur Bedeckung vorgesehenen Mutterkühe in den beiden Kreuzungsjahren ergab sich hinsichtlich der Frage „abgekalbt – ja/nein“ kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Unterscheidung in die Art der Anpaarung, ebenso wenig wie bei der Unterscheidung in die zwei einzelnen Kreuzungszuchtjahre.

4.1.3 Totgeburten und Aufzuchtverluste

Tab. 4.3 präsentiert zunächst die Verluste durch tot geborene Kälber. Dabei beschreibt die angegebene Prozentzahl das Auftreten tot geborener Kälber im Verhältnis zur Gesamtanzahl geborener Kälber.

Tab. 4.3: Verlustgeschehen in Form von Totgeburten der Reinzucht- und Kreuzungskälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Totgeburten/Zuchtjahr im Verhältnis zur Anzahl geborener Kälber								
1997/98	1998/99	1999/2000	2000/01	2001/02	Ø (%)	2002/03	2003/04	Ø (%)
Dt. Angus								
5/147	3/147	3/145	5/155	3/151	19/745	-/27	2/25	2/52
3,4 %	2,0 %	2,1 %	3,2 %	2,0 %	2,6%	0,0 %	8,0 %	3,9 %
Dt. Fleckvieh								
5/131	9/130	11/141	6/116	3/111	34/629	1/49	-/59	1/108
3,8 %	6,9 %	7,8 %	5,2 %	2,7 %	5,4 %	2,0 %	0,0 %	0,9 %
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh								
						4/65	1/72	5/137
						6,2 %	1,4 %	3,7 %
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus								
						1/102	3/102	4/204
						1,0 %	2,9 %	2,0 %

Bei der Rasse Dt. Fleckvieh traten sowohl im direkten Jahresvergleich mit der Rasse Dt. Angus als auch im Mittel der fünf Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 mit 5,4 % vs. 2,6 % jeweils mehr Totgeburten auf. Innerhalb der Rasse Dt. Angus traten mit Werten zwischen 2,0 und 3,4 % Totgeburten für die Jahre 1997/98 bis 2001/02 keine Extreme auf, wohingegen die Totgeburtenraten innerhalb der Rasse Dt. Fleckvieh mit Werten zwischen 2,7 und 7,8 % hohe Variationen aufwiesen. Bezogen auf die einzelnen Väter innerhalb der beiden Rassen lagen die Totgeburtenraten für die einzelnen Dt. Angusbullen zwischen 0,0 und 6,7 %, im Mittel bei 2,6 %. Bei den Bullen der Rasse Dt. Fleckvieh ergab sich mit 2,1 bis 9,6 % tot geborenen Kälbern je Bulle ein ungünstigeres Bild. Gemittelt über alle Dt. Fleckviehbullen lag die Totgeburtenrate bei 5,4 %.

Für den Zeitraum der beiden Kreuzungsjahrgänge traten im Mittel bei den Reinzuchtkälbern mit 2,4 % weniger Totgeburten auf als bei den Kreuzungskälbern mit durchschnittlich 2,9 %. Die Totgeburtenraten für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 lauteten für die einzelnen Genotypen wie folgt: Dt. Angus 3,9 %, Dt. Fleckvieh 0,9 %, Dt. Angus x Dt. Fleckvieh 3,7 % und Dt. Fleckvieh x Dt. Angus 2,0 %. Die einzelnen Totgeburten je Rasse bzw. je Anpaarung lassen keine Tendenzen erkennen. Die Totgeburtenraten je Bulle lagen zwischen 0,0 und 9,5 % bei Dt. Angusbullen, gemittelt 3,7 %, und zwischen 0,0 und 3,9 % für Dt. Fleckviehbullen, gemittelt 1,6 %.

Verluste während der Aufzucht wurden getrennt betrachtet, unterschieden in Verluste innerhalb der ersten 14 Tage post partum (VE_I) und von da an weiter bis zum Absetzen (VE_{II}). Rechnerische Bezugsbasis für die Aufzuchtverluste stellt die Anzahl der lebend geborenen Kälber dar (vgl. Tab. 4.4).

Tab. 4.4: Verlustgeschehen in Form von Aufzuchtverlusten der Reinzucht- und Kreuzungskälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Rasse/ Genotyp	Aufzuchtverluste/Zuchtjahr im Verhältnis zur Anzahl lebend geborener Kälber ($n_{lebgeb.}$)								
	1997/98	1998/99	1999/2000	2000/01	2001/02	Ø (%)	2002/03	2003/04	Ø (%)
Dt. Angus									
$n_{lebgeb.}$	142	144	142	150	148	∑ 726	27	23	∑ 50
VE_I	11	1	11	2	7	4,4 %	1	4	10,4 %
VE_{II}	3	3	4	1	4	2,1 %	1	1	4,1 %
∑ (%)	9,9 %	2,8 %	10,6 %	2,0 %	7,4 %	6,5 %	7,4 %	21,7 %	14,5 %
Dt. Fleckvieh									
$n_{lebgeb.}$	126	121	130	110	108	∑ 595	48	59	∑ 107
VE_I	12	14	14	6	4	8,4 %	3	5	7,4 %
VE_{II}	4	3	8	5	1	3,5 %	1	1	1,9 %
∑ (%)	12,7 %	14,0 %	16,9 %	10,0 %	4,6 %	11,9 %	8,3 %	10,2 %	9,3 %
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh									
$n_{lebgeb.}$							61	71	∑ 132
VE_I							-	2	1,5 %
VE_{II}							-	-	0,0 %
∑ (%)							0,0 %	2,8 %	1,5 %
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus									
$n_{lebgeb.}$							101	99	∑ 201
VE_I							2	6	4,0 %
VE_{II}							3	2	2,5 %
∑ (%)							5,0 %	8,1 %	6,5 %

Detailliert formuliert für die einzelnen Phasen traten bei den Dt. Anguskälbern 4,4 % Aufzuchtverluste innerhalb der ersten 14 Tage post partum auf, weniger als die Hälfte im sich daran anschließenden Zeitraum bis zum Absetzen mit 2,1 %.
Eine ähnliche Verteilung ergibt sich bei den Dt. Fleckviehkälbern mit 8,4 % Verlusten innerhalb der ersten und 3,5 % Verlusten innerhalb der zweiten Phase. Zusammengefasst traten bei der Rasse Dt. Angus Aufzuchtverluste von 6,5 % gegenüber 11,9 % bei der Rasse Dt. Fleckvieh auf.
Die Aufzuchtverluste innerhalb der einzelnen Genotypen der beiden Kreuzungsjahre ergibt ein anderes Bild. Innerhalb der Rasse Dt. Angus lagen die Aufzuchtverluste bei 14,5 %, demgegenüber bei der Rasse Dt. Fleckvieh mit 9,3 % deutlich niedriger. Die Aufzuchtverluste bei den Kreuzungskälbern lagen mit 1,5 % für den Genotyp Dt. Angus x Dt. Fleckvieh und 6,5 % für den Genotyp Dt. Fleckvieh x Dt. Angus unter denen der Reinzuchtkälber.

Von den 726 lebend geborenen Kälbern der Rasse Dt. Angus wurden 679 Kälber aufgezogen. Dies entspricht einer Aufzuchtrate von 93,5 %. Bei der Rasse Dt. Fleckvieh wurden 524 von 595 lebend geborenen Kälbern aufgezogen, was eine Aufzuchtrate von 88,1 % ergibt.

4.1.4 Kalbeverlauf

4.1.4.1 Deskriptive Betrachtung und prozentualer Vergleich der Ausgangsrassen

Insgesamt kam es im Betrachtungszeitraum der fünf Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 zu 1.338 Abkalbungen. 1.257 dieser Abkalbungen, entsprechend 93,9 %, verliefen unter Beobachtung der Tierpfleger, so dass in die Auswertung des Kalbeverlaufs 691 Beobachtungen der Rasse Dt. Angus und 566 der Rasse Dt. Fleckvieh eingehen konnten.
In dem zweijährigen Betrachtungszeitraum Kreuzungszucht kam es zu 486 Abkalbungen. 30 davon verliefen unbeaufsichtigt, 456 Beobachtungen (entsprechend 93,8 %) konnten demnach in der weiteren Auswertung verwendet werden.

Prozentual ausgedrückt kalbten in den Reinzuchtjahren die Mutterkühe der Rasse Dt. Angus in 92,9 % aller Kalbungen ohne Hilfe, in 5,4 % war leichte Zughilfe von Nöten, in 1,6 % beträchtliche Hilfe. In 0,1 % der Abkalbungen mussten die Kälber über Kaiserschnitt entwickelt werden. Für die Rasse Dt. Fleckvieh ergaben sich entsprechend prozentuale Kalbeverläufe von 86,4 %, 12,0 %, 1,4 % bzw. 0,2 %.
In den beiden Kreuzungsjahren kalbten die in Reinzucht angepaarten Kühe der Rasse Dt. Angus zu 84,3 % ohne Hilfe ab, 13,7 % der Abkalbungen verliefen mit leichter Zughilfe und 2,0 % erfolgten mit beträchtlicher Hilfe. Bei den Dt. Fleckviehkühen verliefen 96,1 % ohne Hilfe, die restlichen 3,9 % der Abkalbungen verlangten vom Stallpersonal leichte Zughilfe.
Die Abkalbungen der mit Dt. Fleckviehbullen angepaarten Dt. Anguskühe verliefen zu 98,0 % ohne Hilfe, in 2,0 % der Abkalbungen war leichte Zughilfe angebracht. Die mit Dt. Angusbullen angepaarten Dt. Fleckviehkühe kalbten zu 96,9 % ohne Hilfe, in 2,3 % mit leichter Zughilfe und in 0,8 % aller Abkalbungen mit beträchtlicher Hilfe. Kaiserschnitte kamen in den beiden Kreuzungsjahren nicht vor.

Tab. 4.5 verschafft einen Überblick zum mittleren Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen, differenziert nach Einlings- und Zwillingsabkalbungen sowie nach der Art der Anpaarung (bzgl. der Rasse des Paarungspartners in den beiden Kreuzungszuchtjahren).

Tab. 4.5: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Rasse	Kalbeverlauf (Pkte.) n	$\bar{x}$	s	min	max
1997/98 bis 2001/02					
Dt. Angus					
Einlingsabkalbung	683	1,09	0,35	1	4
Zwillingsabkalbung	8	1,00	0,00	1	1
∑	691	1,09	0,35	1	4
Dt. Fleckvieh					
Einlingsabkalbung	541	1,15	0,41	1	4
Zwillingsabkalbung	25	1,29	0,50	1	3
∑	566	1,15	0,41	1	4
2002/03 und 2003/04					
Dt. Angus					
Einlingsabkalbung	51	1,18	0,43	1	3
Zwillingsabkalbung	-	-	-	-	-
∑	51	1,18	0,43	1	3
Dt. Fleckvieh					
Einlingsabkalbung	75	1,04	0,20	1	2
Zwillingsabkalbung	2	1,00	0,00	1	1
∑	77	1,04	0,19	1	2
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh					
Einlingsabkalbung	127	1,02	0,20	1	3
Zwillingsabkalbung	4	1,50	0,58	1	2
∑	131	1,04	0,23	1	3
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus					
Einlingsabkalbung	190	1,02	0,14	1	2
Zwillingsabkalbung	7	1,00	0,00	1	1
∑	197	1,02	0,14	1	2

4.1.4.2 Ergebnisse der Einflussfaktoren auf den Kalbeverlauf aus der Varianzanalyse

In den fünf Reinzuchtjahren erwies sich die Rasse des Kalbes als ein nicht signifikanter Einflussfaktor. Demgegenüber erwies sich die Art der Anpaarung, gleichbedeutend mit dem Genotyp des Kalbes, in den beiden Kreuzungsjahren als höchst signifikant ($p < 0,001$). Die Laktationsnummer der Mutterkuh hatte für beide Betrachtungszeiträume einen hoch signifikanten ($p < 0,01$) bzw. einen höchst signifikanten ($p < 0,001$) Einfluss. Ein Einfluss des Geburtstyps auf den Verlauf der Kalbung konnte in den Reinzuchtjahren nicht festgestellt werden, wohl aber bei den Kälbern der Kreuzungsjahre. Kalbesaison und Geburtsgewicht bzw. dessen Summen bei Zwillingskälbern erwiesen sich in den Reinzuchtjahren als höchst signifikant ($p < 0,001$), während die Kalbesaisons der beiden Kreuzungsjahre einen hoch signifikanten Einfluss ($p < 0,01$) und die Geburtsgewichte einen signifikanten Einfluss auf den Kalbeverlauf besaßen ($p < 0,05$; vgl. Tab. 4.6).

Tab. 4.6: Ergebnisse der fixen Einflussfaktoren auf den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Signifikanzniveau der Einflussfaktoren im Merkmal Kalbeverlauf				
$Rasse/Genotyp_{Kalb}$	Kalbesaison	LaktNr.	GebTyp	$Summe_{GebGew}$ [2)]
1997/98 bis 2001/02				
n.s.	***	**	n.s.	***
2002/03 und 2003/04				
***	**	***	**	*

[2)] $Summe_{GebGew}$ = ((addiertes) Geburtsgewicht – mittlere Summe innerhalb Geburtstyp)

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$)
** = hoch signifikant ($p < 0,01$)
* = signifikant ($p < 0,05$)
n.s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$)

Der im Modell für die fünf Reinzuchtjahre als zufälliger Effekt berücksichtigte Vater erwies sich als nicht signifikant.

Im Modell für die Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 erklärt der Vater 0,23 % der totalen Varianz.

4.1.4.3 LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern für den Kalbeverlauf

Der nicht signifikante Einfluss der Rasse wird an den in Tab. 4.7 präsentierten eng beieinander liegenden LSQ-Rassemittelwerten für die Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 offensichtlich. 0,02 Punkte Differenz zwischen den Rassen sind demnach zu vernachlässigen. In den beiden Folgejahren zeigten die Dt. Angus Mutterkühe einen um 0,14 Punkte angestiegenen Kalbeverlauf, während der Wert bei den Mutterkühen der Rasse Dt. Fleckvieh um 0,02 Punkte abgesunken war. Aufgrund der geringen Tierzahlen, trotz vergleichbarer Standardfehler der in Reinzucht abkalbenden Mutterkühe in den Zuchtjahren 2002/03 und 2003/04, ist dieses Ergebnis zunächst vorsichtig zu interpretieren, und es wird auf die Ergebnisse des Chi^2-Tests unter Kap. 4.1.4.4 verwiesen. Der Kalbeverlauf für die in Kreuzung angepaarten Dt. Fleckviehkühe lag mit 1,10 Punkten leicht unter dem Wert für die mit Dt. Fleckviehbullen angepaarten Dt. Anguskühe (1,13 Punkte).

Tab. 4.7: LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Rasse Kalb bzw. Art der Anpaarung[1)]	Kalbeverlauf (Pkte.) 1997/98 bis 2001/02 LSQ	SE	2002/03 und 2003/04 LSQ	SE
Dt. Angus	1,10	0,04	1,24	0,04
Dt. Fleckvieh	1,08	0,03	1,06	0,04
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh			1,10	0,03
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus			1,13	0,03

Der Einfluss der Kalbesaison ist durch die sich über meist drei Jahreszeiten (Winter, Frühjahr und Sommer) hinziehende Abkalbeperiode im Zuchtjahr zu erklären. Den Effekt nur des Zuchtjahres allein im Modell zu prüfen, wäre von daher zu oberflächlich gewesen. Gleichzeitig ist eine Überlagerung der beiden Effekte Kalbesaison und Laktationsnummer zu bedenken, da im Jahr 1998 nur Erstkalbinnen abkalbten und im Jahr 1999 zum allergrößten Teil nur Zweitkalbskühe. Erst mit den weiteren Zuchtjahren kam es zu verschiedenen Laktationsnummern innerhalb der Zuchtjahre, und somit zu kreuzklassifizierten Daten für die Auswertung.

Tab. 4.8 enthält die LSQ-Kalbesaisonmittelwerte mit Standardfehlern für alle sieben Zuchtjahre.

Tab. 4.8: LSQ-Kalbesaisonmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Kalbeverlauf (Pkte.)					
1997/98 bis 2001/02			2002/03 und 2003/04		
Kalbesaison	LSQ	SE	Kalbesaison	LSQ	SE
1998-1	1,33	0,06	2003-1	1,08	0,04
1998-2	1,25	0,06	2003-2	1,10	0,04
1998-3	1,02	0,07	2003-3	1,08	0,04
1999-1	1,08	0,05	2004-1	1,15	0,04
1999-2	1,08	0,05	2004-2	1,16	0,04
1999-3	1,19	0,06	2004-3	1,23	0,04
2000-1	1,03	0,05			
2000-2	1,00	0,05			
2000-3	1,05	0,07			
2001-1	1,00	0,07			
2001-2	0,97	0,05			
2001-3	0,97	0,05			
2002-1	1,15	0,06			
2002-2	1,13	0,05			
2002-3	1,09	0,05			

Tab. 4.9 zeigt auf, dass zur ersten Kalbung hin größere Kalbeprobleme auftraten. Bei der Darstellung gilt es zu beachten, dass in den Zuchtjahren 2002/03 und 2003/04 nicht nach der Art der Anpaarung unterschieden ist. Die Höhe der Werte für den Kalbeverlauf der ersten Laktation werden in keiner weiteren mehr erreicht. Für die zweite und dritte Laktation bewegen sich die Werte auf einem vergleichbar geringeren Niveau, zur vierten Laktation hin wiederum leicht ansteigend. Zur fünften Laktation fällt der Reinzuchtwert auf 0,98 Punkte ab, während der Wert aus dem Kreuzungszeitraum auf 1,17 in dieser und in der folgenden Laktation anstieg. In den beiden Kreuzungsjahren sank der Wert zur siebten Laktation auf 1,07 Punkte ab. Zu beachten bei dieser Darstellung ist die z.T. sehr schwache Besetzung der einzelnen Laktationsnummernklassen.

Tab. 4.9: LSQ-Laktationsnummernmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Laktationsnummer	Kalbeverlauf (Pkte.)					
	1997/98 bis 2001/02			2002/03 und 2003/04		
	Kühe	LSQ	SE	Kühe	LSQ	SE
erste Laktation	370	1,18	0,04	55	1,28	0,04
zweite Laktation	293	1,06	0,04	53	1,07	0,04
dritte Laktation	266	1,09	0,05	35	1,06	0,04
vierte Laktation	228	1,14	0,05	24	1,10	0,05
fünfte Laktation	181	0,98	0,05	27	1,17	0,05
sechste Laktation				154	1,17	0,04
siebte Laktation				138	1,07	0,04

Der Geburtstyp, im Anschluss in Tab. 4.10 dargestellt, erweist sich in den beiden Kreuzungsjahren bereits auf den ersten Blick hin als deutlicher Einflussfaktor mit höheren Werten für die Zwillingsabkalbungen. Nach dem jeweils verwendeten Modell besaß der Geburtstyp in den Reinzuchtjahren keinerlei Einfluss, wohingegen der Kalbeverlauf in den beiden anschließenden Zuchtjahren einem hoch signifikantem Einfluss durch den Geburtstyp unterlag ($p < 0,01$). Jedoch ist auch hier wieder die Anzahl der aufgetretenen Zwillingsabkalbungen im Verhältnis zur Anzahl aller Abkalbungen zu berücksichtigen.

Tab. 4.10: LSQ-Geburtstypmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für den Kalbeverlauf der Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Geburtstyp	Kalbeverlauf (Pkte.)			
	1997/98 bis 2001/02		2002/03 und 2003/04	
	LSQ	SE	LSQ	SE
Einling	1,08	0,01	1,04	0,01
Zwilling	1,10	0,06	1,22	0,06

Die Regression der addierten Geburtsgewichte auf das untersuchte Merkmal stellt sich wie folgt dar.
Für die Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 wirkt sich ein Anstieg um eine Einheit, hier also um ein kg im Geburtsgewicht bzw. deren Summe bei Zwillingskälbern, dahingehend aus, dass der Kalbeverlauf bei Einlingen um 0,007 Punkte (SE = 0,002) ansteigt, bei Zwillingskälbern entsprechend um 0,022 Punkte (SE 0,006), was etwa einer Verdreifachung gleichkommt. Ein Anstieg im betrachteten Merkmal ist gleichzusetzen mit einer Verschlechterung, d.h. mit einer Zunahme von Kalbeschwierigkeiten.
Für die zwei nachfolgenden Kreuzungsjahre 2002/03 und 2003/04 bewirkt eine entsprechende Zunahme im Geburtsgewicht einen Anstieg im Kalbeverlauf bei Einlingen um 0,004 Punkte (SE 0,002), bei Zwillingskälbern entsprechend um 0,008 Punkte (SE 0,009), was ebenfalls einer Verdopplung gleichkommt.

4.1.4.4 Chi^2-Test zum Kalbeverlauf der Mutterkühe

Für den Chi²-Test auf signifikante Rasseunterschiede hinsichtlich des Kalbeverlaufs wurde die ursprüngliche 4-Punkte- auf eine 2-Merkmalsskala („ohne Hilfe“ einerseits und „leichte Zughilfe“, „beträchtliche Hilfe“ und „Kaiserschnitt“ andererseits) reduziert. Aufgrund der von „ohne Hilfe“ abweichenden z.T. sehr geringen und unzureichenden Subzellenbesetzung konnte diese Einteilung nicht anders gewählt werden.
Tab. 4.11 zeigt zunächst den Kalbeverlauf auf Grundlage der neuen Einteilung in „mit Hilfe“ und „ohne Hilfe“ für die einzelnen Anpaarungen. Insgesamt wurden über den Betrachtungszeitraum von sieben Jahren 1.713 Abkalbungen der Mutterkühe beobachtet.

Tab. 4.11: Beobachtungen im Kalbeverlauf zum Chi²-Test für die Mutterkühe beider Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04 nach Art der Anpaarung

Kalbeverlauf	Art der Anpaarung			
	Dt. Angus	Dt. Fleckvieh	Dt. Angus x Dt. Fleckvieh	Dt. Fleckvieh x Dt. Angus
ohne Hilfe	685 (92,3 %)	563 (87,6 %)	127 (96,9 %)	193 (98,0 %)
mit Hilfe	57 (7,7 %)	80 (12,4 %)	4 (3,1 %)	4 (2,0 %)
leichte Zughilfe	44	71	3	4
beträchtliche Hilfe	12	8	1	0
Kaiserschnitt	1	1	0	0
∑	742	643	131	197

Über den Betrachtungszeitraum der ersten fünf Zuchtjahre unterschieden sich die beiden Ausgangsrassen Dt. Angus mit 92,9 % problemlosen Abkalbungen und Dt. Fleckvieh mit 86,4 % problemlosen Abkalbungen höchst signifikant ($p < 0,001$) voneinander. Die Unterschiede zwischen den Mutterkühen in den beiden Kreuzungsjahren erwiesen sich hinsichtlich der Art der Anpaarung ebenfalls als höchst signifikant verschieden ($p < 0,001$; vgl. Kap. 4.1.4.1).

4.2 Produktionsleistungen Kälber

4.2.1 Datenbeschreibung für die ausgewählten Produktionsmerkmale

Unter die ausgewählten Produktionsmerkmale der Kälber fielen Geburts- und Absetzgewicht einschließlich des Absetzalters und der täglichen Zunahmen von der Geburt bis zum Absetzen.

Die im Anschluss aufgelisteten Tab. 4.12 bis 4.14 enthalten die beobachteten Leistungen in Form von Rohmittelwerten, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten in den Produktionsmerkmalen. Die detaillierte Ergebnisdarstellung der erzielten Produktionsleistungen erfolgt mit Kapitel 4.2.2 im Rahmen der Varianzanalyse.

Die Geburtsgewichte (vgl. Tab. 4.12) der Reinzuchtnachkommen lagen in beiden Betrachtungszeiträumen (Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie Zuchtjahre 2002/03 und

2003/04) auf vergleichbarem Niveau. Dabei übertrafen jeweils die Dt. Fleckvieh- die Dt. Anguskälber um 6,0 bis 7,0 kg. Die Geburtsgewichte der Reinzuchtkälber im Zuchtabschnitt 2002/03 und 2003/04 lagen leicht höher und näher beieinander, wobei aber die geringeren Tierzahlen (1.284 vs. 157) nicht außer Betracht gelassen werden sollten. Die Kreuzungskälber zeigten zwischen den Reinzuchten liegende Geburtsgewichte, wobei die Kreuzung aus Dt. Angus x Dt. Fleckvieh die der anderen Einfachkreuzung um fast 2,0 kg übertraf.

Tab. 4.12: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Geburtsgewichte der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04, einschl. der Zwillingskälber

Rasse/Genotyp	Geburtsgewicht (kg) $\bar{x}$	s	min	max
1997/98 bis 2001/02				
Dt. Angus				
♂ (n = 363)	38,1	5,49	20,0	56,0
♀ (n = 353)	36,1	4,78	20,0	50,0
♂♀ (n = 716)	37,1	5,23	20,0	56,0
Dt. Fleckvieh				
♂ (n = 293)	46,0	6,46	28,0	68,0
♀ (n = 275)	42,4	5,66	26,0	55,0
♂♀ (n = 568)	44,3	6,33	26,0	68,0
2002/03 und 2003/04				
Dt. Angus				
♂ (n = 30)	39,6	3,13	32,0	49,0
♀ (n = 20)	37,2	4,88	30,0	48,0
♂♀ (n = 50)	38,6	4,05	30,0	49,0
Dt. Fleckvieh				
♂ (n = 54)	46,5	4,52	33,0	60,0
♀ (n = 53)	42,4	4,95	29,0	54,0
♂♀ (n = 107)	44,5	5,15	29,0	60,0
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh				
♂ (n = 63)	45,2	4,81	36,0	59,0
♀ (n = 69)	42,7	4,73	29,0	54,0
♂♀ (n = 132)	43,9	4,92	29,0	59,0
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus				
♂ (n = 97)	44,1	5,59	30,0	65,0
♀ (n = 100)	40,2	5,13	26,0	54,0
♂♀ (n = 197)	42,1	5,70	26,0	65,0

Zwischen den Geburtstypen gab es offensichtliche Unterschiede im Geburtsgewicht. Während der fünf Reinzuchtjahre zeigten die 698 Einlingskälber der Rasse Dt. Angus ein mittleres Geburtsgewicht von 37,3 ± 5,08 kg, demgegenüber wogen die 18 Zwillingskälber im Mittel 28,4 ± 4,40 kg zur Geburt. Auch bei den Dt. Fleckviehkälbern waren die 42 Zwillingskälber zum Zeitpunkt der Geburt gegenüber den 526 Einlingskälbern mit im Mittel 35,7 ± 4,96 kg vs. 44,9 ± 5,93 kg deutlich leichter.

Während der Kreuzungsjahre kamen bei der Rasse Dt. Angus keine Zwillinge zur Welt. Bei Dt. Fleckvieh wurden sechs Zwillinge mit einem mittleren Geburtsgewicht von 36,8 ± 3,82 kg zur Welt gebracht. Die 101 Einlinge lagen mit 45,0 ± 4,87 kg wiederum ca. 10 kg darüber.
Die Zwillingskälber, aus den Kreuzungen hervorgegangen, zeigten wie auch die Kreuzungseinlinge höhere mittlere Geburtsgewichte. Die Einlingskälber aus Dt. Angus und Dt. Fleckvieh (n = 124) wogen im Mittel 44,4 ± 4,77 kg, die acht Zwillinge 37,6 ± 2,39 kg. Die Einlinge der zweiten reziproken Kreuzung (n = 188) wogen zur Geburt im Mittel 42,7 ± 5,41 kg, die neun Zwillinge 32,9 ± 4,04 kg.

Die Rangierung der erzielten Leistungen im Absetzgewicht und den Tageszunahmen bis zum Absetzen hat sich im Vergleich zum Geburtsgewicht für die zwei Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 leicht verschoben. Die Kreuzungskälber Dt. Angus x Dt. Fleckvieh zeigten in beiden Merkmalen die höchsten Leistungen und übertrafen, wenn auch nur geringfügig, die reinrassigen Dt. Fleckviehkälber (vgl. Tab. 4.13 und 4.14).
Aufgrund der sehr geringen Tierzahlen insbesondere der Reinzuchtkälber dieser beiden Zuchtjahre sollte dieser Differenz, die zudem auf deskriptiven Daten beruht, keine allzu große Bedeutung beigemessen werden.

Tab. 4.13: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für Absetzgewichte und –alter der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04, einschl. der Zwillingskälber

	Absetzgewicht (kg)				Absetzalter (d)			
Rasse/Genotyp	$\bar{x}$	s	min	max	$\bar{x}$	s	min	max
1997/98 bis 2001/02								
Dt. Angus								
♂ (n = 338)	245	35,1	132	351	217	18,4	157	264
♀ (n = 331)	226	31,5	125	301	217	18,8	163	277
♂♀ (n = 669)	236	34,6	125	351	217	18,6	157	277
Dt. Fleckvieh								
♂ (n = 255)	288	46,5	154	393	213	17,3	156	267
♀ (n = 357)	254	41,5	134	344	215	17,7	139	248
♂♀ (n = 512)	271	47,2	134	3	214	17,5	139	267
2002/03 und 2003/04								
Dt. Angus								
♂ (n = 23)	261	43,1	180	336	219	7,8	200	232
♀ (n = 19)	240	37,0	168	303	222	9,0	209	235
♂♀ (n = 42)	252	41,3	168	336	221	8,4	200	235
Dt. Fleckvieh								
♂ (n = 52)	301	43,6	213	403	212	18,0	162	252
♀ (n = 44)	269	40,8	194	353	220	18,4	185	279
♂♀ (n = 96)	286	45,2	194	403	216	18,5	162	279
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh								
♂ (n = 62)	301	34,7	187	357	216	13,3	187	254
♀ (n = 68)	277	34,2	144	339	221	10,8	196	243
♂♀ (n = 130)	289	36,4	144	357	218	12,2	187	254
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus								
♂ (n = 89)	281	33,4	137	341	218	10,7	199	248
♀ (n = 97)	258	28,7	183	329	220	9,9	199	260
♂♀ (n = 186)	269	32,9	137	341	219	10,3	199	260

Tab. 4.14 zeigt die Tageszunahmen für die Kälber aus beiden Betrachtungszeiträumen, unterteilt nach Geschlecht innerhalb Rasse bzw. Genotyp.

Tab. 4.14: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Tageszunahmen bis zum Absetzen der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04, einschl. der Zwillingskälber

Rasse/Genotyp	Zunahmen (g/d) $\bar{x}$	s	min	max
1997/98 bis 2001/02				
Dt. Angus				
♂ (n = 338)	959	163,5	477	1.330
♀ (n = 331)	878	144,8	435	1.177
♂♀ (n = 669)	919	159,6	434	1.330
Dt. Fleckvieh				
♂ (n = 255)	1.137	205,0	528	1.673
♀ (n = 257)	984	179,7	438	1.391
♂♀ (n = 512)	1.061	207,2	438	1.673
2002/03 und 2003/04				
Dt. Angus				
♂ (n = 23)	1.012	184,9	677	1.383
♀ (n = 19)	914	160,4	633	1.197
♂♀ (n = 42)	968	179,2	633	1.383
Dt. Fleckvieh				
♂ (n = 52)	1.205	199,1	813	1.573
♀ (n = 44)	1.026	138,3	665	1.263
♂♀ (n = 96)	1.122	194,8	665	1.573
Dt. Angus x Dt. Fleckvieh				
♂ (n = 62)	1.188	146,9	711	1.454
♀ (n = 68)	1.063	138,0	522	1.284
♂♀ (n = 130)	1.123	155,1	522	1.454
Dt. Fleckvieh x Dt. Angus				
♂ (n = 89)	1.087	148,9	469	1.379
♀ (n = 97)	993	136,2	561	1.421
♂♀ (n = 186)	1.038	149,5	469	1.421

4.2.2 Ergebnisse der Einflussfaktoren aus der Varianzanalyse – 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Die Tab. 4.15 und 4.16 vermitteln neben dem Modellaufbau für die Varianzanalyse auch die Signifikanzniveaus der jeweiligen Einflussfaktoren für die untersuchten Produktionsmerkmale in beiden Betrachtungszeiträumen Reinzucht und Kreuzung.
Aufgrund des unterschiedlichen Modellaufbaus für die beiden Betrachtungszeiträume und somit zur verständlicheren Darstellung finden sich für die Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 die LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern im anschließenden Unterkapitel 4.2.3. Unterkapitel 4.2.4 enthält eine entsprechende Darstellung für die Kälber der beiden Kreuzungsjahre 2002/03 und 2003/04.

Tab. 4.15: Signifikanzniveaus der fixen Einflussfaktoren, Kovariablen und Interaktionen auf die Produktionsmerkmale der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

	Signifikanzniveaus der Einflussfaktoren										
Merkmal	Rasse	Geschlecht	GebTyp	Kalbesaison	LaktNr.	Zuchtjahr	GebGew	AbsAlter	Rasse x Kalbesaison	Rasse x Geschlecht	Rasse x GebTyp
1997/98 bis 2001/02											
GebGew	***	***	***	***	***				**	*	
AbsGew	***	***	***			***	***	***		**	***
Zun_{GebAbs}	***	***	***		***	***				***	***

*** = höchst signifikant ($p < 0,001$)
** = hoch signifikant ($p < 0,01$)
* = signifikant ($p < 0,05$)
n.s. = nicht signifikant ($p \geq 0,05$)

Der als zufälliger Effekt berücksichtigte Vater besaß im Modell für das Geburtsgewicht und im Modell für das Absetzgewicht jeweils einen höchst signifikantem Einfluss ($p < 0,001$), im Modell für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen besaß der Vater mit $p < 0,01$ einen hoch signifikanten Einfluss.

Tab. 4.16: Signifikanzniveaus der fixen Einflussfaktoren und Kovariablen auf die Produktionsmerkmale der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

Merkmal	Signifikanzniveaus der Einflussfaktoren							
	Rasse	Geschlecht	GebTyp	LaktNr.	Zuchtjahr	GebGew	AbsAlter	$Kalbealter_{Mutterkuh}$
2002/03 und 2003/04								
GebGew	***	***	1)	*	n.s.			
AbsGew	***	***	1)	***	n.s.	***	***	***
Zun_{GebAbs}	***	***	1)		n.s.			***

1) Zwillingskälber wurden nicht berücksichtigt

***	=	höchst signifikant	($p < 0,001$)
**	=	hoch signifikant	($p < 0,01$)
*	=	signifikant	($p < 0,05$)
n.s.	=	nicht signifikant	($p \geq 0,05$)

Für den Betrachtungszeitraum der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 erklärt der Vater im Modell für das Geburtsgewicht 9,89 % der totalen Varianz, in den Modellen für das Absetzgewicht und für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen geht die Vatervarianz jeweils gegen 0.

4.2.3 LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern und phänotypische Korrelationen zwischen den Merkmalen – Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

4.2.3.1 Geburts- und Absetzgewicht

Die Geburts- und Absetzgewichte unterlagen einem höchst signifikantem Einfluss durch Rasse und Geschlecht. Die Interaktion zwischen Rasse und Geschlecht des Kalbes beeinflusste das Geburtsgewicht signifikant ($p < 0,05$), das Absetzgewicht hoch signifikant ($p < 0,01$).

Geschlechterübergreifend übertrafen die Dt. Fleckvieh- die Dt. Anguskälber im Geburtsgewicht im Mittel um ca. 8 kg, innerhalb der Rassen zeigten die Bullenkälber die um 2,0 bis 3,0 kg höheren Geburtsgewichte. Diese Verhältnismäßigkeit (Dt. Fleckvieh schwerer als Dt. Angus bzw. Bullenkälber schwerer als Kuhkälber) blieb auch beim Absetzgewicht bestehen (vgl. Tab. 4.17).

Tab. 4.17: LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

		Geburtsgewicht (kg)		Absetzgewicht (kg)	
Rasse	Geschlecht	LSQ	SE	LSQ	SE
Dt. Angus	♂	34,1	0,47	240	3,8
	♀	32,0	0,48	226	3,9
	♂♀	33,0	0,44	233	3,7
Dt. Fleckvieh	♂	41,8	0,41	271	2,7
	♀	38,6	0,41	248	2,9
	♂♀	40,2	0,36	259	2,5

Nachfolgende Darstellung präsentiert die LSQ-Kalbesaisonmittelwerte für das Geburtsgewicht bzw. die LSQ-Zuchtjahrmittelwerte für das Absetzgewicht. Aufgrund der Nicht-Signifikanz der Interaktion zwischen der Rasse des Kalbes und dem Zuchtjahr wurde auf eine nach Rassen getrennte Darstellung der LSQ-Mittelwerte für das Absetzgewicht verzichtet. Kalbesaison und Zuchtjahr nahmen beide höchst signifikanten Einfluss auf die Geburtsgewichte der Kälber.

Tab. 4.18: LSQ-Kalbesaison- bzw. Zuchtjahrmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Kalbe-	Geburtsgewicht (kg) Dt. Angus		Dt.Fleckvieh			Absetzgewicht (kg) beide Rassen		
saison	LSQ	SE	LSQ	SE	Zuchtjahr	LSQ	SE	Differenz [1]
1998-1	31,0	0,81	38,1	1,10				
1998-2	33,0	1,07	39,2	0,81	1997/98	208	3,3	
1998-3	33,7	1,31	40,0	1,06				
1999-1	31,6	0,82	39,5	0,96				
1999-2	34,3	0,89	40,4	0,88	1998/99	246	2,9	+38
1999-3	34,2	1,27	39,8	0,93				
2000-1	31,1	0,75	43,1	0,93				
2000-2	33,0	0,95	40,4	0,75	1999/2000	258	2,9	+12
2000-3	35,5	1,92	41,5	0,91				
2001-1	31,8	1,00	38,7	1,92				
2001-2	33,1	0,78	40,7	0,81	2000/01	257	2,8	-1
2001-3	33,6	1,10	42,4	0,80				
2002-1	32,6	0,93	37,4	1,28				
2002-2	33,1	0,84	40,5	0,93	2001/02	261	3,1	+4
2002-3	33,8	0,94	41,3	0,74				

[1] meint die Differenz (in kg) zum vorhergehenden Zuchtjahr

Bereits in der Varianzanalyse zum Kalbeverlauf der Mutterkühe erwies sich die Kalbesaison in Überlagerung mit der Laktationsnummer der Mutterkühe als ein bedeutsamer Einflussfaktor.

Den höchst signifikanten Einfluss der Laktationsnummer der Mutterkuh auf das Geburtsgewicht präsentiert Tab. 4.19. Steigen die Geburtsgewichte von der ersten zur dritten Kalbung hin noch an, pendeln sie sich ab der dritten Kalbung auf etwa gleich bleibendem Niveau ein. Die Differenzen im Geburtsgewicht, abhängig von der Laktationsnummer der Mutterkuh, gelten wiederum für die Kälber beider Rassen.

Tab. 4.19: LSQ-Laktationsnummermittelwerte mit Standardfehlern (SE) und Gewichtsdifferenzen für die Geburtsgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Laktationsnummer	Geburtsgewicht (kg) LSQ	SE	Differenz [1)]
erste Laktation	33,5	0,53	
zweite Laktation	36,5	0,56	+3,0
dritte Laktation	37,7	0,58	+1,2
vierte Laktation	37,6	0,66	-0,1
fünfte Laktation	37,7	0,68	+0,1

1) meint die Differenz (in kg) zur vorhergehenden Laktation

Aufgrund der nicht signifikanten Interaktion sind die Differenzen (10,1 kg) innerhalb der Rassen zwischen den Geburtstypen vergleichbar, wenn auch die Absolutwerte der einzelnen Rassen auf unterschiedlichem Niveau lagen.

Im Absetzgewicht erwies sich die Interaktion zwischen der Rasse und dem Geburtstyp als höchst signifikant. Während sich zwischen den LSQ-Werten für beide Geburtstypen der Rasse Dt. Angus kein Unterschied zeigt, klaffen die Dt. Fleckvieh Werte um gut 30 kg auseinander (vgl. Tab. 4.20).

Tab. 4.20: LSQ-Geburtstypmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Geburtstyp	Geburtsgewicht (kg) beide Rassen LSQ	SE	Differenz [1)]	Absetzgewicht (kg) Dt. Angus LSQ	SE	Dt. Fleckvieh LSQ	SE
Einling	41,7	0,21		233	1,6	275	1,4
Zwilling	31,6	0,63	-10,1	233	7,0	244	4,7

1) meint die Differenz (in kg) zwischen Einling und Zwilling

Im Modell für das Absetzgewicht der Reinzuchtkälber wurden als Kovariablen Geburtsgewicht und Absetzalter (Einfluss jeweils höchst signifikant) berücksichtigt. Die Regressionskoeffizienten lauten wie folgt: $\mathbf{b}_{\mathbf{AbsGewGebGew}} = 2{,}579$ sowie $\mathbf{b}_{\mathbf{AbsGewAlter}} = 1{,}048$.

Letzteres bedeutet, dass mit jedem Tag, den das Kalb älter wird, sein Körpergewicht etwa um ein kg zunimmt bzw. mit jedem kg mehr an Geburtsgewicht das Absetzgewicht um etwa 2,5 kg höher liegt.
Die phänotypische Korrelation zwischen dem Geburtsgewicht und dem Absetzgewicht lag bei 0,45.

4.2.3.2 Tageszunahmen bis zum Absetzen

Bei der Betrachtung der Tageszunahmen der Reinzuchtkälber von der Geburt bis zum Absetzen ergibt sich ein ähnliches Bild wie auch schon bei Betrachtung der deskriptiven Leistungsbeschreibung. Die Kälber der Rasse Dt. Fleckvieh übertrafen die der Rasse Dt. Angus, innerhalb der Rassen übertrafen die Bullen- die Kuhkälber (vgl. Tab. 4.21).

Tab. 4.21: LSQ-Rassemittelwerte nach Geschlecht mit Standardfehlern (SE) für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Rasse	Geschlecht	$Zunahme_{GebAbs}$ (g/d) LSQ	SE
Dt. Angus	♂	937	17,8
	♀	857	18,1
	♂♀	897	17,2
Dt. Fleckvieh	♂	1.055	12,5
	♀	919	12,6
	♂♀	987	11,2

Beim Blick auf die Tageszunahmen der Einlings- und Zwillingskälber beider Rassen ist zunächst auf die stark einseitige Tierzahlenverteilung zugunsten der Einlingskälber hinzuweisen, was auch die relativ hohen Standardfehler bei den Zwillingskälbern erklärt (vgl. Tab. 4.20). Sowohl vom Geburtstyp selber als auch von der Interaktion zwischen Rasse und Geburtstyp rührte der höchst signifikante Einfluss auf die Tageszunahmen. Innerhalb der Rasse Dt. Angus übertreffen die Einlingskälber die Zwillingskälber um im Mittel 66 g/d. Der Unterschied innerhalb der Kälber der Rasse Dt. Fleckvieh fiel mit einer Mehrzunahme von durchschnittlich 226 g/d der Einlings- gegenüber der Zwillingskälber bedeutend größer aus.

Tab. 4.22: LSQ-Geburtstypmittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

	Zunahme$_{GebAbs}$ (g/d)					
	Einling			Zwilling		
Rasse	n	LSQ	SE	n	LSQ	SE
Dt. Angus	652	930	7,7	17	864	32,4
Dt. Fleckvieh	472	1.100	6,7	40	874	20,9

Die Tageszunahmen unter Berücksichtigung des höchst signifikanten Einflusses der Laktationsnummer der Mutter zeigten insbesondere von der ersten zur zweiten Laktation einen Anstieg von gut 100 g/d. Mit zunehmender Laktationsnummer waren weiterhin höhere Zunahmen zu verzeichnen, wenn auch in abgeschwächterem Maße (vgl. Tab. 4.23). Die Differenzen gelten wiederum für die Kälber beider Rassen.

Tab. 4.23: LSQ-Laktationsnummermittelwerte mit Standardfehlern (SE) und Differenzen für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

	Zunahme$_{GebAbs}$ (g/d) beider Rassen		
Laktationsnummer	LSQ	SE	Differenz (g) [1)]
erste Laktation	812	15,4	
zweite Laktation	916	16,9	+104
dritte Laktation	954	17,1	+38
vierte Laktation	997	18,7	+43
fünfte Laktation	1.031	19,8	+34

1) meint die Differenz (in g) zur vorhergehenden Laktation

Aus Tab. 4.24 wird ersichtlich, dass auch mit fortschreitenden Zuchtjahren nach der ersten Laktation die Tageszunahmen der Kälber mehr oder weniger stark anstiegen.

Tab. 4.24: LSQ-Zuchtjahrmittelwerte mit Standardfehlern (SE) und Differenzen für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Zuchtjahr	$Zunahme_{GebAbs}$ (g/d) beider Rassen		
	LSQ	SE	Differenz (g) [1)]
1997/98	867	19,8	
1998/99	964	18,5	+97
1999/2000	987	17,2	+23
2000/01	941	17,1	-46
2001/02	950	16,4	+9

1) meint die Differenz (in g) zur vorhergehenden Laktation

Die phänotypische Korrelation zwischen den Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen und dem Geburtsgewicht lag mit 0,45 im mittleren positiven Bereich, die phänotypische Korrelation zwischen den Tageszunahmen und dem Absetzgewicht lag bei 0,92.

4.2.4 LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern – Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

4.2.4.1 Geburtsgewicht

In der angewandten Varianzanalyse erwiesen sich als Einflussfaktoren auf das Geburtsgewicht die Faktoren Rasse und Geschlecht der Kälber als höchst signifikant ($p < 0,001$; vgl. Tab. 4.25). Die Dt. Fleckviehkälber lagen mit einem mittleren Geburtsgewicht von 45,2 kg sechs Kilogramm über den mittleren Gewichten der Dt. Angus Kälber. Die beiden Kreuzungen lagen erwartungsgemäß dazwischen, mit 44,8 kg für den Genotyp Dt. Angus x Dt. Fleckvieh bzw. 42,8 kg für den Genotyp Dt. Fleckvieh x Dt. Angus. Über alle Genotypen hinweg übertrafen die Bullenkälber die Kuhkälber im Geburtsgewicht im Mittel um 3,6 kg.

Der Einfluss der Laktationsnummer auf das Geburtsgewicht der Kälber war signifikant ($p < 0,05$). Hier ist eine ungleichmäßige Zunahme im Geburtsgewicht bis zur vierten Laktation zu verzeichnen. Mit der fünften Laktation werden die Geburtsgewichte wieder geringer, die mittleren Geburtsgewichte der Kälber aus Müttern in der siebten Laktation liegen 0,5 kg über den mittleren Geburtsgewichten der Kälber aus Erstkalbinnen.

Die mittleren Geburtsgewichte in den beiden Zuchtjahren unterscheiden sich mit einer Differenz von 0,6 kg nur geringfügig.

Tab. 4.25: LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Geburtsgewichte der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 (ohne Zwillingskälber)

Einfluss/Signifikanzniveau		Geburtsgewicht (kg) LSQ	SE
Rasse Kalb ***	Dt. Angus (n = 50)	39,2	0,96
	Dt. Fleckvieh (n = 101)	45,2	0,76
	Dt. Angus x Dt. Fleckvieh (n = 124)	44,7	0,81
	Dt. Fleckvieh x Dt. Angus (n = 188)	42,8	0,70
Geschlecht Kalb ***	♂	44,8	0,56
	♀	41,2	0,57
Laktationsnummer *	erste Laktation	41,4	0,81
	zweite Laktation	42,3	0,79
	dritte Laktation	42,5	0,93
	vierte Laktation	45,2	1,05
	fünfte Laktation	44,2	1,06
	sechste Laktation	43,5	0,66
	siebte Laktation	41,9	0,72
Zuchtjahr n.s.	2002/03	42,7	0,64
	2003/04	43,3	0,61

***	höchst signifikant	(p < 0,001)
**	hoch signifikant	(p < 0,01)
*	signifikant	(p < 0,05)
n.s.	nicht signifikant	(p ≥ 0,05)

4.2.4.2 Absetzgewicht

Genotyp- und geschlechterabhängig ergibt sich im Absetzgewicht (Tab. 4.26) von der Verteilung her ein entsprechendes Bild wie bereits zuvor beim Geburtgewicht. Rasse und Geschlecht des Kalbes waren gleichfalls höchst signifikante Einflussfaktoren ($p < 0,001$).

Der Einfluss der Laktationsnummer, die aufgrund von teilweise schwacher Subzellenbesetzung (bedingt durch Verluste von 32 Kälbern während der Aufzuchtperiode) auf zwei Effektklassen reduziert wurde, vermittelt den Eindruck, dass Mehrkalbskühe, sicherlich nur bis zu einem gewissen Alter, im Geburts- und daraus resultierend im Absetzgewicht tendenziell schwerere Kälber hervorbringen.

Die Zuchtjahre, ohne signifikanten Einfluss, unterscheiden sich kaum in den Werten für das mittlere Absetzgewicht.

Tab. 4.26: LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Absetzgewichte der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 (ohne Zwillingskälber)

Einfluss /Signifikanzniveau		Absetzgewicht (kg) LSQ	SE
Rasse Kalb ***	Dt. Angus (n = 42)	258	4,7
	Dt. Fleckvieh (n = 91)	297	3,3
	Dt. Angus x Dt. Fleckvieh (n = 122)	287	2,9
	Dt. Fleckvieh x Dt. Angus (n = 176)	264	2,4
Geschlecht Kalb ***	♂	287	2,2
	♀	266	2,3
Laktationsnummer ***	erste bis vierte Laktation	267	2,4
	fünfte bis siebte Laktation	286	2,2
Zuchtjahr n.s.	2002/03	277	2,6
	2003/04	276	2,5

*** = höchst signifikant (p < 0,001)
** = hoch signifikant (p < 0,01)
* = signifikant (p < 0,05)
n.s. = nicht signifikant (p ≥ 0,05)

Im Modell für das Absetzgewicht der Kälber der beiden Zuchtjahre wurden als Kovariablen das Geburtsgewicht, das Absetzalter und das Kalbealter der Mutterkuh innerhalb Laktationsnummer berücksichtigt, die allesamt höchst signifikanten Einfluss auf das untersuchte Merkmal zeigten (p < 0,001). Die Regressionskoeffizienten mit Standardfehlern lauten wie folgt: $\mathbf{b}_{\text{AbsGebGew}} = 2{,}1252$ (SE = 0,3239), $\mathbf{b}_{\text{AbsGewAlter}} = 0{,}5836$ (SE = 0,1174) und $\mathbf{b}_{\text{AbsGewKalbealter}} = 0{,}8617$ (SE = 0,1493). Demnach bewirkt eine Veränderung um eine Einheit, d.h. um ein kg im Geburtsgewicht bzw. um einen Tag mehr im Absetzalter des Kalbes oder um einen Monat mehr im Alter der Mutterkuh innerhalb der beiden Laktationsklassen eine Zunahme im Absetzgewicht des Kalbes um 2,1, 0,6 bzw. 0,9 kg entsprechend.

4.2.4.3 Tageszunahmen bis zum Absetzen

Die LSQ-Mittelwerte für die Tageszunahmen einschließlich des Signifikanzniveaus der untersuchten Einflussfaktoren zeigt Tab. 4.27.

Die Rangierung der einzelnen Genotypen ist wie bei den beiden zuvor dargestellten Produktionsmerkmalen bestehen geblieben, ebenso der Geschlechtereinfluss. Die mittleren Werte für die beiden Zuchtjahre liegen wiederum eng beieinander.

Für die berücksichtigte Kovariable, das Kalbealter der Mutterkuh, ergab sich ein Regressionskoeffizient von $\mathbf{b}_{\text{ZunKalbealter}} = 1{,}7746$ (SE = 0,2951).

Tab. 4.27: LSQ-Mittelwerte mit Standardfehlern (SE) für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 (ohne Zwillingskälber)

Einfluss/Signifikanzniveau		Tageszunahmen (g/d) LSQ	SE
Rasse Kalb ***	Dt. Angus (n = 42)	996	22,6
	Dt. Fleckvieh (n = 91)	1.161	16,1
	Dt. Angus x Dt. Fleckvieh (n = 122)	1.123	13,3
	Dt. Fleckvieh x Dt. Angus (n = 176)	1.034	10,9
Geschlecht Kalb ***	♂	1.141	10,4
	♀	1.017	10,6
Zuchtjahr n.s.	2002/03	1.078	10,7
	2003/04	1.080	10,4

*** = höchst signifikant (p < 0,001)
** = hoch signifikant (p < 0,01)
* = signifikant (p < 0,05)
n.s. = nicht signifikant (p ≥ 0,05)

4.3 Varianzkomponenten

In Tab. 4.28 werden die am Tiermaterial der ersten fünf Reinzuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 geschätzten additiv genetischen und maternalen Varianzen sowie die Kovarianzen präsentiert. Aus dem Datensatz 1.374 geborener Kälber wurden zur Varianzkomponentenschätzung 1.284 Geburtsgewichte und 1.181 Absetzgewichte bzw. Tageszunahmen verwendet.

Tab. 4.28: Varianz-/Kovarianzmatrix aus bivariater Schätzung für Geburts-, Absetzgewichte und Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

		$V_{add.\ gen.}$			$V_{maternal}$		
	Merkmale	GebGew	AbsGew	Zun_{GebAbs}	GebGew	AbsGew	Zun_{GebAbs}
$V_{add.\ gen.}$	GebGew	**5,265**	2,281	-17,994	1,411	17,778	73,392
	AbsGew		**72,754**	338,608	-3,982	50,055	206,369
	Zun_{GebAbs}			**2.025,844**	-29,250	246,221	1.090,570
$V_{maternal}$	GebGew				**4,538**	16,059	48,892
	AbsGew					**182,110**	784,703
	Zun_{GebAbs}						**3.537,572**

In entsprechender Darstellung zur vorab präsentierten Varianz/Kovarianzmatrix zeigt Tab. 4.29 auf der oberen Diagonale die Heritabilitäten, auf der unteren Diagonale die Maternaleffekte einschließlich der genetischen Korrelationen innerhalb und zwischen den einzelnen Merkmalen.

Die Heritabilität im Geburtsgewicht (vgl. Tab. 4.29) liegt mit 0,22 im mittleren Bereich. Während die Schätzwerte für die Heritabilitäten für die Merkmale, die im späteren Alter erfasst werden geringer werden (h^2_{AbsGew} = 0,082 und $h^2_{Zun_{GebAbs}}$ = 0,106), nehmen die Werte für die Maternaleffekte im Verlauf der Aufzuchtperiode zu. Der maternale Einfluss auf das Geburtsgewicht wurde mit 19,1 % geschätzt, Absetzgewicht und Zunahmen wiesen maternalen Einfluss in Höhe von 20,6 % bzw. 18,4 % auf.

Die Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt fielen für alle drei Merkmale positiv aus. Sie liegen für das Geburtsgewicht mit 0,29, für das Absetzgewicht und die Tageszunahmen bis dahin mit 0,44 bzw. 0,41 deutlich höher im positiven Bereich.

Die additiv genetische Korrelation zwischen Geburts- und Absetzgewicht lag bei 0,11, für Geburtsgewicht und Tageszunahmen bis zum Absetzen ergab sich mit -0,16 eine negative Korrelation. Die entsprechende Korrelation zwischen Absetzgewicht und Tageszunahmen fiel mit 0,99 erwartungsgemäß hoch aus, da diese beiden Merkmale den nahezu gleichen Informationsgehalt aufweisen. Entsprechend hoch positiv mit 0,997 fiel die maternale Korrelation zwischen Absetzgewicht und Tageszunahmen aus, auch die maternalen Korrelationen zwischen Geburtsgewicht und Absetzgewicht bzw. Tageszunahmen fielen mit 0,54 bzw. 0,39 noch mehr oder weniger hoch positiv aus.

Die Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt zwischen den einzelnen Merkmalen waren für Geburts- und Absetzgewicht bzw. Geburtsgewicht und Tageszunahmen nahezu identisch (0,56 bzw. 0,55), zwischen Absetzgewicht und Zunahmen bei 0,42 leicht geringer, aber ebenfalls im mittleren bis hoch positiven Bereich. Die verbleibenden additiv genetischen-maternalen Korrelationen zwischen dem Absetzgewicht und dem Geburts-gewicht bzw. zwischen den Tageszunahmen und dem Geburtsgewicht fielen mit -0,21 und -0,29 beide negativ aus. Die entsprechende Korrelation zwischen den Tageszunahmen und dem Absetzgewicht lag bei 0,45.

Tab. 4.29: Heritabilitäten und Maternaleffekte für Geburts-, Absetzgewichte und Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 auf der Diagonalen, genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen sowie Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt oberhalb der Diagonalen

		add. gen.			maternal		
	Merkmale	GebGew	AbsGew	Zun_{GebAbs}	GebGew	AbsGew	Zun_{GebAbs}
add. gen.	GebGew	**0,221**	0,112	-0,164	0,289	0,555	0,548
	AbsGew		**0,082**	0,988	-0,210	0,435	0,417
	Zun_{GebAbs}			**0,106**	-0,287	0,452	0,410
maternal	GebGew				**0,191**	0,539	0,394
	AbsGew					**0,206**	0,997
	Zun_{GebAbs}						**0,184**

4.4 Kreuzungsparameter

4.4.1 Differenzen zwischen den Reinzuchten

Im Vergleich der Reinzuchten (Dt. Angus – Dt. Fleckvieh) ergaben sich in allen drei Produktionsmerkmalen höchst signifikante Unterschiede zugunsten der Rasse Dt. Fleckvieh ($p < 0,001$; vgl. Tab. 4.30). Prozentual waren die Tiere der Rasse Dt. Fleckvieh denen der Rasse Dt. Angus (= 100 %) um jeweils 15,3 % im Geburts- und um 15,1 % im Absetzgewicht überlegen (= 6 bzw. 39 kg) und um 16,6 % (= 165 g/d) in den Tageszunahmen bis zum Absetzen.

Tab. 4.30: Differenzen zwischen den Reinzuchten in den ausgewählten Produktionsmerkmalen anhand der LSQ-Rassemittelwerte und Standardfehler (SE) für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

	Rassedifferenzen (Dt. Angus – Dt. Fleckvieh)				
	GebGew (kg)		AbsGew (kg)		Zun_{GebAbs} (g/d)
	n	LSQ ± SE	n	LSQ ± SE	LSQ ± SE
Dt. Angus	50	39,2 ± 0,96	42	258 ± 4,7	996 ± 22,6
Dt. Fleckvieh	101	45,2 ± 0,76	91	297 ± 3,3	1.161 ± 16,1
Differenz, Signifikanz		6 kg ***		39 kg ***	165 g/d ***

***	höchst signifikant	($p < 0,001$)
**	hoch signifikant	($p < 0,01$)
*	signifikant	($p < 0,05$)
n.s.	nicht signifikant	($p \geq 0,05$)

4.4.2 Individuelle Heterosis

Die Schätzwerte für individuelle Heterosis (Kreuzung – Reinzucht) waren für Absetzgewicht und Tageszunahmen jeweils nicht signifikant. Der Schätzwert für das Absetzgewicht fiel sogar negativ aus, die Kreuzungskälber waren den Reinzuchtkälbern im Absetzgewicht um -0,68 % unterlegen. Der Schätzwert für die Tageszunahmen bis zum Absetzen war zwar mit 0,02 % positiv, doch nahe bei Null. Nur für das Geburtsgewicht erwies sich der Schätzwert für individuelle Heterosis mit +3,7 % als hoch signifikant ($p < 0,01$; vgl. Tab. 4.31).

Tab. 4.31: Individuelle Heterosis in den drei ausgewählten Produktionsmerkmalen für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

	Individuelle Heterosis (Kreuzung – Reinzucht)		
	Schätzer ± SE	in %	Signifikanz
GebGew (kg)	1,548 ± 0,56	3,66	**
AbsGew (kg)	-1,887 ± 3,77	-0,68	n. s.
Zun_{GebAbs} (g/d)	0,254 ± 17,82	0,02	n. s.

***	höchst signifikant	(p < 0,001)
**	hoch signifikant	(p < 0,01)
*	signifikant	(p < 0,05)
n.s.	nicht signifikant	(p ≥ 0,05)

4.4.3 Stellungseffekte

Die Rasse Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite zeigt im Geburtsgewicht eine ca. 4,5 %ige Überlegenheit gegenüber der reziproken Kreuzung, die aber nicht signifikant ist ($p \geq 0,05$). Am Ende der Aufzuchtperiode hingegen zeigt sich diese Rasse als Mutter der reziproken Kreuzung mit 8,4 % im Absetzgewicht bzw. 8,6 % in den Tageszunahmen höchst signifikant überlegen ($p < 0,001$; vgl. Tab. 4.32).

Tab. 4.32: Stellungseffekte in den drei ausgewählten Produktionsmerkmalen für die Kälber der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

	Stellungseffekte [(Dt. Angus x Dt. Fleckvieh) – (Dt.Fleckvieh x Dt. Angus)]		
	Schätzer ± SE	in %	Signifikanz
GebGew (kg)	1,914 ± 1,03	4,47	n. s.
AbsGew (kg)	22,245 ± 3,67	8,41	***
Zun_{GebAbs} (g/d)	88,498 ± 16,82	8,56	***

***	höchst signifikant	(p < 0,001)
**	hoch signifikant	(p < 0,01)
*	signifikant	(p < 0,05)
n.s.	nicht signifikant	(p ≥ 0,05)

Die nachfolgenden Abb. 4.1 bis 4.3 präsentieren – in Anlehnung an die drei vorab dargestellten Tab. 4.30 bis 4.32 – die Leistungen der Kälber aller Rassen der beiden Kreuzungsjahrgänge für die drei Produktionsmerkmale im graphischen Vergleich innerhalb bzw. zwischen Reinzucht und Kreuzung.

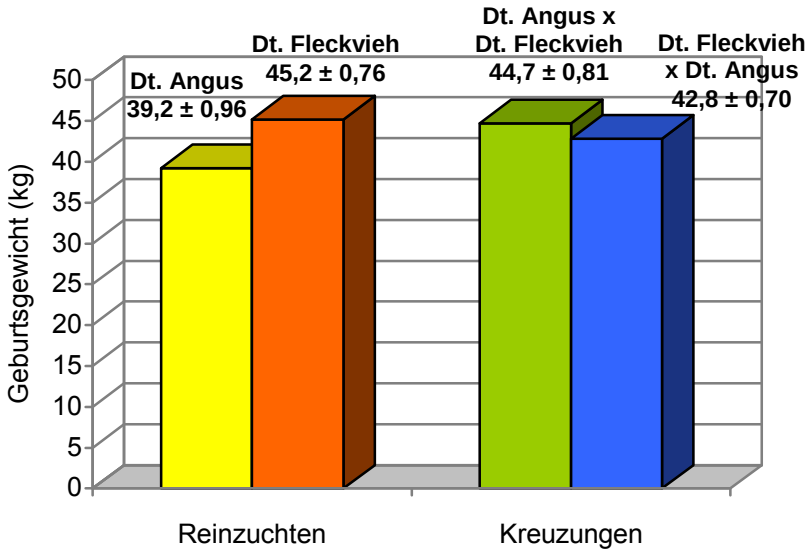


Abb. 4.1: Graphische Darstellung der LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) im Merkmal Geburtsgewicht der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

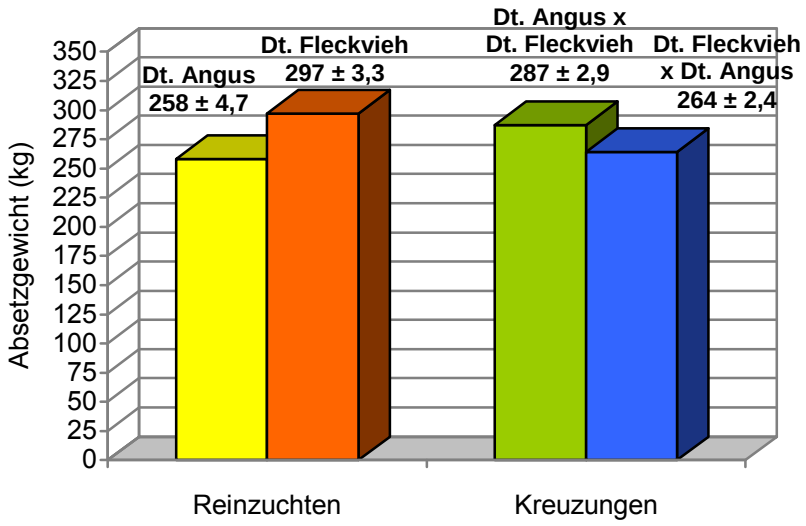


Abb. 4.2: Graphische Darstellung der LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) im Merkmal Absetzgewicht der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

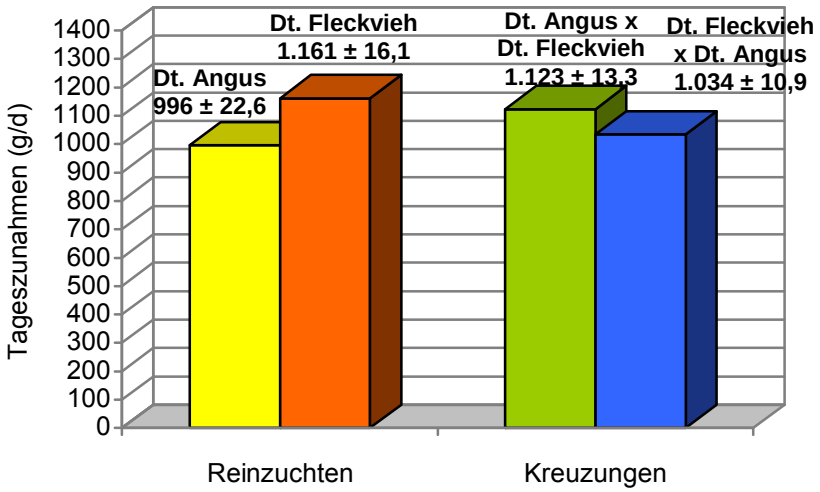


Abb. 4.3: Graphische Darstellung der LSQ-Rassemittelwerte mit Standardfehlern (SE) im Merkmal Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen der Kälber aller Rassen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04

5 Diskussion

5.1 Leistungskriterien – Reproduktions- und Produktionsmerkmale

5.1.1 Reproduktionsleistungen Mutterkühe

5.1.1.1 Abkalberaten

Aufgrund des uneinheitlichen Deckmanagements (vgl. Kap. 3.3) insbesondere während der ersten beiden Zuchtjahre 1997/98 und 1998/99 ist eine Bewertung bzw. ein direkter Vergleich der jährlichen Abkalberaten nicht möglich. Auch Trächtigkeitskontrollen wurden zwar jährlich, aber nicht für alle weiblichen Tiere an einem bestimmten Tag der Trächtigkeit durchgeführt. Aufgrund des zum allergrößten Teil praktizierten Natursprungs ist zudem nicht nachvollziehbar, ob einige der güst gebliebenen weiblichen Tiere ursprünglich überhaupt vom Bullen gedeckt wurden, oder trotz Belegung gar nicht aufgenommen hatten, oder aber die Frucht zu einem frühen Trächtigkeitsstadium wieder verloren hatten. So sind die Schwankungen sowohl innerhalb der Zuchtjahre als auch zwischen den Rassen über die beiden Betrachtungszeiträume nicht eindeutig zu erklären.

Der Vergleich der beiden Ausgangsrassen, die im Natursprung während der Reinzuchtjahre eingesetzt wurden, erbrachte einen hoch signifikanten Unterschied ($p < 0,01$) zugunsten der Rasse Dt. Angus mit einer Abkalberate von 97,7 % vs. 94,9 % bei der Rasse Dt. Fleckvieh (Chi^2-Test). Im direkten Jahresvergleich ergaben sich keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$). Auch in den beiden Kreuzungsjahren zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Rassen, weder mit Augenmerk auf der Art der Anpaarung, noch bei der Unterscheidung in die zwei einzelnen Kreuzungszuchtjahre.

5.1.1.2 Kalbeverlauf der Mutterkühe

In der Varianzanalyse zum Kalbeverlauf der Mutterkühe in den fünf Reinzuchtjahren zeigte sich die Rasse ohne Bedeutung (Dt. Angus 1,10 ± 0,04 vs. Dt. Fleckvieh 1,08 ± 0,03; vgl. Tab. 4.7). Demgegenüber erbrachte der Chi^2-Test für denselben Analysezeitraum einen höchst signifikanten Unterschied zugunsten der Rasse Dt. Angus (92,9 % vs. 86,4 %; vgl. Kap. 4.1.4.1). Diese unterschiedlichen Ergebnisse sind auf die jeweiligen unterschiedlichen statistischen Ansätze zurückzuführen. Wurden im Rahmen der Varianzanalyse alle Einflüsse multifaktoriell betrachtet, erfolgte im Chi^2-Test ausschließlich die Betrachtung der Rasse als einzelner Faktor.
Den Versuchsanstellungen in der Literatur mit entsprechenden Ausgangsrassen war jeweils ein leichter Vorteil im Kalbeverlauf von Dt. Angus gegenüber Dt. Fleckvieh zu entnehmen (vgl. REYNOLDS et al., 1990; GREGORY et al., 1991; BENNETT und GREGORY, 1996 und 2001), wobei in keiner dieser Quellen von Schwerkalbigkeit gesprochen wird. Der Einfluss der Rasse bzw. der Rassekombinationen auf den Kalbeverlauf ist in der Literatur, insbesondere auch aufgrund des Zusammenhangs zwischen höheren Geburtsgewichten und damit einhergehender Verschlechterung im Kalbeverlauf, hinreichend belegt (vgl. u.a. GREGORY et al., 1991; BENNETT und GREGORY, 1996 und 2001; MÁRQUEZ et al., 2001a; ERIKSSON et al., 2004a). Grundsätzlich zählen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh auch nicht zu den Rassen, denen allgemein Kalbeprobleme nachgesagt werden (vgl. GREGORY et al., 1991; PHOCAS und LALOË, 2003). Dadurch ließen die beiden Rassen auch keine Kalbeprobleme erwarten.

In der Varianzanalyse für die beiden Kreuzungsjahre erwies sich die Art der Anpaarung als ein höchst signifikanter Einflussfaktor ($p < 0,001$; vgl. Tab. 4.7). Dieser muss aber aufgrund der geringen Tierzahlen insbesondere in den Reinzucht-Kontrollgruppen abgeschwächt werden. Zudem liegen die LSQ-Rassemittelwerte mit 1,06 für den „leichtesten Kalbeverlauf“ und 1,24 für den „schlechtesten Kalbeverlauf“ auf einem guten Niveau beieinander.
Ein ähnliches Ergebnis erbrachte diesbezüglich auch der Chi^2-Test. Die Kreuzungskälber kamen tendenziell problemloser zur Welt als die Reinzuchtkälber (vgl. u.a. GREGORY et al., 1991; BENNETT und GREGORY, 1996 und 2001), wobei die Geburten mit der Rasse Dt. Angus auf der Mutterseite weniger Einschreiten seitens der Tierpfleger erforderten (98,0 % ohne Hilfe vs. 96,9 % ohne Hilfe bei der reziproken Kreuzung mit Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite; vgl. Kap. 4.1.4.1 bzw. Tab. 4.11). Unerwartet hoch im Vergleich zum

fünfjährigen Mittel aus den Reinzuchtjahren fiel hier im prozentualen Vergleich die Differenz zwischen den Abkalbungen in Reinzucht der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 aus (unproblematische Kalbungen bei Dt. Angus zu „nur“ 84,3 % vs. 96,1 % bei Dt. Fleckvieh). Insbesondere hinsichtlich der Validität der Chi^2-Testergebnisse bleibt an dieser Stelle aber zu bemerken, dass bei manchen Unterscheidungen ein Viertel bis die Hälfte der Subzellen weniger als fünf Beobachtungen enthielten, und so die gefundenen Unterschiede insbesondere der beiden Kreuzungsjahre vorsichtig zu interpretieren sind. Zudem ging ein beträchtlicher Anteil der Bewertungen „leichte Zughilfe“ in die Kategorie „mit Hilfe“ ein, was insgesamt einen schlechteren Gesamteindruck impliziert.

Der in den Reinzuchtjahren höchst signifikante Einfluss des Geburtsgewichtes auf den Kalbeverlauf steht in Übereinstimmung mit der Literatur (vgl. u.a. RITCHIE und STROHBEN, 1993; MÁRQUEZ et al., 2001a; ERIKSSON et al., 2004a) und schlägt sich durch die Überlagerung mit dem allerdings nicht signifikanten Effekt des Geburtstyps in einem Regressionskoeffizient von +0,007 Pkte. für Einlingskälber und +0,022 Pkte. für Zwillingskälber je zusätzlichem kg Geburtsgewicht nieder.
Der nicht signifikante Einfluss des Geburtstyps mag auf den ersten Blick widersprüchlich erscheinen, erklärt sich aber vor dem Hintergrund der 33 Zwillingskälber bei insgesamt 1.257 Kälbern und der Überlagerung mit dem gebildeten Effekt der addierten Geburtsgewichte. In den beiden Kreuzungsjahren fallen die 13 Zwillinge von insgesamt 456 Kälbern hoch signifikant ($p < 0,01$) ins Gewicht, wobei anzumerken bleibt, dass während dieses Betrachtungszeitraumes in der Rasse Dt. Angus keine Zwillingsabkalbungen auftraten. Die Geburtsgewichte der Kälber der beiden Kreuzungsjahrgänge zeigten erwartungsgemäß einen signifikanten Einfluss auf den Kalbeverlauf ($p < 0,05$) und schlugen sich in ansteigenden LSQ-Mittelwerten bei jeweils höheren Geburtsgewichten nieder.

Der in der Literatur vielfach bestätigte Zusammenhang zwischen dem Geburtsgewicht und dem Kalbeverlauf in Abhängigkeit vom Alter der Kuh (vgl. REYNOLDS et al., 1990; RITCHIE und STROHBEN,1993; ERIKSSON et al., 2004a; PHOCAS und SHAPA, 2004) konnte auch in der eigenen Untersuchung mit dem hoch bzw. höchst signifikantem Einfluss der Laktationsnummer der Mutterkuh in beiden Betrachtungszeiträumen bestätigt werden. MÁRQUEZ et al. (2001a) führen signifikant mehr Kalbeprobleme (zu ca. 18,0 %) bei Färsen gegenüber Mehrkalbskühen an, auch bei REYNOLDS et al. (1990) beeinflusste das Kalbealter der Mutter den Kalbeverlauf signifikant, wobei auch hier wieder die meisten

Probleme bei zwei- bis dreijährigen Kühen auftraten. ERIKKSON et al. (2004a) sprechen von einem verstärkten Auftreten von Kalbeproblemen bei Erstkalbinnen zu ca. 4,0 % im Gegensatz zu Mehrkalbskühen. In der eigenen Untersuchung zeigten die Erstkalbinnen in den beiden Betrachtungszeiträumen ebenfalls die höchsten Scores für Probleme im Kalbeverlauf, die bereits in der nachfolgenden Laktation um ca. 10,0 bis 16,0 % geringer waren (1,18 Pkte. vs. 1,06 Pkte. in den Reinzuchtjahren; 1,28 Pkte. vs. 1,07 Pkte. in den Kreuzungsjahren). Grundsätzlich gestaltet sich der Vergleich der LSQ-Mittelwerte für den Kalbeverlauf aus verschiedenen Untersuchungen sehr schwierig, da verschiedene Abstufungen zur Bewertung des Kalbeverlaufes zugrunde gelegt wurden.

Der Einfluss des Jahres, bzw. detaillierter betrachtet der Kalbesaison, ist allgemein bekannt und findet zur Minimierung des Restfehlers in nahezu jedem Modell mit Versuchsanstellungen über einen längeren Zeitraum Berücksichtigung (vgl. u.a. MEYER, 1992 und 1993; SWALVE, 1993; DODENHOFF et al., 1999; DEMEKE et al, 2003a und b). Der in der eigenen Untersuchung festgestellte höchst bzw. hoch signifikante Einfluss der Kalbesaison auf den Kalbeverlauf ist durch die langgezogene Abkalbesaison pro Zuchtjahr zu erklären und somit durch die unterschiedlichen Haltungs- und Witterungsbedingungen (Stall und Weide bzw. kühles Frühjahr und Hochsommer u.s.w.). Insbesondere in der jeweils dritten Periode eines jeden Zuchtjahres fielen, jährlich unterschiedlich, hoch sommerliche Temperaturen und verstärkte Abkalbungen von Färsen zusammen, was einige hohe LSQ-Kalbesaisonmittelwerte für den Kalbeverlauf erklärt.

5.1.1.3 Kälberverluste

Die Totgeburtenraten innerhalb der Rasse Dt. Angus schwankten jährlich zwischen 2,0 und 3,4 % für die Jahre 1997/98 bis 2001/02, ohne extreme Ausreißer in eine Richtung aufzuweisen. Das Auftreten von Totgeburten innerhalb der Rasse Dt. Fleckvieh hingegen fiel sowohl im jährlichen Rassevergleich als auch in der absoluten Höhe deutlich stärker aus.
Für den Zeitraum der beiden Kreuzungsjahrgänge 2002/03 und 2003/04 traten im Mittel bei den Reinzuchtkälbern mit 2,4 % weniger Totgeburten auf als bei den Kreuzungskälbern mit durchschnittlich 2,9 %. Dabei lassen die einzelnen Totgeburten je Rasse bzw. je Anpaarung keine Tendenzen erkennen.

Auch GREGORY et al. (1991) beobachteten bei Charolais- und Herefordrindern Totgeburtenraten im Bereich von 1,5 bis 3,1 % ohne signifikante Rasseunterschiede, was sich gut in die Verlusthöhe innerhalb der Rasse Dt. Angus einordnen lässt. Während im Zuchtjahr 1998/99 als ein (Mit-)Grund für 6,9 % Totgeburten die in den beiden ersten Zuchtjahren praktizierte Abkalbung auf Spaltenboden von ca. 30,0 % der Herde angeführt werden könnte (während der Kalbung unbeobachtete Kühe haben ihre Kälber beim Abkalben gegen die Wand gepresst und/oder auf den Spalten erdrückt), kommt diese vage Erklärung im Zuchtjahr 1999/2000 nicht in Betracht, da mit Beginn diesen Zuchtjahres alle Kühe auf der Weide oder in Tiefstreu abkalbten. SMITH et al. (1976) berichten von während des Geburtsvorganges verendeten Kälbern aufgrund eines gestörten Geburtsverlaufes. So verstarben nur 3,1 % der Kälber innerhalb der ersten 24 h post partum, die problemlos zur Welt gekommen waren, hingegen 11,5 % der Kälber aus Kühen mit problematischem Kalbeverlauf. Doch auch dies lässt sich hier nicht als Erklärung anführen, da das Auftreten von Kalbeproblemen verschwindend gering war und in kein Verhältnis zum Auftreten von Totgeburten bzw. Verlusten um den Geburtszeitraum herum gebracht werden kann. Somit bleibt das teilweise hohe Auftreten von Totgeburten ungeklärt.

Während für das Auftreten von Totgeburten aus der Literatur keine signifikanten Rasseunterschiede bekannt sind, finden sich ebensolche häufiger als Grund angeführt für Verluste innerhalb der ersten 24 bis 72 h post partum. Aufgrund u.a. gesteigerter Vitalität der Kreuzungsnachkommen scheinen Kälber aus Kreuzungssystemen Reinzuchtkälbern in ihren Überlebensraten tendenziell überlegen zu sein (vgl. u.a. WILLIAMS et al., 1990; LAWLOR et al., 1984). Das Verenden der Kälber, meist nur wenige Stunden bis Tage nach der Geburt, konnte in der eigenen Untersuchung teilweise auf virale, bakteriell und parasitär bedingte Diarrhöen und Septikämien zurückgeführt werden. Derartige Infektionen sind allgemein der am häufigsten angeführte Grund für Kälberverluste im frühen Zeitraum. Bis auf eine einzige Ausnahme im Zuchtjahr 1998/99 für die Rasse Dt. Angus traten innerhalb der ersten 14 Tage post partum stets absolut mehr Kälberverluste auf als von dort an bis zum Absetzen (Dt. Angus 4,4 % vs. 2,1 %; Dt. Fleckvieh 8,4 % vs. 3,5 %). Die Tatsache, dass in den ersten beiden Zuchtjahren 1997/98 und 1998/99 noch ca. 30,0 % der Abkalbungen auf Spaltenboden stattfanden, spiegelt sich nicht in den Kälberverlusten post partum wieder. Ebenso blieb der positive Effekt des mit der Zeit immer höher werdenden Durchschnittsalters der Muttertiere insofern aus, als dass bei Altkühen aufgrund der längerjährigen Auseinandersetzung mit der

Umwelt das gehaltvollere Kolostrum sich nicht in geringeren Verlusten um den Geburtszeitraum herum niederschlug.
In der Literatur finden sich verschiedene Angaben zu Totgeburten und Kälberverlusten (u.a. SMITH et al., 1976; GREGORY et al., 1978; GREGORY et al., 1979; MEIJERING, 1980; LAWLOR et al., 1984; WILLIAMS et al., 1990; ERIKSSON et al., 2004a). Hier wird grundsätzlich der geringe genetische Einfluss deutlich und die viel stärker Einfluss nehmende Umweltkomponente, die sich in unzählige Einzelfaktoren wie Klima, Witterung, Haltungsbedingungen, Gesundheitszustand der Mutterkühe, Management, Tier-beobachtungen, u.s.w. aufspalten lässt. Diese vielen Einzelkomponenten wirken in jeder Studie unterschiedlich stark zusammen oder gegeneinander und nehmen so immer wieder neu Einfluss auf die variierenden Verlustangaben. Der Literatur entnommene Verlustraten für den Zeitraum bis 72 h post partum variieren zwischen 1,0 und 7,1 %, für Totgeburten, untersuchungsabhängig unterschiedlich definiert (von tot geboren bis wenige Minuten bis Stunden nach der Geburt verendet) finden sich Spannweiten zwischen 2,0 und 6,0 % (vgl. u.a. SMITH, 1976; LAWLOR, 1984; GREGORY et al., 1991).

Die während der Aufzucht verendeten Kälber waren entweder ohne offensichtlichen Grund verunfallt, oder wurden aufgrund von Weideverletzungen oder Fundamentproblemen gemerzt. Auch virale Infektionen und Diarrhöen traten weiterhin während der Aufzucht auf und führten zu Verlusten.
Die innerhalb der Rasse Dt. Angus erreichten Absetzraten lagen für die fünf Reinzuchtjahrgänge bei 93,5 %, innerhalb der Rasse Dt. Fleckvieh bei 88,1 %. In den sich anschließenden zwei Kreuzungsjahren lagen die Aufzuchtraten der beiden Reinzuchten mit 85,5 % für Dt. Angus und 90,7 % für Dt. Fleckvieh nahezu entgegengesetzt. Von den Kreuzungskälbern des Genotyps Dt. Angus x Dt. Fleckvieh der beiden Zuchtjahre konnten 98,5 % abgesetzt werden, bei der reziproken Kreuzung waren es 93,5 %. Die in der eigenen Untersuchung erreichten Absetzraten lagen somit tendenziell in Übereinstimmung mit den in der Literatur erwähnten Bereichen von 77,1 % bis 93,1 %, wobei die meisten Aufzuchtraten im Bereich zwischen ca. 86,0 und 90,0 % einzuordnen sind (vgl. u.a. REYNOLDS, 1990; WILLIAMS, 1990; GREGORY et al., 1991).
Diese eigenen Ergebnisse bestätigen den in der Literaturübersicht dargestellten Zusammenhang zwischen Kalbeverlauf und Mortalitätsrate, den starken Einfluss der Umweltkomponenten sowie die den Kreuzungskälbern allgemein nachgesagte bessere Vitalität (SMITH et al., 1976; GREGORY et al., 1978; GREGORY et al., 1979;

MEIJERING, 1980; LAWLOR et al., 1984; WILLIAMS et al., 1990; ERIKSSON et al., 2004a). Eine Erklärung, sowohl für die 8,0 % Totgeburten bei der Rasse Dt. Angus im Jahr 2003/04, als auch für die außerordentlich hohen Aufzuchtverluste der Rasse Dt. Angus von 21,7 % im selben Zuchtjahr kann nicht abgeleitet werden.

5.1.2 Produktionsleistungen Kälber

Die Parameterschätzung ist allgemein um so korrekter, je vollständiger die einzelnen als Hypothese formulierten Einflussfaktoren über das ursächlich bedingte Zustandekommen der auszuwertenden Beobachtungen berücksichtigt wurden (SEELAND und BAUDISCH, 1994). In einem statistischen Modell müssen somit nach tierzüchterischem Verständnis alle genetischen und umweltbedingten Einflüsse auf die Beobachtungswerte erfasst sein. Ein Restfehler wird letztlich immer bleiben. In der Tierzucht haben sich bei grundsätzlichen Fragestellungen wie z.B. der Analyse der Produktionsleistungen von Nutztierrassen Standardmodelle bzw. Standardeinflussfaktoren herausgebildet, die grundsätzlich Berücksichtigung finden. Zusätzlich gilt es, in Abhängigkeit von der individuellen Versuchsanstellung und deren Zielsetzung einzelne Einflussfaktoren hinzuzunehmen bzw. abzuwandeln (vgl. Kap. 2.5).

Die Rasse und das Geschlecht des Kalbes zeigten sich über den gesamten Betrachtungszeitraum für alle drei untersuchten Produktionsmerkmale als höchst signifikante Einflussfaktoren.
Bei den Kälbern der ersten fünf Zuchtjahre kam hier zusätzlich noch der höchst signifikante Effekt des Geburtstyps hinzu. Im Modell für die beiden Kreuzungszuchtjahre wurden die Zwillingskälber nicht berücksichtigt. Die Einflussnahme dieser Faktoren wurde auch im Signifikanzniveau der Interaktionen, die zwischen diesen Effekten geprüft wurden, deutlich. Nach Literaturangaben sind diese Einflussfaktoren in ihrer Wirkung allgemein bekannt und finden standardmäßig Anwendung (vgl. u.a. MEYER 1992, 1993; SWALVE, 1993; GRAHAM et al., 1999; DEMEKE et al., 2003a und b). Hierzu ist auch der Jahreseffekt in Form von Kalbesaison oder Zuchtjahr zu zählen, bzw. in Überlagerung dazu die Laktationsnummer, wodurch das Alter der Mutterkuh in der Analyse mitberücksichtigt wird. Der höchst signifikante Einfluss der Kalbesaison bzw. des Zuchtjahres in der eigenen Untersuchung rührt von den herrschenden Witterungs- und Haltungsbedingungen (heiße bzw.

kühle Sommer, trockene bzw. nasse Weideperioden und daraus resultierende unterschiedliche Aufwuchsqualitäten auf der Weide u.s.w.) her. Die Laktationsnummer der Mutterkuh, bzw. ihr Alter, sind dahingehend ebenfalls bekannte Einflussfaktoren, als dass Kälber aus Erstkalbinnen geringere Geburtsgewichte aufweisen und diese sich tendenziell in geringeren Absetzgewichten und geringeren Tageszunahmen während der Aufzucht niederschlagen. Der nicht signifikante Einfluss des Zuchtjahres auf die beiden Kreuzungsjahre kann auf ähnlich vorherrschende Bedingungen je Jahr, geringe Tierzahlen und den kürzeren Betrachtungszeitraum zurückgeführt werden. Gleichzeitig besteht auch eine gewisse Überlagerung des Effekts des Zuchtjahres mit dem Kalbealter der Mutterkuh, denn es herrschte ja auch eine Altersklasse je Zuchtjahr vor, da der Bestand beim Aufbau der Herde relativ gleich alt war und nur ein geringer Prozentsatz an Tieren jährlich remontiert wurde. Das für die beiden Kreuzungsjahrgänge in den Merkmalen Absetzgewicht und Tageszunahmen berücksichtigte Kalbealter der Mutterkuh erwies sich für beide Male in vorgenannter Hinsicht als höchst signifikant.

Den Ergebnissen der Fleischleistungsprüfung im Feld in Mutterkuhherden im Jahr 2006 (BDF, 2007) sind für die Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh im Vergleich zum eigenen Tiermaterial der beiden Rassen aus den Reinzuchtjahren folgende Werte zu entnehmen:

Tab. 5.1: Ergebnisauszug aus der Fleischleistungprüfung in Mutterkuhherden in 2006 (BDF, 2007) für die Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh im Vergleich mit den LSQ-Rassemittelwerten für Geburts- und Absetzgewichte der Reinzuchtkälber der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Rasse / Geschlecht		Geburtsgewicht (kg)		200-Tage-bzw. Absetzgewicht (kg)	
		Ergebnisauszug	eigenes Tiermaterial	Ergebnisauszug	eigenes Tiermaterial
Dt. Angus	♂	34,9	34,1	252	240
	♀	32,4	32,0	232	226
Dt. Fleckvieh	♂	40,6	41,8	286	271
	♀	38,4	38,6	265	248

Obwohl die in der Tab. 5.1 abgebildeten Gewichte einen Vergleich der absoluten Leistungen nahe legen, können sie nicht „1 zu 1“ mit den Geburts- und Absetzgewichten der Kälber der eigenen Untersuchung verglichen werden, schließlich sind diese auf ein mittleres Absetzalter

von 215 Tagen korrigiert. Gleichzeitig bleibt zu bedenken, dass die in der Tabelle dargestellten Auszüge aus der Fleischleistungsprüfung im Feld zwar nach Rassen differenzieren, aber zahlreiche unterschiedliche Haltungs- und Fütterungssysteme an vielfältigen Standorten widerspiegeln. Leistungsparameter sind populationsspezifisch zu interpretieren, überall wirken verschiedene Umwelteffekte in unterschiedlicher Intensität. Das eigene Tiermaterial repräsentiert einen Standort mit nur einem Haltungs- und Fütterungssystem. Diese Erklärung gilt für den Vergleich und die Interpretation der Tageszunahmen in gleicher Weise. Die Leistungsüberlegenheit der Rasse Dt. Fleckvieh im Lebendgewicht um den Absetzzeitraum herum ist ebenso am Datenmaterial der eigenen Untersuchung als auch an dem der Fleischleistungsprüfung zu erkennen. Beide Male beträgt die Leistungsdifferenz zwischen den Rassen ca. 30,0 kg. Dabei liegen die Absetzgewichte des eigenen Tiermaterials trotz eines um zwei Wochen höher korrigierten Alters leicht unter den Werten der Rinder aus der Fleischleistungsprüfung, was aber wohl auf die ungleichen Systeme zurückzuführen ist. Die Geburtsgewichte liegen aufgrund der zum Zeitpunkt der Abkalbungen abgeschwächten Auswirkungen unterschiedlicher Haltungs- und Fütterungseinflüsse sehr eng beieinander, die übereinstimmenden Differenzen zwischen den Rassen liegen bei ca. 5,0 kg, wiederum zugunsten der Dt. Fleckviehtiere.

Die Rangierung zwischen den einzelnen Rassen bzw. Genotypen (die Leistungen der beiden Kreuzungen liegen tendenziell zwischen denen der beiden Reinzuchten), sowie die Rangierung der Geschlechter innerhalb der Rassen bzw. Genotypen (Bullenkälber zeigen höhere Geburts- und Absetzgewichte sowie höhere Tageszunahmen als Kuhkälber) befinden sich auch in Übereinstimmung mit der Literatur (vgl. u.a. ALENDA et al., 1980a; GRAHAM et al., 1999; MÁRQUEZ et al., 2001b; ABDEL-AZIZ et al., 2003). Die Red Poll- und Simmentalkreuzungen, jeweils mit Herefordkühen verpaart, übertrafen bei REYNOLDS et al. (1990) die Kreuzungen mit Dt. Angus und Pinzgauer auf der Vaterseite um im Mittel 1,3 kg im Geburtsgewicht. In Absetzgewicht und Tageszunahmen waren die Dt. Angus- den Simmentalkreuzungen um nur ca. 6,8 kg bzw. 7 g/d unterlegen. Die Differenzen beim eigenen Tiermaterial lagen bei 23,0 kg im Absetzgewicht und bei 89 g/d in den Tageszunahmen, aber jeweils zugunsten der reziproken Kreuzung mit Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite. Auch GREGORY et al. (1991) fanden signifikante Rasseunterschiede zwischen Tieren der Rassen Dt. Angus und Simmental sowohl in Geburts- und Absetzgewicht als auch im Merkmal Tageszunahmen jeweils zugunsten der Rasse Simmental in Höhe von ca. 9,0 kg im Geburtsgewicht, ca. 47,0 kg im Absetzgewicht und ca. 200 g in den Tageszunahmen.

5.2 Schätzwerte – Heritabilitäten und maternale Effekte

Die geschätzten Heritabilitätswerte liegen für das Geburtsgewicht mit 0,22 im unteren Bereich der aus der Literatur entnommenen Spanne (= 0,16 bis 0,51; vgl. u.a. QUAAS et al., 1985; BERTRAND und BENYSHEK, 1987; MEYER et al., 1993; WOODWARD et al., 1992; SWALVE, 1993; MEYER und GRASER, 1994; BENNETT und GREGORY, 1996; ERIKKSON et al., 2004a). Für das Absetzgewicht liegt der eigene Schätzwert mit 0,08 unterhalb der Literaturangaben (0,10 bis 0,36; vgl. u.a. GRASER und HAMMOND, 1985; WRIGHT et al., 1987; SWALVE, 1993; MEYER, 1993 und 1995; DODENHOFF et al., 1999). Auch der am eigenen Tiermaterial geschätzte Heritabilitätswert von 0,11 für die Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen fällt im Vergleich mit der Literatur (0,27 bis 0,46) sehr niedrig aus (vgl. TRUS und WILTON, 1988; BENNETT und GREGORY, 1996). Grund für die teilweise uneinheitlichen Aussagen zwischen Literatur- und eigenen Werten, insbesondere für die geringeren h^2-Werte, ist die Tatsache der wenigen Väter, die zum einen selbstgezogen und somit teilweise verwandt waren, und zum anderen keine repräsentative Zufallsstichprobe der gesamten Population darstellen.

Der maternale Effekt für das Geburtsgewicht aus der eigenen Untersuchung liegt mit 0,19 im oberen Bereich der aus der Literatur entnommenen Spanne. Zwar ist der Literatur ein Wertebereich von 0,01 bis 0,82 zu entnehmen, wobei aber der allergrößte Teil der Werte für den maternalen Effekt unter 0,17 liegt (vgl. u.a. BURFENING et al., 1981; QUAAS et al., 1985; BERTRAND und BENYSHEK, 1987; GARRICK et al., 1989; SWALVE, 1993; MEYER, 1995; GALVAO DE ALBUQUERQUE und MEYER, 2000; ERIKSSON et al., 2004a). Die am eigenen Tiermaterial geschätzte Korrelation zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt im Merkmal Geburtsgewicht lag mit 0,29 im oberen Bereich der Literaturwerte, die in der Hauptsache von leicht negativ (-1,05 bis -0,04) bis hin zu deutlich positiv (0,46) reichten (vgl. u.a. NELSON et al., 1994; CANTET et al., 1988; GROTHEER et al., 1997). Der weite Rahmen der Schätzwerte für die Korrelation lässt sich auf die unterschiedlichen Modellaufbauten zurückführen. Allein SWALVE (1993) schätzte an vergleichbarem Tiermaterial in Abhängigkeit vom Modell Werte von -0,36 bis 0,46 für die Korrelation zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt im Merkmal Geburtsgewicht.

Der maternale Effekt für das Absetzgewicht stimmte mit 0,21 mit den Literaturwerten von 0,07 bis 0,25 bestens überein (vgl. u.a. QUAAS et al., 1985; MEYER et al., 1993; DODENHOFF et al., 1999). Die additiv genetische-maternale Korrelation in diesem Merkmal fiel in der Literatur von deutlich negativ mit -0,57 bis hin zu leicht positiven Werten von bis zu 0,16 geringer aus als der eigene Schätzwert mit 0,44 (vgl. u.a. WRIGHT et al., 1987; SWALVE, 1993; CANTET, 1998; DODENHOFF, 1999).

Die Schätzwerte für den maternalen Effekt im Merkmal Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen bewegen sich in einem engen Bereich zwischen 0,16 und 0,27 (vgl. TRUS und WILTON, 1988; BENNETT und GREGORY, 1996), was auch durch den eigenen Schätzwert mit 0,18 bekräftigt werden kann. Die in diesem Merkmal geschätzten Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt liegen in den genannten Quellen zwischen -0,26 und -0,54 im mittleren negativen Bereich, wohingegen der eigene Schätzwert in Höhe von 0,41 im positiven Bereich liegt.

Grundsätzlich, und so auch im Fall der eigenen Untersuchung, können Unterschiede der eigenen Schätzwerte zur Literatur aufgrund nicht vergleichbarer Versuchsanstellungen bzgl. anderer Tierzahlen und insbesondere durch die Anzahl eingesetzter Väter erklärt werden. Aus Grundlagen der Versuchsplanung für die Schätzung genetischer Parameter leiteten RASCH et al. (1978) ab, dass für die Schätzung der Heritabilitätskoeffizienten bei günstiger Struktur des Materials ein Mindeststichprobenumfang von 2.000 Versuchseinheiten, für die Schätzung genetischer Korrelationskoeffizienten sogar von mindestens 6.000 Versuchseinheiten erforderlich ist. Dabei definierten die Autoren die Versuchseinheit im Allgemeinen als ein Tier, an dem die Selektionsmerkmale gemessen bzw. festgestellt werden.

Gleichzeitig bleibt im Zuge der Interpretation der Ergebnisse der eigenen Untersuchung zu bedenken, dass bisher nur wenig Varianzkomponentenschätzungen an deutschem Material vorgenommen wurden und zudem jeder Schätzwert als populationsspezifisch anzusehen ist.

5.3 Kreuzungsparameter

Die Schätzwerte für individuelle Heterosis fielen für Absetzgewicht und Tageszunahmen sehr niedrig aus und waren nicht signifikant ($p \geq 0,05$), lagen aber doch innerhalb der in der Literatur angegebenen Grenzen. In der Literatur bewegen sich die Schätzwerte für individuelle Heterosis für das Geburtsgewicht zwischen 1,6 und 4,0 %, für das Absetzgewicht zwischen 2,0 und 5,5 % bzw. um 2,6 % für die Tageszunahmen bis zum Absetzen (ALENDA et al., 1980; GREINER, 2002; KRESS und NELSEN, 2002). Der eigene Schätzwert im Geburtsgewicht erwies sich mit 3,7 % als hoch signifikant ($p < 0,01$). Die Heterosis-schätzwerte für Absetzgewicht und Tageszunahmen waren mit -0,7 bzw. 0,02 % nicht signifikant. Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass die beiden Rassen aufgrund der Einkreuzung deutscher Zweinutzungsrassen verwandtschaftlich noch nicht weit genug voneinander entfernt liegen.

Die Rasse Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite zeigte im Geburtsgewicht eine 4,5 %ige Überlegenheit gegenüber der reziproken Kreuzung, die aber nicht signifikant war ($p \geq 0,05$). Die für Absetzgewicht und Tageszunahmen geschätzten Stellungseffekte bestätigen mit höchst signifikanten Unterschieden ($p < 0,001$) von 8,4 % im Absetzgewicht bzw. 8,6 % in den Tageszunahmen die Überlegenheit der Rasse Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite. Diese Stellungseffekte zeigen deutlich den maternalen Einfluss und sind bedingt durch den höheren Milchreichtum der Rasse Dt. Fleckvieh gegenüber Dt. Angus. Aus der Literatur sind keine direkten Vergleiche zur Schätzung von Kreuzungsparametern mit den gleichen Ausgangsrassen bekannt. Die in dieser Untersuchung verwendeten Einfachkreuzungen stellen zudem auch keine Kreuzungen dar, die in Deutschland stärker verbreitet sind. Dennoch geben die eingesetzten Rassen einige Hinweise zum Ausmaß individueller Heterosis und zur Auswirkung von Stellungseffekten. Die Mutterkuhherde Rudlos ist primär eingebunden in Grundlagenuntersuchungen zur Umgänglichkeit von Rindern in extensiver Haltung. Hieraus resultierte die Vorgabe der Rassenwahl. Die Entscheidung zur Erzeugung von Kreuzungskälbern hat ihre Begründung in der dritten Projektphase des Sonderforschungsbereichs (299 SFB, 2002 – 2005), wo aufbauend auf den Erkenntnissen zu Temperament und Umgänglichkeit der Reinzuchttiere der Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh im nächsten Schritt Kreuzungstiere getestet werden sollten. Hierbei sollten Heterosiseffekte unter Einbeziehung ökonomischer Gesichtspunkte quantifiziert werden.

Auf den Erkenntnissen der bisherigen Anpaarungen aufbauend könnte der Einsatz einer dritten Vaterrasse mit den Einfachkreuzungen auf der Mutterseite weiteren Informationsgewinn in Bezug auf Kreuzungseignung und Erlössteigerung bringen. Der Einsatz einer F_1-Kreuzung auf der Mutterseite in Verbindung mit einer dritten Rasse auf der Vaterseite ist eine weit verbreitete Anpaarungsstrategie zur Ausnutzung maternaler Heterosis (MASON, 1966; CUNDIFF, 1970; LONG, 1980; JOHNSTON et al., 1988). Ob mit dem Einsatz spezieller Fleischrinderbullen wie Limousin oder Charolais in Verbindung mit der Einfachkreuzung aus Dt. Angusbullen mit Dt. Fleckviehkühen auf der Mutterseite, die mit kleinem bis mittlerem Rahmen und ausreichender Milchleistung den Anforderungen nach GOLZE (1997) entspricht, das Produktionsniveau der Herde weiter erhöht werden könnte, bliebe zu überprüfen.

5.4 Zuchtwertschätzung – Einsatz von Rassemitteln

Nach RUTEN und REINHARDT (2004) ist die konsequente und vollständige Leistungserhebung (200-Tage- und 365-Tage-Leistung) aller Tiere auf den Betrieben Voraussetzung für eine sichere Zuchtwertschätzung. Je vollständiger die Leistungserhebung ist, desto besser ist die Güte der Zuchtwerte.

Merkmale, die gewöhnlich zur Überwachung der Wachstumsleistung bei Fleischrindern herangezogen werden, sind Gewichte aus Wiegungen in verschiedenen Altersstadien der Tiere einschließlich der Berechnung der Tageszunahmen zwischen zwei Wiegungen. Ideale Fixpunkte in der Gewichtserfassung wären das Geburtsgewicht, das Absetz- und Jahresgewicht sowie das Endgewicht. Abhängig von der Betriebsart (Voll- oder Nebenerwerb), der Herdengröße, dem Deckmanagement (Natursprung oder künstliche Besamung, mit oder ohne Synchronisation), den Haltungsbedingungen (Stallgebäude oder Außenhaltung, einschl. Lage der Flächen (arrondiert oder nicht arrondiert)) und der Betriebsausstattung (Viehwaage, Fangeinrichtungen, Viehtransporter u.s.w.) kommt es in der Fleischrinderhaltung zu mehr oder weniger Mensch-Tier-Kontakten und auch zu mehr oder weniger unregelmäßigen Wiegungen. Jede Wiegeaktion sollte im Idealfall mit anderen anfallenden Maßnahmen am Tier (z.B. Klauenpflege, Wurmkuren, Impfungen u.s.w.) vereinbar sein und in den gesamten Produktionszyklus hineinpassen. Bezüglich der direkten Erfassung des Geburtsgewichtes kommt erschwerend hinzu, dass die Abkalbeperioden bei

praktiziertem Natursprung sich nicht selten über zwei bis drei Monate und länger erstrecken und somit dessen Erfassung in der Praxis oftmals unterbleibt. Dies trifft insbesondere auf die Rassen zu, bei denen hinsichtlich des unproblematischen Kalbeverlaufs kein Selektionsdruck für überdurchschnittliche Geburtsgewichte oder Schwerkalbungen ansteht. Dies führt in der Praxis oftmals dazu, dass bei sogenannten „Wiegesammelaktionen“ Tiergruppen mit erheblichen Alters-, Größen- und Gewichtsdifferenzen zusammenkommen. Um solche zu den unterschiedlichsten Zeitpunkten erfassten Gewichte vergleichbar machen zu können ist das Wissen um das individuelle Geburtsdatum jedes einzelnen Tieres oberstes Gebot.

Aus betriebsbedingten Gründen (geringe Tierzahlen, kein Zugang zu einer Tierwaage, kein oder wenig Personal für Arbeiten am Kalb u.s.w.) kann nicht auf jedem Herdbuchbetrieb das individuelle Geburtsgewicht der Kälber erfasst werden. Eine vollständige individuelle Erfassung der Geburtsgewichte in der Praxis ist ohne Zweifel vom Zeit- und Arbeitsaufwand und somit aus wirtschaftlicher Sicht für den Landwirt nicht praktikabel. Von dieser Seite her kann der Einsatz eines Rassemittels durch den VIT nicht verworfen werden. Außer Frage steht gleichzeitig, dass nicht für jedes Produktionssystem ein mittleres Geburtsgewicht erfasst werden kann, vor allem wenn man bedenkt, wie gering bei einigen Rassen der Herdbuchanteil ist. Da jedoch das Geburtsgewicht ein notwendiges Informationsmerkmal im Rahmen der Zuchtwertschätzung darstellt, wird von der zuständigen Rechenstelle, dem VIT, ein rassespezifisches mittleres Geburtsgewicht verwendet.

Ziel der in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Berechnung war es, einen Wert für die Höhe einer möglichen Unter- oder Überschätzung im Merkmal Tageszunahmen zu erhalten, deren Zustandekommen bedingt wird durch den Einsatz von Rassemitteln. Im Rahmen der jährlichen Zuchtwertschätzung wird die Basis der naturalen Zuchtwerte ständig angepasst. So gehen in die Zuchtwertschätzung mit Stand Dezember 2006 alle Bullen mit Nachkommen der Geburtsjahrgänge 1998 bis 2002 ein. Diese Jahrgänge entsprechen dem Geburtszeitraum der in der eigenen Untersuchung verwendeten fünf Reinzuchtjahrgänge.

Tab. 5.2: Auswirkungen des Einsatzes eines Rassemittels für das Geburtsgewicht auf die Höhe der Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen im Sinne einer Über- bzw. Unterschätzung, Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima für die Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02

Art des Schätzfehlers/Rasse	Differenz$_{(Rudlos-VIT)}$ (g/d) $\bar{x}$	s	Min	Max
Unterschätzung				
Dt. Angus (n = 544)	-28,6	19,7	-115,9	-0,76
Dt. Fleckvieh (n = 409)	-32,4	21,4	-131,7	-2,1
Überschätzung				
Dt. Angus (n = 125)	13,2	10,9	3,1	64,2
Dt. Fleckvieh (n = 103)	18,4	15,6	0,0	54,7

Ist ein individuelles Geburtsgewicht vorhanden, welches über dem jeweiligen Rassemittel liegt, so kommt es bei der Rasse Dt. Angus im Mittel zu einer Unterschätzung der täglichen Zunahmen in Höhe von ca. -29 g/d. Die maximale Unterschätzung liegt in diesem Fall bei ca. -116 g/d. Liegt hingegen ein Geburtsgewicht vor, welches unter dem jeweiligen Rassemittel liegt, so kommt es im Mittel zu einer Überschätzung in den täglichen Zunahmen in Höhe von ca. 13 g/d. Die maximale Überschätzung liegt hier bei ca. 64 g/d.
Für die Rasse Dt. Fleckvieh gestaltet sich das Beispiel ähnlich. Liegt ein individuelles Geburtsgewicht vor, welches über dem jeweiligen Rassemittel liegt, so kommt es im Mittel zu einer Unterschätzung der täglichen Zunahmen von ca. -32 g/d. Die maximale Unterschätzung liegt bei ca. -132 g/d. Liegt ein individuelles Geburtsgewicht vor, welches unter dem jeweiligen Rassemittel liegt, so kommt es im Mittel zu einer Überschätzung der in den täglichen Zunahmen von ca. 18 g/d. Die maximale Überschätzung liegt bei ca. 55 g/d.

Aus diesem vorangestellten Beispiel lässt sich ableiten, dass die Bullen des eigenen Tiermaterials ohne Berücksichtigung der individuellen Geburtsgewichte mehr oder weniger stark in den Tageszunahmen im offiziellen Zuchtwertschätzverfahren unterschätzt wurden. Diese Schätzfehler liegen für die Rasse Dt. Angus im Durchschnitt bei ca. -21 g/d. Die Tiere der Rasse Dt. Fleckvieh wurden im Durchschnitt um einen ähnlichen Betrag (ca. 22 g/d) unterschätzt. So muss eine Empfehlung weg von den Standardmitteln ausgesprochen werden. Da aber die Verwendung ausschließlich individueller Geburtsgewichte in der Praxis aus genannten Gründen nicht umsetzbar ist, müsste individuell erfassten Lebendgewichten zu

definierten Zeitpunkten mehr Bedeutung zugemessen werden, und entsprechend weniger dem Merkmal Tageszunahmen, das auf der Annahme mittlerer Geburtsgewichte basiert.

Eventuell wäre auch die Verwendung rassespezifischer Schätzparameter eine mögliche Verbesserung in der herkömmlichen Zuchtwertschätzung. An den eigenen Auswertungen wird deutlich, dass bereits die Schätzung an nur zwei Rassen zu anderen Schätzparametern führt. Rassespezifische Parameter verlangen jedoch großes Datenmaterial. Allein aus diesem Grund kommt für einige leistungsgeprüfte Rassen die Verwendung rassespezifischer Parameter erst gar nicht in Frage, bedingt durch die teilweise geringen Herdbuchbestände. Des weiteren gelten die Schätzparameter für Rassen unterschiedlichen Rahmens und unterschiedlicher Intensitätsansprüche. Eventuell würde auch hier die Berücksichtigung von populationsspezifischen Parametern zur Genauigkeit des Schätzverfahrens beitragen können, obwohl die Tatsache der teilweise geringen Tierzahlen nicht übersehen werden darf.

Zur Validierung der eingesetzten Rassemittel könnte aber ein Lösungsansatz sein, zusätzlich zu den Betrieben, deren Geburtsgewichte dem VIT bereits zugehen, als gezielte Informationsquellen einige größere Herden, regional unterschiedlich, auszuwählen, die bereit wären, über einen geeigneten Erfassungszeitraum ebenfalls die individuellen Geburtsgewichte dazuzusteuern. Konsequenterweise müsste hiermit dann auch der überbetriebliche Einsatz der Deckbullen bzw. des Spermas der Deckbullen verbunden sein. Erst mit einer deutlich höheren Stichprobe an individuell erfassten Geburtsgewichten wäre gegebenenfalls eine Anpassung der Mittel zu diskutieren.

Da die Absetzgewichte flächendeckender erfasst werden als die Geburtsgewichte könnte ein (Verbesserungs-)Vorschlag sein, anstatt der täglichen Zunahmen das Absetzgewicht zu berücksichtigen. Diese Alternative findet Bekräftigung in der genetischen Korrelation zwischen Absetzgewicht und Tageszunahmen von 0,988. Dies bedeutet, dass mit dem Wert des Merkmals (hier Absetzgewicht) genetisch bereits der Wert des anderen Merkmals (hier Tageszunahmen) mitbestimmt wird. Die auf den ersten Blick verwirrend wirkende genetische Korrelation zwischen Geburtsgewicht und Tageszunahmen von -0,164 lässt eventuell eine Art kompensatorisches Wachstum (insbesondere im Hinblick auf die Dt. Anguskälber) vermuten.

Genetische Korrelationen, wobei wie bereits angesprochen Höhe und Richtung zu beachten sind, spielen auch noch aus einer anderen Sicht für die Züchtung eine große Rolle. Viele Leistungsmerkmale lassen sich entweder erst spät in der Entwicklung des Rindes oder nur unter sehr hohem, unzumutbarem Aufwand feststellen. Hier kann der Tierzüchter sogenannte Hilfsmerkmale selektionsunterstützend heranziehen. Der Wert eines Hilfsmerkmals als Parameter bei der Frühselektion wird letztlich durch die genetische Korrelation zu den zu verbessernden Leistungsmerkmalen entschieden.

MEYER und GRASER (1994) diskutieren in ihrer Untersuchung an zwei Herden mit je 300 Kühen, Polled Hereford und einer Rassenkombination aus Charolais x Brahmanbullen mit Friesian x Angus- oder x Herefordkühen, einen weiteren möglichen Lösungsansatz zu den Auswirkungen einer frühen Wiegung und einer weiteren Wiegung im Alter von zwei bis fünf Monaten als alternatives Selektionskriterium zum Absetzgewicht. Und zwar für den Fall, dass Geburtsdatum und –gewicht nicht erfasst wurden. Nach den Autoren nutzen viele Rinderhalter den Markierungstermin der Kälber zu einem frühen Lebensstadium gleichzeitig zum Wiegen, und dann noch einen weiteren Wiegetermin während der Aufzucht, um einen Wert für die Zunahme für den dazwischenliegenden Zeitraum zu erhalten. Dieser könnte dann anstatt des Absetzgewichtes und des unbekannten Absetzalters, aufgrund des fehlenden Geburtsdatums genutzt werden. Die Ergebnisse dieser Studie stellen diesen Ansatz als insofern lohnend dar, als dass die Zunahme zwischen den beiden Wiegungen während der Aufzucht unabhängig vom Alter des Kalbes zu den beiden Wiegeterminen ist, unter der Vorgabe, dass das Intervall zwischen den beiden Wiegungen angepasst ist. Dies impliziert nach MEYER und GRASER (1994), dass die direkte Selektion im Merkmal Absetzgewicht in ihrem Informationsgehalt zu über 90,0 % durch die indirekte Selektion auf der Basis der erfassten Zunahmen während der Aufzucht ersetzt werden kann.

5.5 Vorschläge zur Optimierung der Zuchtwertschätzung

Aufgrund der am eigenen Tiermaterial geschätzten Heritabilitäten ist für die Merkmale Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Tageszunahmen (h^2_{GebGew} = 0,22; h^2_{AbsGew} = 0,08; $h^2_{ZunGebAbs}$ = 0,11) eine Zuchtwertschätzung durchführbar. Hierzu können die im Rahmen der eigenen Untersuchung angewendeten Mehrmerkmalsmodelle empfohlen werden. Eine derartige Zuchtwertschätzung empfiehlt sich so nur für Rinder in Reinzucht. Für die auf

Vaterseite eingesetzten fleischbetonten Reinzuchttiere hat sich diese Art der Zuchtwertschätzung bewährt. In der Praxis hingegen sind die Mütter meist Kreuzungstiere. Bei der Verwendung von Einfachkreuzungen auf Mutterseite, die sich in Verbindung intensiver Fleischrassen auf Vaterseite immer mehr durchsetzt, bleibt die Kreuzungseignung der Väter nach wie vor unberücksichtigt.

Fakt ist, dass es auf lange Sicht nicht ausreichen wird, den Merkmalskomplex Fleisch nur mit den drei Teilzuchtwerten tägliche Zunahmen (maternal und direkt) und Bemuskelung zu beschreiben. Hier ergibt sich jedoch das Problem, dass es, wie bereits erwähnt, verschiedene Produktionsverfahren in der Fleischrinderzucht bzw. Mutterkuhhaltung gibt, nicht zuletzt aufgrund unterschiedlicher Standortbedingungen. Benötigt werden vielmehr zusätzlich Zuchtwerte für Absetz- und Jahresgewicht, Geburtsgewicht, Bewertungsnoten, aber auch für tägliche Zunahmen, Ausschlachtung und EUROP-Handelsklasse für Schlachttiere, die im Rahmen der Baby Beef Produktion, also mit deutlich niedrigeren Schlachtgewichten auf den Markt kommen. Weiterhin sind die Zuchtwerte für die Gebrauchskreuzung zu berücksichtigen, die in Österreich bereits seit Februar 1998 auf Basis für Fleckvieh und Braunvieh ausgewiesen werden (FÜRST-WALTL, 1999). Hier könnte ein Umdenken in Richtung Schweinezucht einen Schritt nach vorne bedeuten, und zwar in der Umsetzung der in der Schweinzucht praktizierten Prüfung von Ebern auf Ihre Kreuzungseignung. Im Rahmen eines solchen Prüfprogramms müssten Betriebe organisiert und ausgewählt werden, wo die zu prüfenden (Jung-)Bullen in einer Mindestzahl dieser Betriebe (über KB) an weiblichen Einfachkreuzungen eingesetzt werden müssten, die eine gewisse Anzahl an Mastkälbern erwarten lässt. Sicherlich bringt das beim Rind im Vergleich zum Schwein lange Reproduktionsintervall und die geringere Anzahl an Nachkommen pro Zeiteinheit eine erhebliche Zeitverzögerung im Zuchtfortschritt mit sich. Der herdenübergreifende Bulleneinsatz und somit die Verknüpfung zwischen Vätern und Herden über die künstliche Besamung oder über beispielsweise drei Söhne eines Bullen in drei Herden im Natursprung wäre ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Genauigkeit des Schätzverfahrens. Dies setzt selbstverständlich eine einheitliche Vorgehensweise in der Praxis sowie eine Optimierung der Infrastruktur im Sinne einer flächendeckenden Datenerfassung und -weiterleitung voraus.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden an einer aus zwei Fleischrinderrassen bestehenden Mutterkuhherde mit jeweils ca. 150 weiblichen Tieren der Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh über einen Zeitraum von sieben Zuchtjahren (1997/98 bis einschl. 2003/04) Leistungsdaten hinsichtlich Reproduktions- und Produktionsmerkmalen erhoben und ausgewertet.

Ziel der Arbeit war es an den Reinzuchtdaten der ersten fünf Zuchtjahre für die beiden Rassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh genetisch-statistische Parameter zur Zuchtwertschätzung zu berechnen. Ein weiteres Ziel war die Beurteilung der Kreuzungseignung der beiden Ausgangsrassen Dt. Angus und Dt. Fleckvieh, da derartige Beurteilungen bisher nur für einen Teil der Fleischrinderrassen vorliegen.

Die 1.537 Reinzuchtkälber (797 Dt. Angus, 737 Dt. Fleckvieh) und die beiden reziproken Kreuzungen (137 Kälber von Dt. Angusbullen mit Dt. Fleckviehkühen sowie 204 Kälber von Dt. Fleckviehbullen mit Dt. Anguskühen) stammten von jeweils 10 Dt. Angus- bzw. Dt. Fleckviehbullen ab.

Im Rassevergleich ergab sich unter der Maßgabe des durchgeführten Natursprungs innerhalb der Zuchtjahre 1997/98 bis 2001/02 ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,01$; Chi^2-Test) zugunsten der Rasse Dt. Angus mit einer Abkalberate von 97,7 % vs. 94,9 % bei der Rasse Dt. Fleckvieh. Der Chi^2-Test zwischen den in Reinzucht angepaarten Kühen gegenüber den in Kreuzung angepaarten Kühen der Zuchtjahre 2002/03 und 2003/04 erwies sich als nicht signifikant. Im Chi^2-Test auf signifikante Rasseunterschiede hinsichtlich des Kalbeverlaufs über alle sieben Zuchtjahre hinweg betrachtet, und in Abhängigkeit von der Art der Anpaarung, ergab sich ein höchst signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zugunsten der Kreuzungsanpaarung von Dt. Fleckviehbullen mit Dt. Anguskühen, die zu 98,0 % ohne Hilfe abkalbten. Einige Verluste, sowohl im Rahmen von Totgeburten als auch in den ersten Tagen post partum, blieben ungeklärt.

Im Vergleich der Reinzuchten ergaben sich hinsichtlich der drei Produktionsmerkmale höchst signifikante Unterschiede zugunsten der Rasse Dt. Fleckvieh ($p < 0,001$). Prozentual waren die Tiere der Rasse Dt. Fleckvieh denen der Rasse Dt. Angus um 15,3 % im Geburts-, um

15,1 % im Absetzgewicht und um 16,6 % in den Tageszunahmen bis zum Absetzen überlegen.

Die im Rahmen der Varianzkomponentenschätzung für beide Rassen gemeinsam geschätzten Heritabilitäten für die ausgesuchten Produktionsmerkmale Geburtsgewicht, Absetzgewicht und Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen fielen niedrig aus (h^2_{GebGew} = 0,22, h^2_{AbsGew} = 0,08, $h^2_{ZunGebAbs}$ = 0,11), was auf die geringe und für die gesamte Population nicht repräsentative Anzahl eingesetzter Väter zurückgeführt wurde. Die Schätzwerte für den maternalen Effekt in Höhe von 0,19 für das Geburtsgewicht, 0,21 für das Absetzgewicht und 0,18 für die Tageszunahmen lagen eng beieinander. Die geschätzten Korrelationen zwischen additiv genetischem und maternalem Effekt für die drei Produktionsmerkmale waren allesamt im deutlich positiven Bereich (0,29; 0,44; 0,41).

Die Ergebnisse der Varianzkomponentenschätzung und die Verwendung von Rassemitteln im Gegensatz zur Verwendung individueller Geburtsgewichte brachten Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten der Zuchtwertschätzung unter Abwägung aller arbeitswirtschaftlichen Erschwernisse und vor dem Hintergrund der teilweise sehr geringen Herbuchzahlen einiger leistungsgeprüfter Rassen. Ein Vergleich zwischen der Verwendung individueller Geburtsgewichte und Rassemittel hat gezeigt, dass mit dem herkömmlichen Zuchtwertschätzverfahren die Bullen des Lehr- und Versuchsbetriebes Rudlos im Durchschnitt um ca. -21,5 g/d im Merkmal Tageszunahmen von der Geburt bis zum Absetzen unterschätzt wurden. Auf lange Sicht wird der Merkmalskomplex Fleisch nicht mehr mit nur den bisherigen drei Teilzuchtwerten beschrieben werden können. Benötigt werden vielmehr zusätzlich Zuchtwerte für Absetz- und Jahresgewicht, Geburtsgewicht, Bemuskelungsnoten, aber auch für tägliche Zunahmen, Ausschlachtung und Handelsklasse für Schlachttiere, die im Rahmen der Baby Beef Produktion, also mit deutlich niedrigeren Schlachtgewichten auf den Markt kommen. Des weiteren sind aufgrund der zunehmenden Anteile des Einsatzes von Einfachkreuzungen auf der Mutterseite und des Einsatzes von Kreuzungskühen zur Ausnutzung maternaler Heterosis die Zuchtwerte für die Gebrauchskreuzung zu berücksichtigen. Dabei stellen die vielen verschiedenen Produktionsverfahren in der Fleischrinderzucht bzw. Mutterkuhhaltung ein nicht zu unterschätzendes Problem dar. Der herdenübergreifende Bulleneinsatz und somit die Verknüpfung zwischen Vätern und Herden wird als ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Genauigkeit des Schätzverfahrens vorgeschlagen, was aber zunächst eine einheitliche Vorgehensweise in der Praxis sowie eine

Optimierung der Infrastruktur im Sinne einer flächendeckenden Datenerfassung und -weiterleitung voraussetzt.

Trotz unbedeutender Praxisrelevanz der erstellten Einfachkreuzungen gaben die eingesetzten Rassen einige Hinweise zum Ausmaß individueller Heterosis und zur Auswirkung von Stellungseffekten. Die Schätzwerte für individuelle Heterosis fielen für Absetzgewicht und Tageszunahmen sehr niedrig aus und waren nicht signifikant ($p \geq 0,05$). Der eigene Schätzwert im Geburtsgewicht erwies sich mit 3,7 % als hoch signifikant ($p < 0,01$). Die Rasse Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite zeigte im Geburtsgewicht eine 4,5 %ige Überlegenheit gegenüber der reziproken Kreuzung, die aber nicht signifikant war ($p \geq 0,05$). Die für Absetzgewicht und Tageszunahmen geschätzten Stellungseffekte bestätigen ebenfalls mit höchst signifikanten Unterschieden ($p < 0,001$) von 8,4 % im Absetzgewicht bzw. von 8,6 % in der Tageszunahmen die Überlegenheit der Rasse Dt. Fleckvieh auf der Mutterseite. Ob mit dem Einsatz spezieller Fleischrinderbullen wie Limousin oder Charolais in Verbindung mit der Einfachkreuzung aus Dt. Angusbullen mit Dt. Fleckviehkühen auf der Mutterseite, die mit kleinem bis mittlerem Rahmen und ausreichender Milchleistung den Anforderungen nach GOLZE (1997) entspricht, das Produktionsniveau der Herde weiter erhöht werden könnte, bliebe zu überprüfen.

7 Summary

Within the framework of this study the reproduction and meat production data of pure-bred and cross-bred animals in a suckler cow herd consisting of two beef cattle breeds (150 German Angus cows and 150 German Simmental cows) were gathered and evaluated over a period of seven breeding years (1997/98 up to and including 2003/04).

The aim of this study was to use the pure breed data over the first five breeding years for the two breeds German Angus and German Simmental as a basis for calculating genetic-statistical parameters for the breeding value assessment. A further aim was to assess the suitability of the breeds German Angus and German Simmental for cross breeding, as such assessments are not so far available for all beef cattle breeds.

The 1.537 pure-bred calves (797 German Angus, 737 German Simmental) and both reciprocal crossing (137 calves from German Angus bulls with German Simmental cows and 204 calves from German Simmental bulls with German Angus cows) derivated from 10 German Angus bulls and 10 German Simmental bulls.

Under conditions of natural semination for the breeding years 1997/98 up to 2001/02, a comparison of the breeds resulted in a highly significant difference ($p < 0.01$; Chi^2-test) in favour of the breed German Angus, with a calfing rate of 97.7 % compared to 94.9 % in the case of German Simmental. The Chi^2-test between the cows paired in a pure breeding regime compared to those paired in a cross breeding regime for the breeding years 2002/03 and 2003/04 proved to be non-significant. The Chi^2-test for significant differences in breed with regard to the calfing process, considering all seven breeding years and depending on the type of breeding (pure breeding or cross breeding), resulted in a highly significant difference ($p < 0.001$) in favour of cross breeding German Simmental bulls with German Angus cows, of which 98.0 % calfed without requiring assistance. Several losses, due both to stillbirths and to deaths within the first few days post partum, remain unexplained.

The comparison of pure-bred animals with regard to the three production characteristics produced highly significant differences in favour of the breed German Simmental ($p < 0.001$). Calculated in percent, animals of the breed German Simmental were superior to the breed

German Angus by 15.3 % in weight at birth, by 15.1 % in weight at weaning and by 16.6 % in daily weight increase until weaning.

The heritabilities, assessed jointly within the framework of the variance component estimation for both breeds regarding the selected production characteristics of weight at birth, weight at weaning and daily weight increase until weaning, proved to be low ($h^2_{birthwght}$ = 0.22, $h^2_{weaningwght}$ = 0.08, $h^2_{incr.birth\text{-}weaning}$ = 0.11), which was considered to be a reflection of the small number of used bulls, which is not representative of the entire population. The estimated values for the maternal effect, which were 0.19 for the weight at birth, 0.21 for the weight at weaning and 0.18 for the daily weight increase until weaning, were close together. The estimated correlations between additive genetic and maternal effects for the three production characteristics were all within a distinctly positive range (0.29, 0.44, 0.41).

A comparison between the application of individual birth weights and mean values for each breed revealed that by applying the conventional breeding value estimation method the bulls of the experimental farm Rudlos were underestimated by an average of approx. -21.5 g/d in the characteristic of daily weight increase from birth until weaning. In the long term it will not be feasible to describe the complex of meat characteristics with only the three hitherto applied breeding value factors. Instead, additional breeding values will be needed, i.e. weight at weaning, weight at one year, weight at birth, muscle scores, as well as daily weight increase, meat yield and meat grade for slaughter cattle marketed within the framework of Baby Beef Production and thus with substantially lower slaughtering weights. Furthermore, because of the increasing use of two-breed crossing on the mother's side and the use of crossbred cows in order to exploit maternal heterosis, the breeding values for selective crossbreeding have to be taken into consideration. Against this background, the large number of different production processes in beef cattle breeding and suckler cow rearing are a problem that should not be underestimated. Making bull performance data available independently of specific herds, so that the linkage between father and herd is provided via the artificial insemination data, is proposed as a further contribution to improving the accuracy of the estimation process. This demands an optimisation of the infrastructure and the universal usage of data acquisition and forwarding, as well as good communication.

In spite of the insignificant relevancy to practice of the undertaken two-breed crossing, the breeds used did provide some information on the extent of individual heterosis and the

consequences of position effects. The estimated values for individual heterosis were very low with regard to weight at weaning and daily weight increases, and proved non-significant ($p \geq 0.05$). The own estimated value of 3.7 % for the weight at birth proved to be highly significant ($p < 0.01$). The breed German Simmental on the mother's side showed a 4.5 % superiority in weight at birth compared to the reciprocal crossing, but this proved non-significant ($p \geq 0.05$). The estimated position effects for weight at weaning and daily weight increases also confirm the superiority of German Simmental on the mother's side with highly significant differences ($p < 0.001$) of 8.4 % in weight at weaning and 8.6 % in daily weight increases. It still remains to be tested whether herd production levels can be increased by the use of specifically beef-oriented bulls, such as Limousine or Charolais, in combination with the two-breed crossing of German Angus bulls with German Simmental cows on the mother's side, which fulfils the requirements posed by GOLZE (1997) with small to medium-sized frame and adequate milk production.

8 Quellenangaben

8.1 Verwendete Literatur

ABDEL-AZIZ, M., SCHOEMAN, S. J., JORDAAN, G. F., 2003: Estimation of additive, maternal and non-additive genetic effects of preweaning growth traits in a multibreed beef cattle project. Anim. Sci. 74, 169 – 179.

ADAMS, M., 2006: Mutterkuhhaltung – Wirtschaftsgrundlage oder Passion? Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 43, 4.

ADR, 2002: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland 2001. Zucht, Besamung, Leistungsprüfung.

ADR, 2007: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V., Dr. Hubert Cramer. Das Wichtigste in Kürze 2006: Rinderproduktion in Deutschland. Persönliche Mitteilung per Email vom 02.07.2007.

ALENDA, R., MARTIN, T. G., LASLEY, J. F., ELLERSIECK, M. R., 1980a: Estimation of genetic and maternal effects in crossbred cattle of Angus, Charolais and Hereford parentage. I. Birth and weaning weights. J. Anim. Sci. 50, 226 – 234.

ALENDA, R., MARTIN, T. G., LASLEY, J. F., ELLERSIECK, M. R., 1980b: Estimation of genetic and maternal effects in crossbred cattle of Angus, Charolais and Hereford parentage. II. Postweaning growth, ribeye area and fat cover. J. Anim. Sci. 50, 235 – 241.

ASAI, M., BERRYERE, T. G., SCHMUTZ, S. M., 2004: The *scurs* locus in cattle maps to bovine chromosome 19. Anim. Gen. 35, 34 – 39.

ASHWELL, M. S., HEYEN, D. W., SONSTEGARD, T. S., VAN TASSELL, C. P., DA, Y., VAN RADEN, P. M., RON, M., WELLER, J. I., LEWIN, H. A., 2004: Detection of quantitative trait loci affecting milk production, health, and reproductive traits in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 87, 468 – 475.

AVERBECK, F., 2005: Zucht nur mit objektiven Daten. Fleischrinder Journal 3/2005, 8 – 10.

BARLOW, R., 1978: Biological ramifications of selection for preweaning growth in cattle. A review. Anim. Breed. 46, 469 – 494. (Abstr.)

BENNETT, G. L. und GREGORY, K. E., 1996: Genetic (co)variances among birth weight, 200-day weight, and postweaning gain in composites and parental breeds of beef cattle. J. Anim. Sci. 74, 2598 – 2611.

BENNETT, G. L. und GREGORY, K. E., 2001: Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle: I. Calving difficulty score, birth weight, weaning weight, and postweaning gain. J. Anim. Sci. 79, 45 – 51.

BERTRAND, J. K. und BENYSHEK, L. L., 1987: Variance and covariance estimates for maternally influenced beef growth traits. J. Anim. Sci. 64, 728 – 734.

BOISSY, A. und BOUISSOU, M.-F., 1988: Effects of early handling on heifer's subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. Appl. Anim. Behav. Sci. 20, 259 – 273.

BURFENING, P. J., KRESS, D. D., FRIEDRICH, R. L., 1981: Calving ease and growth rate of Simmental-sired calves. III. Direct and maternal effects. J. Anim. Sci. 53, 1210 – 1216.

CANTET, R. J. C., KRESS, D. D., ANDERSON, D. C., DOORNBOS, D. E., BURFENING, P. J. und BLACKWELL, R. L., 1988: Direct and maternal phenotypic effects on preweaning growth of beef cattle. J. Anim. Sci. 66, 648 – 660.

CUNDIFF, L. V., 1970: Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. J. Anim. Sci. 30, 694 – 705.

DEMEKE, S., NESER, F. W. C., SCHOEMAN, S. J., 2003a: Early growth performance of *Bos Taurus* x *Bos indicus* cattle crosses in Ethiopia: Evaluation of different crossbreeding models. J. Anim. Breed. Genet. 120, 39 – 50.

DEMEKE, S., NESER, F. W. C., SCHOEMAN, S. J., 2003b: Early growth performance of *Bos Taurus* x *Bos indicus* cattle crosses in Ethiopia: estimation of individual crossbreeding effects. J. Anim. Breed. Genet. 120, 245 – 257.

DICKERSON, G. E., 1969: Experimental approaches in utilising breed resources. Anim. Breed. 37, 191 – 202. (Abstr.)

DICKERSON, G: E., 1970: Efficiency of animal production - Molding the biological components. J. Anim. Sci. 30, 849 – 859.

DICKERSON, G. E., 1973: Proc. An. Breed. Symp. In honor of Dr. J. L. Lush.

DICKERSON, G. E., KÜNZI, N., CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., ARTHAUD, V. H., GREGORY, K. E., 1974: Selection criteria for efficient beef production. J. Anim. Sci. 39, 659.

DODENHOFF, J., VAN VLECK; L. D., GREGORY, K. E., 1999: Estimation of direct, maternal and grandmaternal genetic effects for weaning weight in several breeds of beef cattle. J. Anim. Sci. 77, 840 – 845.

DOYLE, S. P., GOLDEN, B. L., GREEN, R. D., BRINKS, J. S., 2000: Additive genetic parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus female. J. Anim. Sci. 78, 2091 – 2098.

ERIKSSON, S., NÄSHOLM, A., JOHANSSON, K., PHILIPSSON, J., 2004a: Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. J. Anim. Sci. 82, 375 – 383.

ERIKSSON, S., NÄSHOLM, A., JOHANSSON, K., PHILIPSSON, J., 2004b: Genetic relationships between calving and carcass traits for Charolais and Hereford cattle in Sweden. J. Anim. Sci. 82, 2269 – 2276. (Abstr.)

FEWSON, D., 1993: Definition of breeding objective. Design of livestock breeding programs. The University of New England, Armidale NSW, Australia. In: FÜRST, CH., 2005: Zuchtwertschätzung beim Rind. Beschreibung der Grundlagen, Methoden und Modelle. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien (Hrsg.).

FORABOSCO, F., GROEN, A. F., BOZZI, R., VAN ARENDONK, J. A. M., FILIPPINI, F., BOETTCHERS, P., BIJMA, P., 2004: Phenotypic relationships between longevity, type traits, and production in Chianina beef cattle. J. Anim. Sci. 82, 1572 – 1580.

FÜRST, CH., 2005: Zuchtwertschätzung beim Rind. Beschreibung der Grundlagen, Methoden und Modelle. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien (Hrsg.).

FÜRST-WALTL, B., 1999: Zuchtziele beim Fleischrind. Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR Salzburg, 18. März 1999, S. 42- 55.

GALVAO DE ALBUQUERQUE, L. und MEYER, K., 2001: Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. J. Anim. Breed. Genet. 118, 83 – 92.

GARRICK, D. J., POLLAK, E. J., QUAAS, R. L., VAN VLECK, L. D., 1989: Variance heterogeneity in direct and maternal weight traits by sex and percent purebred for Simmental-sired calves. J. Anim. Sci. 67, 2515 – 2528.

GAULY, M., MATHIAK, H., HOFFMANN, K., KRAUS, M., ERHARDT, G., 2001: Estimating genetic variability in temperamental traits in german angus and simmental cattle. Appl. Anim. Behav. Sci. 74, 109 – 119.

GOLZE, M., 1997: Fleischrinderrassen. In: Extensive Rinderhaltung, Manfred Golze u.a., 1997. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, Wien, Zürich.

GRAHAM, J. F., CLARK, A. J., ROSS, R., DELAND, M. P. B., 1999: The effect of genotype on birth weight and gestation length when Angus, Hereford, Limousin and Simmental sires are mated to Angus and Hereford cows. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet. 13, 185 – 188.

GRASER, H.-U. und HAMMOND, K., 1985: Mixed model procedures for the Australian beef industries. I. Multiple-trait model for estimation of breeding values for 200-day and final weights of cattle. J. Aust. Agric. Res. 36, 527 – 535.

GREEN, R. D., FIELD, T. G., HAMMETT, N. S., RIPLEY, B. M., DOYLE, S. P., 1999: Can cow adaptability and carcass acceptability both be achieved? Western Section Amer. Soc. Anim. Sci. Beef Symposium, June 9, Provo, Utah.

GREGORY, K. E., CUNDIFF, L. V., SMITH, G. M., LASTER, D. B., FITZHUGH JR., H. A., 1978: Characterization of biological types of cattle. Cycle II: 1. Birth and weaning traits. J. Anim. Sci. 47, 1022 – 1030.

GREGORY, K. E., SMITH, G. M., CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., LASTER, D. B., 1979: Characterization of biological types of cattle. Cycle III: Birth and weaning traits. J. Anim. Sci. 48, 271 – 279.

GREGORY, K. E., CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., 1991: Breed effects and heterosis in advanced generations of composite populations for preweaning traits of beef cattle. J. Anim. Sci. 69, 947 – 960.

GREGORY, K. E., CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M., 1995: Genetic and phenotypic (co)variances for production traits of female populations of purebred and composite beef cattle. J. Anim. Sci. 73, 2235 – 2242.

GREINER, S. P., 2002: Crossbreeding Beef Cattle. Virginia Cooperative Extension, Beef, Publication 400 – 805.

GRIGNARD, L., BOISSY, A., BOIVIN, X., GAREL, J. P., LE NEINDRE, P., 2000: The social environment influences the behavioural responses of beef cattle to handling. Appl. Anim. Behav. Sci. 68, 1 – 11.

GROEN, A. F., STEINLE, T., COLLEAU, J., PEDERSEN, J., PRIBYL, J., REINSCH, N., 1997: Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. Livest. Prod. Sci. 49, 1 – 21.

GROENEVELD, E., 1998: VCE4 User's Guide and Reference Manual Version 1.2. Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Mariensee, Federal Agricultural Research Center (FAL), Neustadt.

GROTHEER, M., 1996: Entwicklung eines Modells für die Zuchtwertschätzung bei Fleischrindern. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 92.

HARLIZIUS, B., TAMMEN, I., EICHLER, K., EGGEN, A., HETZEL, D. J. S., 1997: New markers on bovine chromosome 1 are closely linked to the polled gene in Simmental and Pinzgauer cattle. Mamm. Genome 8, 255 – 257.

HETZEL, D. J. S., QUAAS, R. L., SEIFERT, G. W., BEAN, K. G., BURROW, H. M., ASPDEN, W. J., 1990: Genetic parameters for growth of tropical beef cattle. Proceedings of the 8th Conference of the Australian Association for Animal Breeding and Genetics, Hamilton, NZ, 517 – 520.

HIENDLEDER, S., THOMSEN, H., REINSCH, N., BENNEWITZ, J., LEYHE-HORN, B., LOOFT, C., XU, N., MEDJUGORAC, I., RUSS, I., KÜHN, CH., BROCKMANN, G. A., BLÜMEL, J., BRENIG, B., REINHARDT, F., REENTS, R., AVERDUNK, G., SCHWERIN, M., FÖRSTER, M., KALM, E, ERHARDT, G., 2003: Mapping of QTL for body conformation and behaviour in cattle. J. Herd. 94, 496 – 506.

HOFER, A., 1998: Variance component estimation in animal breeding: a review. J. Anim. Breed. Genet. 115, 247 – 265.

ISHIWATA, T., UETAKE, K., ABE, N., EGUCHI, Y., TANAKA, T., 2006: Effects of an environmental enrichment using a drum can on behavioural, physiological and productive characteristics in fattening beef cattle. Anim. Sci. 77, 352 – 362.

JÄGER, M., 2003: Endoparasitosen bei Kälbern in Mutterkuhhaltung: Vorkommen sowie haltungsbedingte und genetische Einflüsse. Diss. Vet. Med., JLU-Gießen.

JOHNSTON, D. J., THOMPSON, J. M., UPTON, W. H., HAMMOND, K., 1988: Weaning weight of calves sired by three Red Angus bulls from Devon, Hereford and reciprocal cross heifers. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet., 7, 463 – 465.

KALM, E., 1999: Möglichkeiten und Voraussetzungen einer Zucht auf Gesundheitsmerkmale beim Rind. Züchtungskunde 71, 437 – 445.

KOCH, R. M., GREGORY, K. E., CUNDIFF, L. V., 1974: Selection in beef cattle. II. Selection response. J. Anim. Sci. 39, 459 – 470.

KOOTS, K. R., GIBSON, J. P., SMITH, C., WILTON, J. W., 1994a: Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. Anim. Breed. 62, 309 – 338. (Abstr.)

KOOTS, K. R., GIBSON, J. P., WILTON, J. W., 1994b: Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 2. Phenotypic and genetic correlations. Anim. Breed. 62, 825 – 853. (Abstr.)

KRESS, D. D. und NELSEN, T. C., 1988: Crossbreeding Beef Cattle for Western Range Environments. Nevada Agricultural Experiment Station - University of Nevada-Reno. WRCC-1 publication TB-88-1.

KULAK, K., NIELSEN, H. M., STRANDBERG, E., 2004: Economic values for production and non-production traits in Nordic dairy cattle populations calculated by stochastic simulation. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 54, 127 – 138.

KÜHN, C., BENNEWITZ, J.,REINSCH, N., XU, N., THOMSEN, H., LOOFT, C., BROCKMANN, G. A., SCHWERIN, M., WEIMANN, C., HIENDLEDER, S., ERHARDT, G., MEDJUGORAC, I., FÖRSTER, M., BRENIG, B., REINHARDT, F., REENTS, R., RUSS, I., AVERDUNK, G., BLÜMEL, J., KALM, E., 2003: Quantitative trait loci mapping of functional traits in the German holstein cattle population. J. Dairy Sci. 86, 360 – 368.

LAMMINGER, A., HAMANN, H., RÖHRMOSER, G., ROSENBERGER, E., KRÄUSSLICH, H., DISTL, O., 2000: Beziehungen zwischen der Hornlosigkeit und den Zuchtzielmerkmalen beim Deutschen Fleckvieh. Züchtungskunde 72, 325 – 339.

LASTER, D. B., GLIMP, H. A., CUNDIFF, L. V., GREGORY, K. E., 1973: Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. J. Anim. Sci. 36, 695 – 705.

LAWLOR, JR., T. J., KRESS, D. D., DOORNBOS, D. E., ANDERSON, D. C., 1984: Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding. I. Preweaning growth and survival. J. Anim. Sci. 58, 1321 – 1328.

LE NEINDRE, P., TRILLAT, G., SAPA, J., MENISSIER, F., BONNET, J. N., CHUPIN, J. M., 1995: Individual differences in docility in Limousin cattle. J. Anim. Sci. 73, 2249 – 2253.

LEGATES, J. E., 1972: The role of maternal effects in animal breeding: IV. Maternal Effects in laboratory species. J. Anim. Sci. 35, 1294 – 1302.

LONG, C. R., GREGORY, K. E., 1978: Inheritance of the horned scurred, and polled condition in cattle. J. Hered. 69, 395 – 400.

LONG, C. R., 1980: Crossbreeding for beef production: Experimental results. J. Anim. Sci. 51, 1197 – 1223.

MAC NEIL, M. D., CUNDIFF, L. V., DINKEL, C. A., KOCH, R. M., 1984: Genetic correlations among sex-limited traits in beef cattle. J. Anim. Sci. 58, 1170 – 1180.

MAC NEIL, M. D., URICK, J. J., SNELLING, W. M., 1998: Comparison of selection by independend culling levels for below-average birth weight and high yearling weight with mass selection for high yearling weights in line 1 Hereford cattle. J. Anim. Sci. 76, 458 – 467.

MACKINNON, M. J., MEYER, K., HETZEL, D. J. S., 1991: Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. Livest. Prod. Sci. 27, 105 – 122.

MAGAŃA, J. G. und SEGURA-CORREA, J. C., 2006: Body weights at weaning and 18 month of Zebu, Brown Swiss, Charolais and crossbred heifers in south-east Mexico. J. Anim. Breed. Genet. 123, 37 – 43.

MARK, T., 2004: Applied genetic evaluations for production and functional traits in dairy cattle. J. Dairy Sci. 87, 2641 – 2652.

MÁRQUEZ, A. P., CORREA, A. C., PONCE, J. F., RODRIGUEZ, J. G., FIERRO, F. B., AVENDAÑO, L. R., GONZÁLES, H. G.,GUERRERO, J. N., TREJO, J. C., ALVAREZ, F. R., ESCOBAR, J. D., 2001a: Estimates of genetic parameters of calf birth weight and calving difficulty in Limousin cattle. Proceedings, Western Section, Amer. Soc. Anim. Sci., 52.

MÁRQUEZ, A. P., PONCE, J. F., RODRIGUEZ, J. G., FIERRO, F. B., GONZÁLES, H. G., CORREA, A. C., GUERRERO, J. N., TREJO, J. C., ALVAREZ, F. R., ESCOBAR, J. D., 2001b: Estimates of genetic parameters for weaning weight in Limousin Cattle in a desertic region at the North of Mexico. Proceedings, Western Section, Amer. Soc. Anim. Sci., 52.

MASON, I. L., 1966: Hybrid vigor in beef cattle. Anim. Breed. 35, 453 – 473. (Abstr.)

MEIJERING, A., 1980: Beef crossing with Dutch Friesian cows: model calculations on expected levels of calving difficulties and their consequences for profitability. Livest. Prod. Sci. 7, 419 – 436.

MEIJERING, A., 1984: Dystocia and stillbirth in cattle – a review of causes, relations and implications. Livest. Prod. Sci. 11, 143 – 177.

MEIJERING, A. und POSTMA, A., 1985: Responses to sire selection for dystocia. Livest. Prod. Sci. 13, 251 – 266.

MEYER, K., HAMMOND, K., MACKINNON, M. J., PARNELL, P. F., 1991: Estimates of covariances between reproduction and growth in Australian beef cattle. J. Anim. Sci. 69, 3533 – 3543.

MEYER, K., 1992: Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. Livest. Prod. Sci. 31, 179 – 204.

MEYER, K., 1993: Estimates of Covariance Components for Growth Traits of Australian Charolais Cattle. Aust. J. Agric. Res. 44, 1501 – 1508.

MEYER, K., CARRICK, M. J., DONNELLY, B. J. P., 1993: Genetic Parameters for Growth Traits of Australian Beef Cattle from a Multibreed Selection Experiment. J. Anim. Sci. 71, 2614 – 2622.

MEYER, K. und GRASER, H.-U., 1994: Scope for Genetic Evaluation and Selection of Beef Cattle for Growth to Weaning when Birth Dates are not Recorded. Aust. J. Agric. Res. 45, 819 – 827.

MEYER, K., 1995: Estimates of Genetic Parameters and Breeding Values for New Zealand and Australian Angus Cattle. Aust. J. Agric. Res. 46, 1219 – 1229.

MIESENBERGER, J., SÖLKNER, J., ESSL, A., 1998: Economic weights for fertility and reproduction traits relative to other traits and effects of including functional traits into a total merit index. Interbull Bulletin 18, 78 – 84.

MOHIUDDIN, G., 1993: Estimates of genetic and phenotypic parameters of some performance traits in beef cattle. Anim. Breed. 61, 495 – 522. (Abstr.)

NELSEN,T. C., SHORT, R. E., URICK, J. J., REYNOLDS, W. L., 1984: Genetic variance components of birth weight in a herd of unselected cattle. J. Anim. Sci. 59, 1459 – 1465.

PEREIRA, E., DE OLIVEIRA, H. N., ELER, J. P., DE V. SILVA, J. A. II, VAN MELIS, M. H., 2006: Use of survival analysis as a tool for the genetic improvement of age at first conception in Nelore cattle. J. Anim. Breed. Genet. 123, 64 – 71.

PHOCAS, F. und LALOË, 2003: Evaluation models and genetic parameters for calving difficulty in beef cattle. J. Anim. Sci. 81, 922 – 938.

PHOCAS, F. und SAPA, J., 2004: Genetic parameters for growth, reproductive performance, calving ease and suckling performance in beef cattle heifers. Brit. Soc. Anim. Sci. 79, 41 – 48.

QUAAS, R. L., ELZO, M. A., POLLAK, E. J. 1985: Analysis of Simmental data: estimation of direkt and maternal (co)variances. J. Anim. Sci. 61, 221. (Abstr.)

RASCH, D., HERRENDÖRFER, G., BOCK, J., BUSCH, K. (Hrsg.), 1978: Verfahrensbibliothek Versuchsplanung und -auswertung. Band I. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

REGE, J. E. O. und FAMULA, T. R., 1993: Factors affecting calving date and its relationship with production traits of Hereford dams. Anim. Prod. 57, 385 – 395.

REYNOLDS, W. L., URICK, J.J., KNAPP, B. W., 1990: Biological type effects on gestation length, calving traits and calf growth rate. J. Anim. Sci. 68, 630 –639.

RITCHIE, H. D. und STROHBEN, D., 1993: Calving difficulty in beef cattle. Cattle producer's library Michigan State University and Iowa State University. In: MÁRQUEZ, A. P., CORREA, A. C., PONCE, J. F., RODRIGUEZ, J. G., FIERRO, F. B., AVENDAÑO, L. R., GONZÁLES, H. G.,GUERRERO, J. N., TREJO, J. C., ALVAREZ, F. R., ESCOBAR, J. D., 2001a: Estimates of genetic parameters of calf birth weight and calving difficulty in Limousin cattle. Proceedings, Western Section, Amer. Soc. Anim. Sci., 52.

ROBEIS, J., **ROSENBERGER, E., DRÖGEMÜLLER, C., 2002**: Genetische Hornlosigkeit beim Fleckvieh. Fleischrinder Journal 4/2002, 12 – 14.

RÖHE, R., KRIETER, J., PREISINGER, R., 2000: Bedeutung der Varianzkomponentenschätzung für die Zucht von landwirtschaftlichen Nutztieren – eine Übersicht. Arch. Tierz., Dummerstorf 43, 523 – 534.

RUTEN, W. und REINHARDT, F., 2003: Zuchtwertschätzung orientiert sich neu. Fleischrinder Journal, 4/2003, 8 – 11.

RUTEN, W. und REINHARDT, F., 2004: Vollständige Leistungserhebung schafft Sicherheit. Fleischrinder Journal, 3/2004, 6 – 7.

SAMBRAUS, H. H., 2001: Atlas der Nutztierrassen, 6. Auflage 2001. Eugen-Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

SAS/STAT User's Guide, Version 8.1, Edition 2001. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SCHMUTZ, S. M., STOOKEY, J. M., WINKELMAN-SIM, D. C., WALTZ, C. S., PLANTE, Y., BUCHAMNAN, F. C., 2001: A QTL Study of cattle behavioral traits in embryo transfer families. J. Hered. 92, 290 – 292.

SCHÜLER, L., SWALVE, H., GÖTZ, K.-U., 2001: Grundlagen der quantitativen Genetik. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.

SINGH, A. R., SCHALLES, R. R., SMITH, W. H., KESSLER, F. B., 1970: Cow weights and preweaning performance of calves. J. Anim. Sci. 31, 27 – 30.

SMITH, G. M., LASTER, D. B., GREGORY, K. E., 1976: Characterization of biological types of cattle. 1. Dystocia and preweaning growth. J. Anim. Sci. 43, 27 – 36.

SMITH, B. A., BRINKS, J. S., RICHARDSON, G. V., 1989: Estimation of genetic parameters among reproductive and growth traits in yearling heifers. J. Anim. Sci. 67, 2886 – 2891.

STAMER, E. und GROTHEER, V., 1998: Zuchtwertschätzung Fleischleistung – Fleischrinder. In: Aktueller Stand und neue Entwicklungen der Zuchtwertschätzung beim Rind. DGFZ-Schriftenreihe, Heft 11, S. 47 – 54.

SPLAN, R. K., CUNDIFF, L. V., VAN VLECK, L. D., 1998: Genetic parameters for sex-specific traits in beef cattle. J. Anim. Sci. 76, 2272 – 2278.

STEINE, T. und SEHESTED, E., 1999: Twenty years' experience with simultaneous selection for production and functional traits in Norway. Interbull Bulletin 23, 23 – 28.

SWALVE, H., 1993: Estimation of direct and maternal (co)variance components for growth traits in Australian Simmental beef cattle. J. Anim. Breed. Genet. 110, 241 – 252.

SWALVE, H., 1998: Theoretische Grundlagen der Zuchtwertschätzung. In: Aktueller Stand und neue Entwicklungen der Zuchtwertschätzung beim Rind. DGfZ-Schriftenreihe, Heft 11, 1998.

SWALVE, H. H., 2003: Neue Ansätze in der züchterischen Bearbeitung funktionaler Merkmale. Arch. Tierz., Dummerstorf 46, Sonderheft, 63 – 71.

TIERZUCHTGESETZ (TierZG) i. d. Fassung der Bekanntgabe vom 22.01.1998, BGBl., 1, S. 145.

TRUS, D. und WILTON, J. W., 1988: Genetic parameters for maternal traits in beef cattle. Can. J. Anim. Sci. 68, 119 – 128.

TRAMPLER, W. und JÄGER, E., 1976: Erfahrungen und Probleme einer stationären Eigenleistungsprüfung von Fleischrindern in Niedersachsen. Der Tierzüchter 28, 535 – 536.

VAN RADEN, P. M. und SANDERS, A. H., 2003: Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 86, 1036 – 1044.

VARONA, L., MISZTAL, I., BERTRAND, J. K., 1999: Threshold-linear versus linear-linear analysis of birth weight and calving ease using an animal model: I. Variance Component Estimation. J. Anim. Sci. 77, 1994 – 2002.

WEIHER, O., 1994: Zuchtziele und Marketing bei Fleischrindern. Züchtungskunde 66, 471 – 483.

WELLER, J. I., MISZTAL, I., GIANOLA, D., 1988: Genetic analysis of dystocia and calf mortality in Israeli-Holstein by threshold and linear models. J. Dairy. Sci. 71, 2491 – 2501.

WILLHAM, R. L., 1970: Genetic consequences of crossbreeding. J. Anim. Sci. 30, 690 – 693.

WILLHAM, R. L., 1980: Problems in estimating maternal effects. Livest. Prod. Sci. 7, 405 – 418.

WILLIAMS, A. R., FRANKE, D. E., SAXTON, A. M., TURNER, J. W., 1990: Two-, three- and four-breed rotational crossbreeding of beef cattle: Reproductive traits. J. Anim. Sci. 68, 1536 – 1546.

WOLF, J. und HERRENDÖRFER, G., 1993: Betrachtungen zur Definition von Kreuzungsparametern. Arch. Tierz., Dummerstorf 36, 663 – 667.

WOLFOVÁ, M., PŘIBYL,J., WOLF, J., ZAHRÁDKOVÁ, R., 2006: Effect of subsidy regimes on economic values of functional traits in beef cattle breeding. J. Anim. Breed. Genet. 123, 97 – 104.

WOODWARD, B. W., POLLAK, E. J., QUAAS, R. L., 1992: Parameter estimation for carcass traits including growth information of Simmental beef cattle using Restricted Maximum Likelihood with a multiple-trait model. J. Anim. Sci. 70, 1098 – 1109.

WRIGHT; H. B., POLLAK, E. J., QUAAS, R. L., 1987: Estimation of variance and covariance components to determine heritabilities and repeatability of weaning weights in American Simmental cattle. J. Anim. Sci. 65, 975 – 981.

8.2 Internetquellen

ADR, 2005 und 2006: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. Ergebnis der ADR-Rasseschätzung 2004 und 2005 (einschl. weiter zurückliegender Jahre bis 2000) unter http://www.adr-web.de ff.; 07.09.2005 und 02.05.2006.

BDF, 2001 bis 2007: Bundesverband Deutscher Fleischrinderzüchter und –halter e. V. Statistische Jahresberichte 2000 bis 2007 unter http://www.bdf-web.de ff; 16.05.2007.

BDF, 2007: Bundesverband Deutscher Fleischrinderzüchter und –halter e. V. Statistischer Jahresbericht 2006 unter http://www.bdf-web.de ff; 16.05.2007.

BUNDESVERBAND DEUTSCHER ANGUSHALTER e. V., 2005: Die Rasse unter http://www.angus-bundesverband.de ff.; 27.01.2005.

VERBAND DEUTSCHER CHAROLAIS ZÜCHTER, 2002 und 2003: Maßgaben des Verbandes und Beschlüsse auf den Zuchtleitertagungen vom November 2002 und Juni 2003 unter http://www.charolais-zuechter.de ff.; 27.01.2005.

BDG 2001: Bundesverband Deutscher Galloway-Züchter e. V. Rassebeschreibung, neu gefasst am 09. November 2001 im Auftrag der BDG-Mitgliederversammlung unter http://www.galloway-deutschland.de ff.; 27.01.2005.

BUNDESVERBAND DEUTSCHER LIMOUSIN-ZÜCHTER, 2005: Rassebeschreibung unter http://www.limousinzuchtverband.de ff.; 27.01.2005.

SEELAND, G. und BAUDISCH, A., 1994: http://edoc.hu-berlin.de/e_rzm/8/klaembt-egbert-1994-10-01/PDF/2.pdf; 19.04.2006.

VIT, 2001 bis 2007: VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w. V, Jahresberichte für die Berichtszeiträume 2000 bis 2006 unter http://www.vit.de ff.; 10.04.2006.

VIT, 2006: VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w. V, Zuchtwert-schätzung Fleischrinder unter http://www.vit.de ff.; 13.10.2006.

VIT, 2007: VEREINIGTE INFORMATIONSSYSTEME TIERHALTUNG w. V, Zuchtwert-schätzung Fleischrinder unter http://www.vit.de ff.; 17.05.2007.

9 Anhang

Tab. 9.1: Hersteller und Zusammensetzung des verabreichten Mineralfutters

Bezeichnung	Vogelsberg Min R 20/4 Mineralfutter für Rinder
Hersteller	Raiffeisen Vogelsberg GmbH, 36341 Lauterbach
Gehalt an Inhaltsstoffen	20,00 % Calcium 4,00 % Phosphor 10,00 % Natrium 5,00 % Magnesium
Zusatzstoffe je kg Mischfutter	1.000.000 IE Vitamin A (IE = Internationele Einheiten) 125.000 IE Vitamin D3 1.000 mg Vitamin E 1.350 mg Kupfer/Kupfer(II)sulfat Pentahydrat 8.000 mg Zink/Zinksulfat Monohydrat 4.000 mg Mangan/Mangan(II)sulfat Monohydrat 50 mg Kobalt Kobalt(II)sulfat Monohydrat 125 mg Jod/Calciumjodat wasserfrei 60 mg Selen/Natriumselenit
Zusammensetzung	43,47 % Calciumcarbonat 25,44 % Natriumchlorid 10,00 % Dicalciumphosphat (mineralisch) 8,90 % Magnesiumoxyd 8,80 % Monocalciumphosphat
Fütterungshinweis	Dieses Mineralfutter darf wegen des gegenüber Alleinfuttermitteln höheren Gehaltes an Vitamin D3 und Spurenelementen nur an Rinder bis zu 0,8 % der Tagesration verfüttert werden.
Fütterungsempfehlung	Ca : P-Verhältnis 5,0:1 Täglich 100 bis 250 g bei Mischrationen Gras-/Maissilage
Bemerkung	Dieses Futtermittel erfüllt alle Qualitätssicherungsanforderungen.

Tab. 9.2: Hersteller und Zusammensetzung der verwendeten Mineralleckst

Bezeichnung	Leckstein plus (10 kg) Ergänzungsfuttermittel für Rinder, Pferde, Schafe, Ziegen und Wild	Mineralleckstein (10 kg)
Hersteller	Josera Tierernährung 63924 Kleinheubach	Deutsche Raiffeisen-Warenzentrale 60323 Frankfurt am Main
Inhaltsstoffe	38,0 % Natrium	37,0 % Natrium 0,2 % Magnesium
Zusammensetzung	98,0 % Natriumchlorid 2,0 % Zusatzstoffvormischung	Natriumchlorid, Spurenelementvormischung
Gehalte an Zusatzstoffen je kg	6.000 mg Zink als Zinkoxid 4.000 mg Mangan als Mangan-(II)-oxid 100 mg Jod als Kaliumjodid 20 mg Kobalt als basisches Kobalt-(II)-carbonat, Monohydrat 20 mg Selen als Natriumselenit	830 mg Mangan 810 mg Zink 100 mg Jod 18 mg Kobalt 10 mg Selen
Fütterungsempfehlung	Dieses Ergänzungsfuttermittel darf wegen der gegenüber Alleinfuttermitteln höheren Gehalte an Spurengehalten nur an Rinder, Pferde, Schafe, Ziegen und Wild bis zu 1 v. H. der Tagesration verfüttert werden.	Gegenüber Alleinfuttermitteln darf dieses Ergänzungsfuttermittel wegen der höheren Gehalte an Spurenelementen an die Tiere bis zu 1,0 % der Tagesration verfüttert werden.
Bemerkung	Gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 im ökologischen Landbau verwendbar (DE-006-Öko-Kontrollstelle).	-

Tab. 9.3: Einsatzdauer und Anzahl Nachkommen der eingesetzten Dt. Angusbullen in den Zuchtjahren 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Name	Lebensohrmarke	Einsatzdauer	Anzahl Nachkommen	
			1997/98 bis 2001/02	2002/03 und 2003/04
Carl	DE 06 651 31912	2001/02 bis 2003/04	27	42
Claudius	DE 72 000 74531	1997/98 bis 2001/02	128	
Curd	DE 06 651 34003	2003/04		25
Heino	DE 03 403 86055	1997/98 bis 1999/00	90	
Hiro	DE 06 651 23113	2000/01 bis 2001/02	52	
Pamtera	DE 03 401 18479	1997/98 bis 2003/04	152	46
Pan	DE 09 104 61038	2001/02 bis 2003/04	36	55
Papst	DE 09 317 69729	2001/02 bis 2002/03	15	21
Pauker	DE 06 650 94128	1997/98 bis 2001/02	125	
Vollkorn	DE 06 651 18486	1997/98 bis 2000/01	120	
			∑ 745	∑ 189

Tab. 9.4: Einsatzdauer und Anzahl Nachkommen der eingesetzten Dt. Fleckviehbullen in den Zuchtjahren 1997/98 bis 2001/02 sowie 2002/03 und 2003/04

Name	Lebensohrmarke	Einsatzdauer	Anzahl Nachkommen	
			1997/98 bis 2001/02	2002/03 und 2003/04
Habsburg	DE 06 651 24735	2000/01 bis 2003/04	40	60
Herkan	DE 15 002 44225	1997/98 bis 1999/00	77	
Honannes	DE 09 802 32295	1997/98 bis 2002/03	132	24
Mambo	DE 09 323 18461	2000/01 bis 2003/04	48	78
Matze	DE 15 002 58855	1997/98 bis 2001/02	102	
Max	DE 06 651 47511	2003/04		27
Paros	DE 05 768 39147	1997/98 bis 2002/03	108	18
Piro	DE 06 616 87502	2003/04		31
Poker	DE 09 303 36668	1999/00 bis 2003/04	73	74
Theo	DE 77 000 60280	1997/98 bis 1998/99	49	
			∑ 629	∑ 312

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen der durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Untersuchungen des Sonderforschungsbereichs 299 – Landnutzungskonzepte für periphere Regionen, Teilprojekt C 1.2: Nutzung funktionaler Merkmale in der Rinder- und Schafzucht für extensive Haltungsverfahren unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten.

Ohne die tatkräftige Unterstützung der gesamten Mannschaft des Lehr- und Versuchsbetriebs Rudlos wären die umfangreichen Untersuchungen und der Datentransfer nicht möglich gewesen. Herrn Dipl.-Ing. agr. Hubertus Frhr. v. Schnurbein, den beiden Versuchstechnikern Herrn Jörg Bönsel und Herrn Hans Ludwig und allen weiteren Mitarbeitern und Auszubildenden sowie den Damen Barbara Döring und Lore Döring im Büro gebührt mein anerkennender Dank für die beständige Bereitschaft zur Zu- und Mitarbeit.

Ein ganz persönliches und herzliches Dankeschön für die Unterstützung in allen wissenschaftlichen und nicht wissenschaftlichen Fragen und Problemen gebührt Herrn apl. Prof. Dr. Horst Brandt. *„Danke lieber Horst!“*

Herrn Prof. Dr. Dr. Matthias Gauly danke ich recht herzlich für die Übernahme des Zweitgutachters und für seine stets gewährte unkomplizierte Unterstützung in den letzten Korrekturen der Arbeit. *„Danke Matthias!“*

Herrn Prof. Dr. Georg Erhardt danke ich für die Bereitstellung des Themas und die lehrreiche Zeit am Institut.

Herr Andreas Kaletsch war mir von Beginn an eine geduldige Unterstützung in EDV-Fragen, insbesondere im Zusammenhang mit dem Aufbau der Datenbank für die Mutterkuhherde Rudlos.

Bei allen Kolleginnen und Kollegen auf der Lehr- und Forschungsstation am Oberen Hardthof und am Institut in der Ludwigstraße möchte ich mich für das angenehme Miteinander in Forschung und Lehre ganz herzlich bedanken!

Das Korrekturlesen des Manuskripts übernahm mein Bruder, Herr Dr. Marc Müllenhoff. Das Summary überprüfte Herr Christopher Husband. Auch diese beiden Herren waren mir eine wertvolle Hilfe.

Lebenslauf

Persönliche Daten	
Name:	Anja Müllenhoff
Anschrift:	Hauptstraße 7 D-59269 Beckum (Westf.) Telefon: 00 49 (0) 25 25 / 78 79 45
Geburtsdatum:	11.01.1976
Geburtsort:	Korbach
Familienstand:	ledig
Ausbildung	
Grundschule:	1982 – 1986; Westwallschule Korbach
Gymnasium:	1986 – 1995; Alte Landesschule Korbach, Abitur im Sommer 1995
Lehre:	1995 – 1998; Berufsausbildung zur Bereiterin (FN), Abschluss-prüfung abgelegt am 26.06.1998 an der Deutschen Reitschule im Nordrhein-Westfälischen Landgestüt in Warendorf
Universität	WS 1998/1999 – SS 2002; Diplomstudiengang der Agrarwissen-schaften, Fachrichtung Tierproduktion an der Justus-Liebig-Universität, Gießen 12/2002 – 09/2006 Promotionsstudentin am Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität, Gießen, AG Prof. Dr. Georg Erhardt, 01.03.2003 bis 30.06.2003 beschäftigt als wissenschaftliche Hilfskraft; 01.07.2003 bis 30.09.2006 beschäftigt als wissenschaftliche Mitarbeiterin
Berufliche Tätigkeiten	
seit 02/2007:	Angestellt als Assistentin des Inhabers bei der Firma Agrarboden Land- und Forstgütervermittlung in Beckum (Westf.)

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Beckum, 28. Januar 2008

Anja Müllenhoff

édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5240-4