

Einfluss der Kreuzung von Deutschen Holsteins und  
Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung, Milchquali-  
tät und allgemeine Gesundheitsmerkmale in einem  
automatischen Melksystem

Verena Schichtl

Aus dem Institut für Tierzucht  
Lehrstuhl für Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Dr. Martin Förster

Angefertigt unter der Leitung von:

PD Dr. Armin M. Scholz

(Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim)

Einfluss der Kreuzung von Deutschen Holsteins und  
Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung, Milchqualität  
und allgemeine Gesundheitsmerkmale in einem  
automatischen Melksystem

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Verena Schichtl  
aus Reichersbeuern

München, 2007

Gedruckt mit Genehmigung  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-  
Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Priv. Doz. Dr. Scholz

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Mansfeld

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

## A Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AMS	Automatisches Melksystem
BS	Brown Swiss
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
d. h.	das heißt
DH-FV	Kreuzung Deutsche Holstein-Vater x Deutsche Fleckvieh-Mutter
DH	Deutsche Holsteins
FV-DH	Kreuzung Deutsche Fleckvieh-Vater x Deutsche Holstein-Mutter
FV	Fleckvieh
GLM	General-Linear-Modell
GnRH	Gonadotropes Hormon
HF	Holstein-Friesian
I.E.	Internationale Einheit
J	Jersey
KB	künstliche Besamung
kg	Kilogramm
Lakt.	Laktation
LH	luteinisierendes Hormon
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung
LSMEAN	Least squares means (kleinste Quadrate Mittelwerte)
LVG	Lehr- und Versuchsgut
max.	maximal
min.	minimal
Min.	Minute
mS / cm	Millisiemens / cm
NEB	Nettoenergiebilanz
Nr.	Nummer
p. p.	post partum
RHF	Red-Holstein-Friesian

RH	Red-Holstein
S.	Seite
SQL	Structured Query Language → deklarative Datenbanksprache für relationale Datenbanken
Stabw.	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
TMR	Total-Mixed-Ratio (oder Totale Mischratio)
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
Vol.	Volume
z. B.	zum Beispiel
ZKZ	Zwischenkalbezeit

## B Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tab. 1: Leistung pro Laktation (Brade, 2004) .....	17
Tab. 2: Milchmenge und Fettmenge für Tiere der Rassen Holstein-Friesian, Jersey und deren Kreuzungen in extensiver Weidehaltung (Ahlborn-Breier und Hohenboken, 1991) .....	18
Tab. 3: Vorläufige Ergebnisse der Kreuzung Rotbunte Holstein-Friesian mit Fleckvieh (Averdunk et al., 1994) .....	19
Tab. 4: Vergleich der F1-Generation der Kreuzung Holstein x Jersey mit der Gesamtviehpopulation im Hinblick auf die Milchinhaltstoffe (Brade, 2004) .....	22
Tab. 5: Vergleich der Ostdeutschen Schwarzbunten Milchrinder mit den Westdeutschen HF (Meyer et al., 1991) .....	23
Tab. 6: Abgänge in Abhängigkeit vom Herdenniveau (VIT, 2005) .....	41
Tab. 7: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die Roboterauswertung .....	46
Tab. 8: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die LKV-Tagesprüfung .....	47
Tab. 9: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die LKV-Laktationsleistung .....	47
Tab. 10: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die Fruchtbarkeitsauswertung .....	47
Tab. 11: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die Auswertung der Behandlungen .....	47
Tab. 12: Erstkalbealter-Klassen .....	54
Tab. 13: Laktationsstadien-Klassen .....	55
Tab. 14: Gemelkszahl-Klassen .....	55
Tab. 15: Saison-Klassen .....	55
Tab. 16: Zeitabstand-Klassen .....	56
Tab. 17: Milchmenge / Gemelk-Klassen .....	56
Tab. 18: Tagesleistung Roboter-Klassen .....	57
Tab. 19: Laktationsdauer-Klassen .....	57
Tab. 20: Leichtkalbigkeit (Grupp, 2003) .....	116
Tab. 21: Einfluss der Rasse auf die Abkalbeergebnisse (LKV, 2001) .....	117
Tab. 22: Medikamentenverbrauch je nach Diagnose .....	139
Tab. 23: Tagesmilchleistung in Liter .....	153
Tab. 24: Milchmenge / Gemelk in Liter .....	153
Tab. 25: Milchfluss in Liter/Minute .....	153
Tab. 26: Melkdauer in Sekunden, linkes Vorderviertel .....	153
Tab. 27: Melkdauer in Sekunden, linkes Hinterviertel .....	154
Tab. 28: Melkdauer in Sekunden, rechtes Vorderviertel .....	154
Tab. 29: Melkdauer in Sekunden, rechtes Hinterviertel .....	154
Tab. 30: Leitfähigkeit in mS / cm, linkes Vorderviertel .....	154
Tab. 31: Leitfähigkeit in mS / cm, linkes Hinterviertel .....	155
Tab. 32: Leitfähigkeit in mS / cm, rechtes Vorderviertel .....	155
Tab. 33: Leitfähigkeit in mS / cm, rechtes Hinterviertel .....	155
Tab. 34: Tagesmilchleistung aus den LKV-Daten in kg (korrigiert für Fett- und Eiweißgehalt) .....	155
Tab. 35: Tagemilchleistung aus LKV-Daten in kg (unkorrigiert) .....	156

Tab. 36: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten.....	156
Tab. 37: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten.....	156
Tab. 38: Harnstoffgehalt in mg / dl.....	156
Tab. 39: Zellzahl / ml.....	157
Tab. 40: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten .....	157
Tab. 41: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten .....	157
Tab. 42: Fettlaktationsleistung in kg.....	157
Tab. 43: Eiweißlaktationsleistung in kg .....	158
Tab. 44: Laktationsleistung Milch in kg (korrigiert für Fett- und Eiweißgehalt).....	158
Tab. 45: Laktationsleistung Milch in kg (unkorrigiert) .....	158
Tab. 46: Zwischenkalbezeit in Tagen .....	159
Tab. 47: Güstzeit in Tagen.....	159
Tab. 48: Rastzeit in Tagen .....	159
Tab. 49: Verzögerungszeit in Tagen.....	160
Tab. 50: Erstbesamungserfolg in Prozent .....	160
Tab. 51: Konzeptionsrate in Prozent.....	160
Tab. 52: Trächtigkeitsindex .....	161
Tab. 53: Besamungsindex.....	161
Tab. 54: Erstkalbealter in Tagen.....	161
Abb. 1: Tagesmilchmenge in Litern .....	66
Abb. 2: Milchmenge / Gemelk in Litern.....	67
Abb. 3: Milchfluss in Litern/Minute.....	68
Abb. 4: Melkdauer in Sekunden, linkes Vorderviertel .....	69
Abb. 5: Melkdauer in Sekunden, linkes Hinterviertel .....	69
Abb. 6: Melkdauer in Sekunden, rechtes Vorderviertel .....	70
Abb. 7: Melkdauer in Sekunden, rechtes Hinterviertel .....	70
Abb. 8: Leitfähigkeit in mS / cm, linkes Vorderviertel .....	71
Abb. 9: Leitfähigkeit in mS / cm, linkes Hinterviertel .....	71
Abb. 10: Leitfähigkeit in mS / cm, rechtes Vorderviertel .....	72
Abb. 11: Leitfähigkeit in mS / cm, rechtes Hinterviertel.....	72
Abb. 12: Tagesmilchleistung aus LKV-Daten in kg (korrigiert auf Fett- und Eiweißgehalt).....	73
Abb. 13: Tagesmilchleistung aus LKV-Daten in kg (unkorrigiert).....	74
Abb. 14: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten .....	74
Abb. 15: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten .....	75
Abb. 16: Harnstoffgehalt in mg / dl.....	76
Abb. 17: Zellzahl / ml .....	77
Abb. 18: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten.....	78
Abb. 19: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten.....	79
Abb. 20: Fettlaktationsleistung in kg.....	80
Abb. 21: Eiweißlaktationsleistung in kg.....	81
Abb. 22: Laktationsleistung Milch in kg (korrigiert auf Fett- und Eiweißgehalt).....	82
Abb. 23: Laktationsleistung Milch in kg (unkorrigiert) .....	83
Abb. 24: Zwischenkalbezeit in Tagen .....	85
Abb. 25: Güstzeit in Tagen .....	86
Abb. 26: Rastzeit in Tagen .....	87
Abb. 27: Verzögerungszeit in Tagen .....	88
Abb. 28: Konzeptionsrate in %.....	89

Abb. 29: Erstbesamungserfolg in % .....	90
Abb. 30: Trächtigkeitsindex .....	91
Abb. 31: Besamungsindex .....	92
Abb. 32: Erstkalbealter in Tagen .....	92
Abb. 33 und 34: Häufigkeiten von Erkrankungen/Diagnosen bezogen auf Anzahl Tiere pro Gruppe .....	97
Abb. 35 und 36: Anteil der Erkrankungen/Diagnosen nach Organsystemen an allen Erkrankungen aufgeteilt nach Genotypen.....	98
Abb. 37, 38, 39 und 40: Medikamenteneinsatz in Prozent auf Anzahl Tiere je Genotyp bezogen (Medikament 1).....	148
Abb. 41 und 42: Medikamenteneinsatz in Prozent auf Anzahl Tiere je Genotyp bezogen (Medikament 2) .....	151
Abb. 43: Medikamenteneinsatz in Prozent auf Anzahl Tiere je Genotyp bezogen (Medikament 3).....	152



## C Inhaltsverzeichnis

<b>A</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	I
<b>B</b>	<b>Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen</b> .....	III
<b>C</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	VI
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Literatur</b> .....	4
2.1	Allgemeines .....	4
2.2	Milchleistung und Inhaltsstoffe .....	9
2.2.1	Rassenvergleich .....	9
2.2.2	Tagesmilchmenge .....	13
2.2.3	Milchmenge / Gemelk .....	15
2.2.4	Milchfluss, Melkdauer, Melkbarkeit .....	15
2.2.5	Leitfähigkeit.....	16
2.2.6	Laktationsleistung.....	17
2.2.7	Fettgehalt .....	20
2.2.8	Fettleistung pro Laktation.....	23
2.2.9	Eiweißgehalt .....	24
2.2.10	Eiweißleistung pro Laktation.....	26
2.2.11	Harnstoffgehalt .....	26
2.2.12	Zellzahl .....	28
2.3	Fruchtbarkeitsdaten.....	31
2.3.1	Allgemeines .....	31
2.3.2	Zwischenkalbezeit .....	34
2.3.3	Güstzeit .....	36
2.3.4	Rastzeit.....	36
2.3.5	Verzögerungszeit .....	37
2.3.6	Erstbesamungserfolg.....	38
2.3.7	Konzeptionsrate .....	38
2.3.8	Trächtigkeitsindex .....	38
2.3.9	Besamungsindex .....	39

2.3.10	Erstkalbealter .....	40
2.4	Gesundheit / Behandlungen .....	41
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>46</b>
3.1	Ort .....	46
3.2	Zeitraum .....	46
3.3	Tiere .....	46
3.4	Haltung .....	48
3.5	Melken .....	49
3.6	Stallarbeit .....	49
3.7	Brunstbeobachtung und Besamung .....	50
3.8	Trockenstellen .....	50
3.9	Fütterung .....	51
3.10	Melkroboter .....	52
3.11	Statistische Methoden .....	54
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>66</b>
4.1	Melkroboterdaten .....	66
4.1.1	Tagesmilchleistung .....	66
4.1.2	Milchmenge pro Gemelk .....	67
4.1.3	Milchfluss .....	68
4.1.4	Melkdauer .....	69
4.1.5	Leitfähigkeit .....	71
4.2	LKV-Daten .....	73
4.2.1	LKV- Prüftagesleistung .....	73
4.2.1.1	Tagesmilchleistung .....	73
4.2.1.2	Fettgehalt in Prozent .....	74
4.2.1.3	Eiweißgehalt in Prozent .....	75
4.2.1.4	Harnstoff .....	76
4.2.1.5	Zellzahl .....	77
4.2.2	LKV-Laktationsdaten .....	78
4.2.2.1	Fettgehalt in Prozent .....	78
4.2.2.2	Eiweißgehalt in Prozent .....	79
4.2.2.3	Fettmenge in kg .....	80
4.2.2.4	Eiweißmenge in kg .....	81

4.2.2.5	Milchleistung (korrigiert für Fett- und Eiweißgehalt) .....	82
4.2.2.6	Milchleistung unkorrigiert .....	83
4.3	Fruchtbarkeit .....	84
4.3.1	Zwischenkalbezeit .....	84
4.3.2	Güstzeit .....	85
4.3.3	Rastzeit.....	86
4.3.4	Verzögerungszeit .....	87
4.3.5	Konzeptionsrate .....	88
4.3.6	Erstbesamungserfolg.....	89
4.3.7	Trächtigkeitsindex .....	90
4.3.8	Besamungsindex .....	91
4.3.9	Erstkalbealter .....	92
4.4	Gesundheit .....	93
4.4.1	Atmungsapparat .....	93
4.4.2	Bewegungsapparat .....	93
4.4.3	Euter.....	93
4.4.4	Geburtshilfe .....	94
4.4.5	Gynäkologie.....	94
4.4.6	Haut, Unterhaut, Haare .....	95
4.4.7	Hörner, Schwanz.....	95
4.4.8	Infektionskrankheiten .....	95
4.4.9	Klauen.....	95
4.4.10	Kreislaufapparat und Blut.....	95
4.4.11	Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten .....	95
4.4.12	Verdauungsapparat (Magen- und Darmtrakt).....	96
4.4.13	ZNS, Sinnesorgane, Verhalten.....	96
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>99</b>
5.1	Roboterdaten.....	99
5.1.1	Durchschnittliche Tagesmilchleistung.....	99
5.1.2	Milchmenge pro Gemelk .....	99
5.1.3	Milchfluss und Melkdauer .....	100
5.1.4	Leitfähigkeit.....	101

5.2	LKV-Prüfung .....	101
5.2.1	Tagesmilchmenge laut LKV-Prüfung .....	101
5.2.2	Fettgehalt laut LKV-Prüfung .....	102
5.2.3	Eiweißgehalt laut LKV-Prüfung .....	102
5.2.4	Harnstoffgehalt .....	102
5.2.5	Zellzahl .....	103
5.3	LKV-Laktationsdaten .....	104
5.3.1	Fettgehalt aus LKV-Laktationsdaten .....	104
5.3.2	Eiweißgehalt aus LKV-Laktationsdaten .....	105
5.3.3	Fettmenge pro Laktation .....	106
5.3.4	Eiweißmenge pro Laktation .....	106
5.3.5	Laktationsleistung Milch .....	107
5.4	Fruchtbarkeit .....	108
5.4.1	Zwischenkalbezeit .....	108
5.4.2	Güstzeit .....	109
5.4.3	Rastzeit .....	110
5.4.4	Verzögerungszeit .....	111
5.4.5	Erstbesamungserfolg .....	111
5.4.6	Konzeptionsrate .....	112
5.4.7	Trächtigkeitsindex .....	112
5.4.8	Besamungsindex .....	113
5.4.9	Erstkalbealter .....	114
5.5	Gesundheit / Behandlungen .....	115
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerung</b> .....	<b>121</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>122</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>126</b>
<b>9</b>	<b>Anhang / Tabellen</b> .....	<b>137</b>

# 1 Einleitung

Seit ca. 50 Jahren gehen die Zuchtziele in der Rinderzucht in zwei entgegen gesetzte Richtungen. Auf der einen Seite steht die reine Fleischrinderzucht, auf der anderen Seite die Zucht nach Milchleistung auf höchstem Niveau. In Europa gibt es noch eine Nische für Zweinutzungsrasen.

Geißler (1982) stellte fest, dass in Europa eine reine Fleischproduktion ohne Milchproduktion aufgrund der zu teuren Grundfutterproduktion auf breiter Ebene nicht rentabel ist und daher weiterhin ein großer Anteil der Fleischproduktion von Zweinutzungsrasen übernommen wird. Laut Geißler wurden schon seit einigen Jahren die eher milchbetonten Zweinutzungsrasen Schwarzbunt und Braunvieh mit Holstein-Friesian- bzw. Brown-Swiss-Bullen veredelt.

Dabei wurde die Milch- und Fettleistung betont und Eutersitz, Melkbarkeit sowie Frühreife verbessert. Das Gewicht der Kreuzungskühe blieb bei etwas größere Widerristhöhe und geringerer Brust- und Beckenbreite annähernd erhalten (Geißler, 1982). In den siebziger Jahren wurden die alten Rotbunten auf Red Holstein umgezüchtet. Man war der Meinung, dass von einer geringeren Bemuskelung ein positiver Einfluss auf die Milchleistung ausgeht (Milchcharakter). Dies war v. a. dem Marketing aus der Holstein-Friesian-Zucht zu verdanken. Aber auch die HF-Zucht wurde Opfer bestimmter Merkmale und braucht heutzutage selbst die Zufuhr „fremder Gene“. Die „feinen / scharfen“ Tiere zeigen eine erhöhte Anfälligkeit für Stoffwechsel- und Euterprobleme. Die Mastfähigkeit sinkt, somit auch der Schlachterlös. Die Doppelnutzungskomponente Fleisch liegt daher bei Null. Dieser Verlust kann durch die gesteigerte Milchleistung allerdings nicht komplett aufgefangen werden. In den USA versucht man daher die Einkreuzung von Jersey, in Europa die Einkreuzung von Fleckvieh. Durch die Einkreuzung von Fleckvieh nehmen die Bemuskelung und damit die Mastfähigkeit ebenso wie die Stoffwechselstabilität und die Eutergesundheit zu (Grupp, 2001 b).

In den letzten 50 Jahren war eine fast grenzenlose „Milchsteigerung“ in der Rasse Holstein-Friesian zu beobachten. Weitere Leistungssteigerungen sind zwar möglich, aber mit möglichen negativen wirtschaftlichen Effekten verbunden. Abstriche in der Fruchtbarkeit, dem Kalbeverlauf, der Remontierung, im Fundament, im Stoffwechsel, der Milchqualität und bei den Inhaltsstoffen müssen dafür hingenommen werden (Grupp, 2001 a).

Lange Zeit wurde in der Milchrinderzucht fast nur auf Milchleistungsmerkmale gezüchtet. Nur das Fundament, das Euter und die Größe der Tiere wurden noch berücksichtigt. Es gibt in der Milchviehzucht eine hohe Verwandtschaft zwischen den Tieren. Dadurch ist das Inzuchtniveau in der Milchrinderzucht sehr hoch (Weigel and Barlass, 2003). Laut van Raden (1992) haben insgesamt 84,7 % aller Kühe, die nach 1987 geboren wurden, einen Inzuchtkoeffizienten von über 0 %.

Daher ist es an der Zeit, umzudenken, da inzwischen in der Milchviehzucht die Lebensleistung sinkt, Fitnessprobleme aber zunehmen (Kräußlich, 2002).

Einen Ausweg stellt die Kreuzungszucht dar. Als Zuchtziele neben der Leistung müssen außerdem das äußere Erscheinungsbild, der Zellgehalt der Milch (SCS) und die produktive Lebenslänge (Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit) betrachtet werden (Hansen, 2000). Als Lösungsansatz kommt eine ganzheitliche Betrachtung von Typ und Leistung ins Spiel. Eine hohe Milchleistung mit gleichzeitig guter Fitness wird gefordert. Dies ist möglich durch die Nutzung der Heterosis aufgrund der relativ großen Unterschiede bei der Kreuzung von Fleckvieh und HF (Grupp, 2001 a).

Erhöhte Aufmerksamkeit sollte auf Gesundheit und Fruchtbarkeit gelegt werden. Durch Kreuzung können die hervorragenden Eigenschaften der Elternrassen kombiniert werden. Außerdem kann die Inzuchtdepression teilweise aufgehoben werden. Bei der Kreuzung HF x FV kann neben einer guten Milchleistung auch der Fleischwert erhöht werden. Bei der Kreuzung HF x Jersey erhöhen sich die Inhaltsstoffe in der Milch, auch wird das Risiko von Schweregeburten erniedrigt. Allerdings ist ein gutes Management Voraussetzung für den Zuchterfolg (Weigel, 2003).

Als Zuchtziel wird die „Easy-Handling-Cow“ beschrieben, die nicht nur eine hohe Milchleistung hat, sondern auch eine gute Fruchtbarkeit, gute hygienische Eigenschaften der Milch (geringe Zellzahl, wenig Mastitiden) und Langlebigkeit aufweist. Außerdem spielt die Mast- und Schlachtleistung v. a. der Bullenkälber eine große Rolle (Grupp, 2001 a). Wann macht Kreuzung Sinn? Laut Swan und Kinghorn (1992) dann, wenn der ideale gewünschte Genotyp zwischen zwei Rassen liegt, z. B. wenn der Gehalt an Fett und Eiweiß in der Milch ebenso wichtig ist wie die Milchmenge, da nicht nur nach Menge bezahlt wird. Bei Weidemanagement ist etwa nicht nur die Milchleistung ausschlaggebend, sondern auch die Größe der Tiere und die Hitzeresistenz. Durch Kreuzung kann die Mast- und Schlachtleistung der männlichen Kälber erhöht werden. Es ist ein Versuch, alle genetischen Ressourcen voll auszunützen, Inzuchtprobleme zu

vermeiden und Gesundheit sowie Anpassungsfähigkeit zu steigern. In heißen Klimazonen besitzt man schon positive Erfahrungen mit der Kreuzung von *Bos taurus* x *Bos indicus*. Hauptsächlich die F1-Generation daraus ist an die extremen Bedingungen gut angepasst und kombiniert relativ hohe Milchleistung mit Gesundheit, Stressresistenz, guter Fruchtbarkeit und Langlebigkeit. Allerdings gilt auch hier, dass die F1-Generation die reinrassigen Elterntiere nur übertreffen kann, wenn das Management optimal ist (McDowell et al., 1996).

„Zuchtfortschritt ist an Rahmenbedingungen ausgerichtet“, wenn sich diese ändern, muss sich auch die Zucht ändern, wichtig ist, dies frühzeitig zu erkennen (Kräußlich, 2002).

Welche Ziele werden mit der Kreuzung der beiden Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh verfolgt?

Laut Angaben der Besamungsstation München-Grub ist für die F1-Generation folgende Zielsetzung angezeigt:

- Verbesserung der Substanz und der Bemuskelung der Milchkühe
- Verbesserung der Fitness
- Verbesserung der Qualität der Kälber (Masteigenschaften) und des Kuhtypus
- Reduktion der Mastitisanfälligkeit und des Zellgehalts
- Erhöhung des Eiweißanteils in der Milch

Oberstes Ziel ist, „ein harmonisches F1-Kreuzungstier mit einem Höchstmaß an Heterosis zu züchten, das die Voraussetzungen für ein gutes Wachstum mitbringt... und ein Kalb pro Jahr bringt.“

Folgende Vorteile ergeben sich demnach aus dieser F1-Generation:

- Heterosiseffekte, v. a. in Fitnessmerkmalen
- Hohe Erstlaktationsleistung bei niedrigem Zellgehalt
- Langlebigkeit und gute Gesundheit
- Mastfähigkeit und damit gute Marktgängigkeit der Kreuzungskälber

In der vorliegenden Arbeit werden im Rahmen eines Kreuzungsversuches am Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim die Rassen Deutsche Holsteins, Deutsches Fleckvieh und deren F1-Kreuzungs-Generation verglichen. Dabei werden neben der Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen auch die Fruchtbarkeit und Gesundheitsmerkmale berücksichtigt.

## 2 Literatur

### 2.1 Allgemeines

Es gibt weltweit nur einige wenige Kreuzungsversuche zwischen Milchrinderrassen, im Gegensatz zu den Fleischrinderrassen, bei denen Kreuzungen zwischenzeitlich nicht mehr selten sind. Was ist Kreuzungszucht? Unter Kreuzungszucht versteht man üblicherweise die Paarung von Individuen verschiedener Linien, Rassen oder Populationen. Demgegenüber stehen die Reinzucht-Methoden. Hierbei werden Tiere innerhalb einer Population gepaart (Baumung, 2005).

Welche Ziele werden mit der Kreuzungszucht verfolgt?

Laut Freyer et al. (2005) ist durch Kreuzungszucht eine Steigerung der Gesundheit möglich, indem die genetische Variabilität erhöht wird. Durch Inzucht wird diese Variabilität vermindert, was zu höherer Krankheitsanfälligkeit führen kann. Die physiologische Kraft eines Organismus, ausgedrückt durch Wachstum und Robustheit, ist positiv korreliert mit der Höhe der genetischen Varianz zwischen den Gameten. Das Gegenteil ist die Homozygotie, die wiederum der Hauptgrund für die Inzuchtdepression ist. Inzucht führt zur Reduzierung von ungleichen Allelpaaen. Inzuchtdepression äußert sich in höherer Krankheitsanfälligkeit, verminderter Anpassungsfähigkeit, verminderter Fruchtbarkeit und geringerem Wachstum. Auch Caraviello (2004) kommt zu dem Ergebnis, dass Kreuzungszucht eine Möglichkeit ist, die Milchzusammensetzung zu verbessern, Gesundheit, Fruchtbarkeit und Lebenslänge zu steigern, da die Unterschiede zwischen den Rassen größer sind als innerhalb einer Rasse und zusätzlich die Heterosis genutzt werden kann. In den europäischen Milchrinderrassen steigt die Inzuchtquote um 2-3 % im Jahr. Kreuzungszucht wirkt durch die Heterosis der Inzuchtdepression entgegen. Caraviello (2004) definiert die Heterosis wie folgt:

Der Wert der Heterosis beschreibt die Differenz zwischen dem Durchschnitt der Kreuzungstiere und dem Durchschnitt der beiden Elternrassen. Heterosis ist abhängig von den unterschiedlichen Genfrequenzen zwischen den beiden Elternpopulationen. Heterosis ist maximal, wenn ein Allel fix in einer Population vorkommt, das alternative Allel fix in der anderen Population. Kreuzungen zwischen verschiedenen Teilen einer Population (z. B. Jersey und HF oder Brown-Swiss) zeigen unterschiedliche Heterosisausprägungen, da die Genhäufigkeit in jedem Teil der Population unterschiedlich hoch ist (Caraviello, 2004). Heterosis liegt also vor, wenn Kreuzungsnachkommen in ihren Leistun-



gen vom Mittel der Elternpopulationen abweichen. Eine positive Wirkung der Kreuzung beruht folglich auf nicht-additiven Allelwirkungen (Dominanz und Überdominanz), die sich über etwas höhere Leistungen der Kreuzungsnachkommen aber vor allem höhere Fitness zeigen kann. Heterosis wird oft als Gegenteil der Inzuchtdepression bezeichnet (Baumung, 2005).

Bei der Kreuzungszucht spielen additive und nicht-additive Effekte eine Rolle (individuelle, maternale und paternale Heterosis, cytoplasmatische Effekte). Additive Effekte entstehen aus der Kombination der beiden Elternrassen. Nichtadditive Effekte sind alle Effekte, die darüber hinausgehen und die Elternrassen im Durchschnitt übertreffen. Insbesondere spielen Dominanz (Wechselwirkungen innerhalb eines Locus) und Epistasie (Wechselwirkungen zwischen den Locus) eine Rolle. Durch Kreuzung wird die Heterozygotie erhöht, dadurch die Anpassung verbessert. Die Epistasie als Wechselwirkung zwischen verschiedenen Loci ist in der Reinzucht oft „abgeschaltet“ und wird durch Kreuzung wieder aktiviert, oft mit negativen Auswirkungen, die sich meist aber erst in den nachfolgenden Generationen äußern. Sie ist schwer zu bestimmen. Kreuzungen aus mehreren Rassen erleiden mehr Verluste als 2-Rassen-Kreuzungen durch weniger Interaktionen zwischen den Genen (Swan and Kinghorn, 1992).

Heterosis ist das Ergebnis von dominanten interaktiven und nicht-additiven Geneffekten (Madalena et al. 1990 a). Heterosis lässt sich wie folgt ausrechnen:

$$\text{Heterosis in \%} = (\text{Durchschnitt F1} - \text{Durchschnitt Eltern}) / \text{Durchschnitt Eltern} * 100$$
(Lasley, 1987). Typische Heterosis für die Milchproduktion liegt zwischen 0 -10 % und für die Fruchtbarkeit zwischen 5- 25 % (Swan and Kinghorn, 1992). Heterosis allein scheint in ungünstiger Umwelt einen höheren Effekt zu haben (Madalena et al., 1990 a, Ruvuna et al., 1995). Bei der Kreuzung erhält ein Tier verschiedene Ausprägungen eines Gens (Swan and Kinghorn, 1992). Kreuzungstiere sind den Eltern in einem oder mehreren Merkmalen überlegen.

Epistasie ist die Interaktion von Genen an verschiedenen (Chromosomen-) Loci. Ein Paar Gene kann ein anderes Paar hemmen oder fördern, wobei ein polygenes, quantitatives Merkmal wie z. B. Milchleistung oder Gewicht, wie der Name sagt, von mehreren Genen bestimmt wird (Ruvuna et al., 1995). Als Rekombinationsverluste bezeichnet man Verluste von Epistasie, welche oft bei Kreuzungen unterschiedlicher Rassen in der 2. Generation zu beobachten sind (Swan and Kinghorn, 1992). Dies kann durch Kreuzung

zungen mit nur zwei Rassen vermieden werden, da damit Heterosis und Dominanz zusammenwirken.

Hauptsächlich in Neuseeland sind Kreuzungen von Milchkuhrassen weit verbreitet. Lopez-Villalobos und Garrick (2002) fanden heraus, dass Kreuzungen den wirtschaftlichen Gewinn steigern können, was auch von Van Raden und Sanders (2003) bestätigt wurde. Die Kreuzungen zeigten Merkmalsverbesserungen in Fruchtbarkeit, Gesundheit und Nutzungsdauer.

Mehrere Heterosiseffekte für verschiedene Merkmale können in Kombination zu einer allgemeinen signifikanten „wirtschaftlichen“ Heterosis führen (Touchberry, 1992, McAllister et al., 1994). In den USA werden von den Milchproduzenten v. a. Jersey- und Brown-Swiss Bullen mit Holstein-Friesian-Kühen gekreuzt. Als Ziel gaben die Züchter an, eine Verbesserung der Fruchtbarkeit, der Leichtkalbigkeit, der Langlebigkeit und der Inhaltstoffe der Milch erzielen zu wollen (Weigel and Barlass, 2003). Es ist aber zu beachten, dass Kreuzungszuchtprogramme oft nur kurzfristige Verbesserungen bringen und bestimmte produktionstechnische Voraussetzungen von Nöten sind. Grundvoraussetzung ist ein gutes Management. Der Kuhkomfort und die Fütterung sind genau abzustimmen, Fachpersonal wird benötigt. Außerdem müssen die ökonomischen Bedingungen überprüft werden. Bei der Kreuzung von HF mit Fleckvieh, Jersey oder Brown-Swiss zeigt sich in der F1-Generation eine kurzfristige, heterosisbedingte Überlegenheit gegenüber den Reinzuchttieren, die aber in der F2-Generation und Folgenden sich wieder in eine Verschlechterung verwandelt. Kreuzungen sollten nur unter absolut höchstem Produktionsniveau und unter besten Managementbedingungen durchgeführt werden. Als Ziel wird eine Leistung von 8.500 – 9.000 kg Milch bei 3,4 – 3,5 % Eiweiß pro Kuh genannt (Brade, 2004). Sehr bedeutend für eine erfolgreiche Kreuzungszucht ist der Grundstock der Zucht. Dieser sollte aus hochwertigen, reinrassigen Tieren bestehen, aus denen dann die Kreuzungen für die Produktion gezüchtet werden. Durch die Kreuzung wird die Inzuchtdepression der Reinzuchttiere, die sich in verminderter Fruchtbarkeit, Langlebigkeit, Krankheitsresistenz und Wachstum aufgrund ähnlicher Genkombinationen äußert, aufgehoben. Als größtes Problem, mit dem Kreuzungszüchter zu kämpfen haben, ist die Tradition und das traditionelle Ansehen der Herden zu nennen (Kieler, 2003).

Ein optimales Kreuzungszuchtprogramm gibt es nicht. Es kommt immer auf die gewünschten Ziele an, mit wie vielen Rassen wie gezüchtet werden soll.

In gemäßigten Klimazonen sollten ähnliche Rassen verwendet werden, da ansonsten das Management, etwa im Melkstand, Probleme bereitet, wenn zu große Unterschiede bestehen.

In tropischen Klimazonen, bei denen Hitzeresistenz mit einigermaßen hoher Leistung kombiniert werden soll, ist es sinnvoll, verschiedene Arten zu kreuzen, etwa HF mit Zebu (*Bos taurus* mit *Bos indicus*, Kieler, 2003). Als Kreuzungspartner für HF kommen am ehesten Rassen bzw. Zuchtlinien infrage, für die eine Interbullzuchtwertschätzung (internationale Zuchtwertschätzung) durchgeführt wird. Bis auf die Fleckviehpopulation der Schweiz kommen alle Rassen als Kreuzungspartner für HF in Frage, beim Schweizer FV ist die genetische Distanz zu gering (Kräußlich, 1999).

Am häufigsten verwendete Rassen für die Kreuzung sind HF x Brown Swiss, da sie eine ähnliche Größe aufweisen, und HF x Jersey, um v. a. eine Erhöhung der Inhaltsstoffe und leichtere Abkalbungen zu erreichen (Kieler, 2003). Laut McAllister et al. (1994) sind in den USA nicht einmal 5 % aller Milchkühe keine Holstein-Friesians, da diese mit Abstand die höchste Milchleistung haben. Gründe für die Einkreuzung anderer Rassen gibt es dennoch:

verbesserte Fortpflanzung, Gesundheit und Langlebigkeit. Keines der Kreuzungstiere gibt mehr Milch als reine HF, manche aber zeigen ähnlich hohe Milchleistungen mit Verbesserung anderer Merkmale. Beispielsweise hat die Milch von HF x Jersey einen höheren Fettgehalt als die von reinen HF. Für die Lebensleistung wird eine Heterosis von 15 bis 20 % beschrieben. Eine 2-Rassen-Rotationskreuzung scheint die wirtschaftlichste Form der Kreuzungszucht zu sein. Schon seit langer Zeit ist in der Weizen- sowie auch in der Schweine- und Geflügelproduktion (Eierproduktion bzw. Mast) eine Hybridzucht in Form von Rotationskreuzungen die Regel. Daher gab es schon früh die Überlegung, ob dies auch mit anderen Spezies möglich sei, die ein längeres Generationsintervall aufweisen (Lush, 1994). Mit einer Rotationskreuzung zwischen HF und Jersey lassen sich größere wirtschaftliche Erfolge erzielen als mit Reinzuchttieren (Lopez-Villalobos et al., 2000 b). Bei Zwei- und Dreirassenkreuzungen (Holstein / Jersey / Red Dane / Guernsey) entstehen sehr gute Milchkühe, wenn geprüfte Bullen aus Reinzucht als Deckpartner für Kreuzungstiere verwendet werden (USDA-Crossbreeding-Study, Forman et al., 1954).

Das S-49 Projekt (McDowell, 1982) bearbeitete die Hypothese, ob durch Hybridisation Rinder mit erhöhter Produktivität und Anpassungsfähigkeit geschaffen werden können.

Eine Heterosis für viele Exterieur-Merkmale wurde gefunden. Die Ergebnisse unterstützten die schon vorher von z. B. Forman et al. (1954) gefundenen. Die Illinois-Crossbreeding-Study von 1949 – 1969 (Touchberry, 1970, 1992) untersuchte die Kreuzung Holstein x Guernsey im Hinblick auf die Heterosis der Milchleistung und Milchkomponenten und den Einfluss auf das Überleben, die Fruchtbarkeit und das Wachstum. Vielfältige Vorteile der Kreuzungstiere gegenüber den Reinzuchttieren konnten festgehalten werden. Die Ergebnisse von Lebensdauer, von Wachstum, Milchleistung und Fruchtbarkeit wurden zu einem Index des Einkommens pro Kuh zusammengefasst. Pro Laktation übersteigt dieser Index bei Kreuzungstieren den bei Reinrassigen um 14,9 %, pro Jahr immerhin um 11,4 %.

Laut Madalena et al (1990 b) zeigen sich Kreuzungstiere in Brasilien v. a. unter nicht optimalem Management den Reinzuchttieren überlegen. Die F1-Generation verbringt aufgrund hoher Heterosis auch bei gutem Management eine längere Zeit in der Herde, zeigt eine höhere Produktion und eine bessere Reproduktion. Eine Heterosis von 28 % für die Lakationsleistung wird genannt. Durch Kreuzung von einheimischen Rindern in tropischen Regionen mit europäischen Rinderrassen lässt sich eine Verbindung von Hitzeresistenz, Krankheitsresistenz und Genügsamkeit mit höherer Leistung herstellen. In Neuseeland wird schon seit längerem mit Kreuzungen gearbeitet. Der Anteil von Kreuzungen hauptsächlich zwischen HF und Jersey stieg von 1985 bis 2000 von 18 % auf 42 %, während der Anteil von reinen HF von knapp 60 % auf 45 % fiel, der der Jerseys von 25 auf 15 % (Montgomerie, 2005). Die Milchinhaltsstoffe werden dadurch in größerem Maße erhöht als die Milchleistung. Außerdem steigen die Fruchtbarkeit und die Langlebigkeit an und der SCS (somatic cell score) sinkt. Unter den heutigen Bedingungen in Neuseeland, wo die Milch v. a. nach Inhaltsstoffen bezahlt wird, zeigen sich Kreuzungstiere HF x Jersey den reinrassigen Elterntieren im Profit überlegen. (Lopez-Villalobos et al. 2000 a). In Neuseeland ist die Kreuzung Jersey x HF sehr gebräuchlich. 20 % alle Milchkühe gehören dort dieser Kreuzungen an, in Australien immerhin 5 % (Van Raden and Sanders, 2003).

Kreuzungszucht ist auch üblich in tropischen Klimazonen, in denen die zwar höhere Leistung bringenden, aber nicht an das Klima angepassten europäischen Rassen mit dort heimischen Rassen gekreuzt werden (McDowell, 1982). Bestimmte Kreuzungen sind gewinnträchtiger als reine HF (Touchberry, 1992, McAllister et al., 1994).

Rotationskreuzungsprogramme sind für die kommerzielle Milchproduktion in Neuseeland am profitabelsten (Lopez-Villalobos et al. 2000 a).

## **2.2 Milchleistung und Inhaltsstoffe**

Für die verschiedenen Milcheistungsmerkmale besteht eine gute Möglichkeit der züchterischen Beeinflussbarkeit (Platen, 1997). Die Milchleistung, die Fett- und die Eiweißmenge lassen sich durch Kreuzung der Rassen HF, Jersey und Ayrshire deutlich verbessern (Lopez-Villalobos et al., 2000 b). Die Heterosis für die Mengenmerkmale liegt zwischen 0 – 10 % (Swan and Kinghorn, 1992).

Alle Mengeneigenschaften sind bei den Kreuzungstieren (HF x Fleckvieh) höher als beim Fleckvieh. Trotz der geringeren Konzentration der Milchinhaltsstoffe bei den Kreuzungen wird diese jedoch durch eine höhere Milchleistung überproportional kompensiert, sodass sich absolut höhere Mengen gegenüber dem Fleckvieh ergeben (Buchberger et al., 1986). Dagegen erhöhen sich bei Kreuzungstieren Jersey oder Brown-Swiss x HF die Milchinhaltsstoffe im Vergleich zu den reinrassigen HF (Weigel and Barlass, 2003).

### **2.2.1 Rassenvergleich**

Die Arbeit bezieht sich auf die beiden Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins, daher folgt eine kurze Vorstellung dieser beiden Rinderrassen:

#### **Deutsches Fleckvieh**

Das Fleckvieh ist die in Deutschland (gesamt) am zweitstärksten verbreitete Rinderrasse. Es ist vorwiegend im süd- und mitteldeutschen Raum sowohl in Betrieben mit Weidengang als auch in Betrieben mit ganzjähriger Stallhaltung zu finden. Das Fleckvieh ist ein ausgesprochenes Zweinutzungsrind.

Eine günstige Wirtschaftlichkeit wird erreicht durch großes Aufnahmevermögen von wirtschaftseigenem Futter in Verbindung mit hoher Leistung, regelmäßiger Fruchtbarkeit, Frohwüchsigkeit und Anpassungsfähigkeit. Besonderer Wert wird gelegt auf Rahmen und Bemuskelung, leistungsfähige, gut geformte und straffe Euter sowie korrekte, trockene Gliedmaßen mit festen Klauen.

Als mittlere Jahresleistung werden 7000 kg Milch mit 3,9 % Fett und 3,7 % Gesamteiweiß angestrebt. Die Fleischleistung zeigt Tageszunahmen bei Jungbullen von 1300 g,

einen hervorragenden Schlachtkörperwert durch hohe Schlachtausbeute, einen hohen Fleischanteil und eine vorzügliche Fleischqualität, auch bei hohen Mastendgewichten. Die Widerristhöhe liegt bei ausgewachsenen Bullen zwischen 150 bis 158 cm, bei ausgewachsenen Kühen zwischen 138 bis 142 cm (Stockinger und Zickgraf, 2002).

Laut Brade (2004) sehen die Zuchtziele für die Rasse Fleckvieh wie folgt aus:

- Zweinutzungsrind mit hoher Milch- und Fleischleistung
- Großes Futteraufnahmevermögen
- Hohe Leistung
- Regelmäßige Fruchtbarkeit
- Frohwüchsigkeit
- Anpassungsfähigkeit
- Straffe, gut geformte und leichtmelkbare Euter
- Korrekte, trockene Gliedmaßen mit festen Klauen, beste Bemuskelung, optimaler Rahmen.
- Körpermaße und Gewichte:
  1. Gewicht ausgewachsenen Kuh: 700 bis 850 kg
  2. Widerristhöhe ausgewachsene Kuh: 138 bis 145 cm
  3. Gewicht Bulle: 1.100 bis 1.300 kg
  4. Widerristhöhe Bulle: 148 bis 160 cm
  5. Erstkalbealter: 24 -28 Monate
  6. ZKZ: 365 Tage
  7. Milchleistung: 7.000 kg, 3,9 % Fett, 3,7 % Eiweiß
  8. Geburtsgewicht: 39 / 41 kg

Einer der größten Vorteile der Fleckviehkühe ist der sehr geringe Zellgehalt der Milch im Gegensatz zu allen anderen Rassen (Grupp, 2001 a).

Eine Fleckviehkuh sollte im Schnitt folgende Leistungsmerkmale aufweisen: Pro Jahr das 10-fache an Körpergewicht in kg Milch, 30.000 kg mittlere Lebensleistung, 1.200 kg Fett (4 %), 1.100 kg Eiweiß (3,7 %), Einsatzleistung als Jungkuh: 25 kg, Einsatzleistung beim 2. Kalb: 30 kg, Einsatzleistung beim 3. Kalb: 30 – 35 kg, eine extrem flache Laktationskurve und eine regelmäßige Fruchtbarkeit über mindesten 4 Laktationen mit einer Zielgröße für die Zwischenkalbezeit von 365 Tagen. Wichtig ist, die Jahresleistung und nicht die 305-Tage-Leistung zu betrachten, da diese sehr viel kaschieren kann (Grupp, 2001 a) Die Jahresleistung kann deutlich höher sein als die 305-Tage-Leistung,

da v. a. bei Kühen, die eine längere Zwischenkalbezeit aufweisen, eine Laktation auch länger andauern kann. Die 305-Tage-Leistung wird häufig als die komplette Laktationsleistung betrachtet. Eine Hochleistungskuh, die beispielsweise anfangs Probleme hatte, trächtig zu werden, kann aber durchaus länger als 305 Tage eine hohe Leistung erbringen, da sie ja erst später trocken gestellt wird. Daher ist deren Laktationsleistung auf das Jahr betrachtet höher als wenn nur die 305-Tage-Leistung betrachtet wird. Die 305-Tageleistung ist die für Vergleichszwecke und statistische Analysen definierte Laktationsleistung. Sie wird pro Kuh anhand an 8 bis 11 Tagen in einer Laktation genommener Proben berechnet und schließt die Milchmenge, den Fett- und Proteingehalt sowie die Fett- und Proteinmenge der ersten 305 Laktationstage mit ein. Die Jahresleistung dagegen ist ein Durchschnittswert der gesamten Milchleistung eines Kalenderjahres (365 Tage) in einem Bestand geteilt durch die Anzahl der Kühe dieses Bestandes.

Das Ziel sollte eine Kuh sein, die Gesundheit über mehrere Laktationen vorweisen kann, aus stabilen, exterieurstarken Kuhfamilien stammt und zu überdurchschnittlicher Leistung bei bester Gesundheit, selbst bei suboptimaler Haltung fähig ist. Die Remontierung im Betrieb sollte bei 20 % liegen, nie über 25 % steigen (Grupp, 2001 a).

### **Deutsche Schwarzbunte – Deutsche Holsteins (inklusive Red Holstein)**

Die Schwarzbunten stellen den größten Rasseblock. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich über das ganze Bundesgebiet, vorwiegend jedoch im Norden und Westen. Angestrebt wird die rentable Hochleistungskuh im milchbetonten Typ, die über viele Laktationen nutzbar ist und den jeweiligen Haltungsbedingungen gerecht wird. Angestrebt wird ein genetisches Leistungspotential von über 8000 kg Milch mit einem Fettgehalt von 4,0 % Fett und einem Eiweißgehalt von 3,5 %, auf dessen Verbesserung besonderes Gewicht gelegt werden muss. Ausgewachsene Kühe sollen eine Kreuzhöhe von über 145 cm sowie ein Gewicht von 750 kg erreichen (Stockinger und Zickgraf, 2002).

Auch Brade (2004) nennt Merkmale der optimalen Schwarzbunten Kuh:

- Rentable Leistungskuh
- Milchbetonter Typ
- Großes Futteraufnahmevermögen
- Stabile Gesundheit
- Gute Fruchtbarkeit über viele Laktationen
- Milchleistung: 10.000 kg, 4 % Fett, 3,4 % Eiweiß

- Kreuzbeinhöhe: 145 – 156 cm
- Gewicht 650 – 750 kg
- Korrektes, widerstandsfähiges Fundament
- Gut melkbares Euter, das den Anforderungen moderner Melksysteme entspricht

Anhand der Daten bayerischer Buchführungsbetriebe sind unter derzeitigen Bedingungen zur angemessenen Verwertung der eingesetzten Faktoren Arbeit und Eigenkapital 400.000 kg verkaufte Milch notwendig. Die ökonomischen Zielgrößen sind 7.500 kg (FV) und 8.700 kg (HF). Demnach erreicht die Zweinutzungsrasse das ökonomische Gleichgewicht bei einer um 1.200 kg niedrigeren Jahresleistung als die Milchrasse. Die Differenz Holstein zu Fleckvieh (im Jahr 2000) liegt unter 1.200 kg Milch, sodass diese beiden Rassen unter bayerischen Verhältnissen ökonomisch gleichwertig sind (Kräußlich, 2003) Außerdem ist die Zweinutzungsrasse auch für alle Milcherzeugungssysteme geeignet, als da wären: Ökologischer Landbau, extensive und intensive Verfahren. Als wirtschaftlich überlegen hat sich auch die Kreuzung Jersey-Holstein herausgestellt. Die Zweinutzungskuh bzw. die Gebrauchskreuzung Zweinutzungsbulle x Milchkuh hat nur dort eine Chance, wo mastfähige männliche Nachkommen und besser bemuskelte Schlachtkühe am Markt entsprechend honoriert werden, wie das beim intensiven Verfahren meistens der Fall ist. Auch spricht die Fleckviehkuh auf Totalmischrationen gut an, die Leistungsdifferenz scheint zwischen Fleckvieh- und Holsteinkühen bei TMR-Fütterung verringert (Kräußlich, 2003). Reine Holsteinkühe sind reinen Fleckviehkühen hinsichtlich der Milchleistung um bis zu 60 % überlegen, Kreuzungstiere dieser Rassen übertrafen in der Milchleistung die reinen Fleckviehtiere immerhin auch noch um 34 – 40 % (in auf 3,6 % Fett korrigierter Milchmenge, Dohy, 1975). Meyer et al. (1991) zeigten Milchleistungsdifferenzen zwischen den Rassen SMR (Schwarzbuntes Milchrind), HF und Schwarzbuntes Rind (SR) auf. Die durchschnittliche Milchleistung von HF lag bei 5.539 kg Milch mit 3,92 % Fett, was 215 kg Fett entspricht. In der 1. Laktation wies HF die höchste Milchproduktion auf. SMR gab 384 kg mehr Milch und 27 kg mehr Fett und Eiweiß als SR, aber 913 kg weniger Milch und 51 kg weniger Fett und Eiweiß als die HF. In der 2. Laktation gab HF durchschnittlich 1.301 kg mehr Milch, 39 kg mehr Fett und 29 kg mehr Eiweiß als SR. Ähnliche Unterschiede ergaben sich für HF und SMR. Zwischen HF und den anderen beiden Rassen gab es eindeutige Differenzen, SMR und SR waren nahezu gleich, nur der Eiweißgehalt von SR war höher,



vereinzelt auch der Fettgehalt. In Bezug auf den Leistungsanstieg von der 1. auf die 2. Laktation verkraftet SR die Stoffwechselbelastung am besten. SR zeigt mit 1.375 kg Milch, 63 kg Fett und 54 kg Eiweiß den höchsten Leistungszuwachs.

Die Zucht sollte nicht mehr nur in Richtung hohe Milchleistung gehen, sondern auch die Fitness der Kühe einbeziehen. Ziel ist eine hohe Milchleistung bei gleichzeitig besser Gesundheit und langer Lebensdauer der Kühe. Durch die starke Auseinanderentwicklung der Rassen HF und FV in den letzten 100 Jahren ist die Möglichkeit entstanden, bei Kreuzung der beiden Rassen in der F1-Generation einen hohen Heterosiseffekt zu erzielen. Die F1-Kreuzung Fleckvieh x Holstein liefert bereits heute absolute Leistungstiere mit bestem Exterieur und optimaler Fitness und wird zukünftig mit Sicherheit weltweit eine bedeutende Rolle spielen (Grupp, 2000 a). Kreuzung ist eine Methode, um die Gesundheit zu fördern und den Gewinn zu erhöhen, indem „gute“ Gene der Rassen kombiniert werden, Inzuchtdepression aufgehoben und Heterosis ausgenutzt wird (Van Raden and Sanders, 2003).

Die Korrelation zwischen Lebensleistung und Laktationsleistung ist bei Holsteins schon negativ (Kräußlich, 2002).

Die Herden mit reinen Schwarzbunten Kühen sind nach LKV-Daten von 1999 deutlich größer (durchschnittlich 37,0 Tiere) als die Fleckviehherden (durchschnittlich 28,6 Tiere, Stockinger, 2002). In Bayern werden 34.090 Betriebe bei der Milchleistungsprüfung erfasst. Das sind 57,9 % aller erfassten Betriebe in Deutschland. Die durchschnittliche Anzahl der Kühe in Betrieben in Bayern liegt bei 29,7. Die Tiere werden in Bayern durchschnittlich 4,9 Jahre alt (Brade, 2004).

### **2.2.2 Tagesmilchmenge**

Es gibt eine kontinuierliche Steigerung der Milchleistung in den letzten 50 Jahren.

Die durchschnittliche Populationsleistung wies in den USA in den 60iger Jahren eine genetische Verbesserung der jährlichen Milchmenge von 37 kg auf. Im Jahr 1970 waren es schon 79 kg und in den Jahren 1990 – 1996 konnte eine Verbesserung um 116 kg beobachtet werden (Hansen, 2000).

Die Milchleistung von Charolais (*Bos taurus*) und Nellore (*Bos indicus*) und deren F1-Kreuzungen wurden von Restle et al. (1998) in Weidehaltung verglichen. Die Milchleistung wurde am 1., 14., 42. und 90. Tag p. p. gemessen. Beide Reinzuchtgruppen wiesen

ebenfalls wie die beiden F1-Kreuzungen jeweils ähnliche Ergebnisse auf. Die Kreuzungstiere gaben signifikant mehr Milch als die Reinrassigen.

Die signifikante Heterosis für die Milchleistung am 1., 14., 42. und 90. Tag betrug 38,59 %, 43,99 %, 42,17 % und 29,23 %. Ebenso hohe Heterosiswerte für die tägliche Milchleistung beschreiben Demeke et al. (2000) mit 21 % für die Kreuzung Äthiopische Borans (Zebu-Typ) x HF.

Weigel (2003) schreibt von einer Heterosis für die Milchleistung von 5 %.

In Herden mit hoher Milchproduktion ist die Heritabilität für die Milchleistung erstaunlicherweise 4 – 7-mal höher als in Herden mit geringer Milchproduktion. Das gleiche gilt für die Heritabilität der Milchfettmenge, die bis zu 3-mal höher ist (Stojic, 2003). HF hat mit 31,5 kg Milchleistung täglich die höchste Leistung aller Rassen (300 Tage: 9.608 kg, Van Raden and Sanders, 2003).

Hochleistungskühe geben 32 – 36 kg Milch / Tag, eine mittlere Milchleistung liegt bei durchschnittlich 26 kg.

Die Laktationskurve gliedert sich in 5 Abschnitte:

1. Steiler Anstieg 1. und 2. Woche
2. Obere Leistung 3. – 11. Woche (bei einer Mehrleistung von 1 kg in dieser Phase steigt die Gesamtlaktationsleistung um 200 – 225 kg).
3. Linearer Abfall 12. – 20. Woche
4. Verlangsamter Abfall 21. – 33. Woche
5. Verstärkter Leistungsabfall 34.- 44. Woche

Die Persistenz der Laktation ist das Vermögen, eine hohe Milchleistung über längere Zeit zu halten. Jungkühe haben nur 80 % der Milchleistung von Kühen in der 2. Laktation und nur 75 % der Leistung von Kühen der 3. und weiteren Laktation.

Der Laktationsgipfel wird von Altkühen in der 3. – 7. Woche erreicht, von Jungkühen erst in der 8. – 10. Woche. Nach diesem Peak sollte ein Leistungsabfall von maximal 0,2 % bei Jungkühen und 0,3 % bei Altkühen pro Tag eintreten. Die Milchleistung während des Laktationspeaks liegt bei Altkühen um 7 – 14 kg über der Gesamtlaktationsleistung, bei Jungkühen nur 3 – 6,5 kg. Ein möglichst flacher Kurvenverlauf ist während der Laktation wünschenswert, da so die postpartale negative Nettoenergiebilanz entschärft wird (Rossow und Richardt, 2003).

### **2.2.3 Milchmenge / Gemelk**

Die Rasse DH gibt im Melkroboter pro Besuch im Vergleich zum FV deutlich mehr Milch, 10,38 kg zu 8,38 kg (Scholz et al., 2001 a). Die Besuchshäufigkeit wurde von Neuhaus (2000) in eben diesem Melkrobotersystem mit 2,216 (DH 1. Laktation) und 2,218 (DH 2. Laktation) sowie 2,592 (FV 1. Laktation) und 2,467 (FV 2. Laktation) angegeben.

### **2.2.4 Milchfluss, Melkdauer, Melkbarkeit**

DH weisen mit durchschnittlich 2,06 kg/Min ein deutlich höheres Minutengemelk auf als das FV mit nur 1,54 kg/Min (Scholz et al., 2001 a).

Im Vergleich hatten Fleckviehkühe 1999 nach Stockinger (2002) eine Melkbarkeit von 1,8 kg / Min, Schwarzbunte eine von 2,2 kg / Min. Die Melkbarkeit von Red-Holstein x Simmental-Kreuzungskühe war mit 2,85 kg durchschnittlichem Minutengemelk im Prüffahr 1972 / 73 deutlich besser als bei den reinen Simmentalern, die ein durchschnittliches Minutengemelk von 2,27 kg aufwiesen. 43 % der Kreuzungskühe hatten gar kein Nachgemelk, im Gegensatz zu nur 23 % der Simmental-Kühe (Künzi and Crettenand, 1975).

Im Vergleich von 196 Red HF x FV- und 11.098 FV - Tieren wurden folgende Unterschiede in der Melkbarkeit sichtbar. Während die Kreuzungstiere 1,68 kg durchschnittliches Minutengemelk (Korrigiert: 1,51 kg / min) aufweisen, sind es bei den reinen Fleckviehkühen nur 1,39 kg (Korrigiert: 1,35 kg / min). Die Nachgemelksmenge ist bei beiden Gruppen mit 30 cm<sup>3</sup> gleich hoch (Averdunk et al., 1975).

Red-Holstein und Simmental-Kreuzungskühe weisen eine bessere Melkbarkeit auf als die reinen Fleckviehkühe, mit höherem Minutengemelk und geringerem Nachgemelk. Die Eutergesundheit ist allerdings etwas schlechter (Geißler, 1982).

Die Melkdauer an den Vordervierteln bei Kühen der Rasse Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh weist mit 3,6 Minuten keine wesentlichen Unterschiede auf. Dagegen ist die Melkdauer an den Hintervierteln der Rasse FV mit ca. 5 Minuten signifikant länger als bei der Rasse DH mit 4,4 Minuten (Scholz et al., 2001 a). In der Viertelposition gibt es signifikante Unterschiede ( $p = 0,0001$ ) zwischen vorderen und hinteren Eutervierteln in Bezug auf die Milchmenge. Jedes vordere Viertel trägt ca. 23 % zu der Gesamtmilchleistung bei, jedes hintere ca. 27 % (Scholz et al., 2001 b).

### 2.2.5 Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit beschreibt Konzentration und Beweglichkeit der in der Milch in dissoziiertem Zustand vorliegenden Ionen (vor allem Chlorid-, Kalium- und Natrium-Ionen) gemessen, ausgedrückt in Millisiemens/cm (mS/cm). Zur Vergleichbarkeit verschiedener Elektrolytlösungen verwendet man die spezifische Leitfähigkeit  $c$ , was dem reziproken Wert des spezifischen Widerstandes  $s$  entspricht (ZAHTM, 1998). Während des Melkvorganges steigt die Natrium-Konzentration in der Milch an, die Konzentrationen von Kalium und Laktose fallen ab. Neuseeländische Versuche ließen einen Herdeneffekt für die Konzentration von Kaliumionen erkennen (Holdaway et al., 1996).

Bei einer Schädigung der Blut-Euter-Schranke sind auch die Regelmechanismen zur Verteilung der Ionen zwischen Blut und Milch betroffen, was zu einer erhöhten Permeabilität führt. In der Homöostase verteilen sich Natrium- und Chlorid-Ionen vor allem im Blut, während Kalium in der Milch höher konzentriert als im Blut vorkommt (Hammann 1999). Die Verteilung dieser Ionen wird aktiv vom Organismus gesteuert.

Die Blut-Euter-Schranke regelt die unterschiedlichen Konzentrationsgradienten. Bei einer Beeinträchtigung der Schranke wandern Natrium und Chlorid verstärkt vom Blut in die Milch ab, während sich Kalium und Laktose in umgekehrter Richtung bewegen. Die Messung der Leitfähigkeit kann im Labor sowie im Stall zur Mastitisdiagnostik verwendet werden. Allerdings reicht die alleinige Beurteilung der Leitfähigkeit zur Diagnose einer Mastitis in den meisten Fällen nicht aus. Viele physiologische Faktoren beeinflussen die Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeitsbefunde von eutergesunden und euter-erkrankten Vierteln sind deswegen nicht als absolute Werte zu beurteilen, sondern vielmehr in Relation der einzelnen Viertel untereinander (Grabowski, 2000).

Die Leitfähigkeit ist ein Indikator für Veränderungen der Milchqualität, v. a. der Zellzahl. Mit ihr ist aber keine 100 % Mastitiserkennung möglich. Bei nur 87,7 % der klinisch manifesten Mastitiden konnte man Abweichungen in der Leitfähigkeit feststellen. Bei erhöhtem Zellgehalt (über 100.000 / ml) zeigte sich bei unter 25 % eine Leitfähigkeitsveränderung (Schwarzer, 2000).

Im Melkroboter können Leitfähigkeitsmessungen vorgenommen werden. Die Ergebnisse sind positiv mit dem Zellgehalt korreliert. Hier hat das FV die besseren, sprich niedrigeren Werte im Vergleich zu den DH. Beim FV gibt es eine Differenz in der Leitfähigkeit zwischen Vorder- und Hinterviertel. Am Hintereuter der Rasse Fleckvieh treten

mit längeren Melkzeiten einhergehend signifikant höhere Leitfähigkeitswerte auf als am Vordereuter. Ursache könnte ein verminderter Fettgehalt der Milch aus den Hintervierteln sein, die bei der Rasse Fleckvieh mehr Milch liefern als die Vorderviertel. Zwischen Fettgehalt und Leitfähigkeit der Milch besteht eine leicht negative Beziehung (Scholz et al., 2001 b).

## 2.2.6 Laktationsleistung

Als Zielgrößen der Laktationsleistung sind in der Fleckviehzucht 7.500 kg und in der deutschen Holstein-Friesian-Zucht 8.700 kg durchschnittliche Milchmenge genannt (Kräußlich, 2002).

Die Heritabilitätsschätzwerte liegen im Bereich zwischen 0,29 bis 0,37 für die Mengenmerkmale Milch, Milchfett, Milcheiweiß und zwischen 0,45 und 0,60 für den Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Schwark, 1985, Swalve, 1993).

Folgende 305-Tage-Leistungen wurden für die beiden Rassen Holstein-Friesian und Fleckvieh genannt:

2002 wurden in der ersten Laktation HF 300 Tage gemolken und gaben 7.165 kg Milch. FV wurde 297 Tage gemolken und gab durchschnittlich 5.654 kg Milch. Die durchschnittliche Milchleistung pro Kuh und Jahr ist seit 1998 jährlich gestiegen. In Bayern gaben die Kühe 1998 5.017 kg Milch, 1999 5.204 kg, 2000 5.403 kg, 2001 5.439 kg und 2002 5.438 kg. Der gleiche Trend zeichnet sich in den anderen Bundesländern ab (Brade, 2004).

**Tab. 1: Leistung pro Laktation (Brade, 2004)**

Genotyp	Milchleistung kg	Fett-kg	Fett-%	Eiweiß-kg	Eiweiß-%	Körpermasse kg
HF	8.500	340	4,00	293	3,45	680
FV	7.013	324	4,10	245	3,50	680
F1	7.989	324	4,05	278	3,47	714

Ahlborn-Breier und Hohenboken (1991) nennen im Vergleich dazu folgende Zahlen, allerdings für die Kreuzung HF x Jersey in extensiver Weidehaltung.

**Tab. 2: Milchmenge und Fettmenge für Tiere der Rassen Holstein-Friesian, Jersey und deren Kreuzungen in extensiver Weidehaltung (Ahlborn-Breier und Hohenboken, 1991)**

	Milch-kg	Fett-kg
½ HF / ½ J	3.022	152,5
½ J / ½ HF	2.921	153,0
HF	3.204	147,6
J	2.398	137,1
Heterosis	6,10%	7,20%

Seit 1978 ist für die beiden Rassen Fleckvieh und HF eine Milchleistungssteigerung zu beobachten. 1978 gaben die Holsteins in der Erstlaktation (Töchter geprüfter Bullen) 4.751 kg Milch, im Jahr 2001 7.452 kg, was 157 % der Leistung von 1978 entspricht. Beim Fleckvieh sind es im Vergleich zu 1978 im Jahr 2001 146 %, von 3.875 kg auf 5.660 kg. 1978 zeigten Fleckviehtiere noch 82 % der Milchleistung der Holsteins, 2001 nur noch 76 % (Brade, 2004).

Kräußlich (2003) verglich die vier Rassen Simmental, Fleckvieh, Red Holstein und Holstein Friesian hinsichtlich Milchleistung und Langlebigkeit. Dabei wurde beobachtet, dass die Simmentaler und Fleckviehkühe zwar pro Laktation weniger Milch geben als die anderen beiden Rassen, aber dadurch, dass sie länger leben, eine höhere Lebensleistung zu verzeichnen haben. So geben die beiden erstgenannten Rassen in der ersten Laktation 5.159 kg (Simmental) und 5.694 kg (Fleckvieh) und im Durchschnitt pro Laktation 6.047 kg (Simmental) und 6.705 kg (Fleckvieh). Da sie aber beide im Durchschnitt erst nach 4,1 Laktationen abgehen, haben sie mit 24.793 kg (Simmental) und 27.491 kg (Fleckvieh) eine deutlich höhere Lebensleistung als die anderen beiden Rassen (Red Holstein: in der ersten Laktation 6.273 kg, durchschnittlich 7.194 kg, aber nur 3 Laktationen, daher nur 21.582 kg Lebensleistung und Holstein Friesian: 6.759 kg in der ersten Laktation, durchschnittlich 7.299 kg aber nur 2,2 Laktationen, und damit die geringste Lebensleistung mit nur 15.238 kg (Kräußlich, 2003).

Fleckviehkühe gaben in Bayern pro Laktation 1999 6.114 kg Milch, Schwarzbunte 7.418 kg. Die Erstlaktationsleistung (305 Tage) lag bei 5.431 kg für Fleckvieh und 6.685 kg für Schwarzbunte (Stockinger, 2002). Um eine Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der folgenden Arbeit zu gewährleisten, wurden Zahlen von 2002 und nicht die neuesten von 2006 hier angegeben, da diese in den Zeitraum der Auswertung fallen. Averdunk et al. (1994) stellten folgende vorläufige Ergebnisse aus der Kreuzung von Rotbunten Holstein-Friesian (RHF) mit Fleckvieh in Bayern vor. Insgesamt 262 F1-Kreuzungskühe und 1.324 reine Fleckviehkühe gingen in die Auswertung ein.

**Tab. 3: Vorläufige Ergebnisse der Kreuzung Rotbunte Holstein-Friesian mit Fleckvieh (Averdunk et al., 1994)**

Merkmal	RHF x FV Mittelwert	Standard abweichung	FV Mittelwert	Standard abweichung	Differenz
Milch kg	4.384	917	3.707	816	677

Weigel (2003) schreibt über die Kreuzung von HF x Jersey in Neuseeland und berichtet dabei über folgende Laktationsleistungen in extensiver Haltung: HF 4.500 kg, HF x J 4.000 kg, Jersey 3.500 kg. Anhand dieser Ergebnisse konnte kein Heterosiseffekt festgestellt werden.

Neumann und Schönmath (1991) untersuchten die Auswirkung der Anpaarung von Bullen großrahmiger Fleischrassen auf die Milchleistung von Kühen der Rassen SMR. Den größten Einfluss auf die Milch- und Fettmenge hat die Laktationsdauer, da pro Melktag im Schnitt ca. 10 kg Milch und 0,44 kg Fett produziert werden. Für das erste Drittel der Laktation ist der Geburtsverlauf wichtig. Nach Schweregeburten sinken die Milchmenge um 106 kg Milch, die Fettmenge um 48 kg und der Fettgehalt um 0,04 %. Ein signifikanter Einfluss des Bullen auf die Laktation kann ausgeschlossen werden. Es besteht aber eine leichte Beeinflussung der Kühe durch den Genotyp des Fetus und somit indirekt durch den Deckbullen, die sich in signifikanten Bulleneffekten für den Fettgehalt in den zweiten 100 Tagen der Laktation und für die Milch- und Fettmenge im 3. Abschnitt zeigen.

Viele der Werte liegen nur knapp unterhalb der Signifikanzgrenze. Als Grund wird eine evtl. Hormonproduktion in der Placenta angegeben, die die Euterentwicklung beeinflusst.

Die mögliche Heterosis für die Laktationsleistung wurde von Lopez-Villalobos und Garrick (2002) mit ca. 3,9 % für die Kreuzung Holstein-Friesian x Jersey unter extensiver Weidehaltung angegeben. Dies entspricht einer Jahresleistung von 3.770 kg Milch bei den Holstein-Friesian, 2.786 kg Milch bei den Jerseys und 3.406 kg Milch bei den Kreuzungstieren. Die absolut höchsten Laktationsleistungen für Milch und Eiweiß erzielten demnach die reinrassigen Holstein-Friesian. Die reinrassigen Jersey-Kühe erzielten die niedrigsten Werte. Die Heterosis für die Milchmenge der 1. und 2. Laktation beträgt laut Lopez-Villalobos und Garrick (2002) 4,34 % bzw. 12 %.

Auch weitere Studien in Neuseeland zeigten bei der Kreuzung HF x Jersey eine signifikante Heterosis für Milch-, Fett- und Eiweißmenge (McAllister, 2002). McDowell (1982) schreibt dagegen nur von 5,0 – 6,6 % Heterosis für die Milchleistung. Die Hete-

rosis für die Milchleistung wird von Lopez-Villalobos et al. (2000 a) mit 137 kg (HF x Jersey), 77 kg (HF x Ayrshire) und 156 kg (Jersey x Ayrshire) beschrieben, während McAllister (2002) eine Heterosis für die Milchleistung von 16,6 und 17,9 % (HF x Jersey) angab.

Aufgrund von über 20 % Heterosis für das Merkmal Lebensleistung bei HF-Kreuzungen mit Ayrshire ist der Gewinn pro Kuh bei vielen Kreuzungen gleich hoch wie bei reinrassigen HF (McAllister et al., 1994). Bei der Kreuzung HF x Guernsey zeigt sich eine signifikante Heterosis für Nettoprofit / Laktation, aber trotzdem sind die Kreuzungstiere den reinen HF immer unterlegen. Die Heterosis für die Milchleistung liegt laut Touchberry (1992) bei 6,5 %. Die Heterosis für die Milchleistung in der 1. Laktation beträgt laut McAllister et al. (1994) 6,1 %. Pearson und McDowell (1968) schreiben von einer Heterosis von 2 -7 %. In der ersten Laktation waren dabei die Kreuzungen (beteiligte Rassen: HF, Jersey, Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey, Red Dane und Red Poll) den reinrassigen HF unterlegen, in den weiteren Laktationen waren die Kreuzungstiere überlegen. Für die Kreuzung Red-Holstein x österreichisches Fleckvieh ergibt sich eine Heterosis von 2 – 5 % (Fürst, 2005 a). Für die Kreuzung Äthiopische Borans (Zebu-Typ) mit HF ist sogar eine Heterosis für die Laktationsleistung von 51 % beschrieben (Demeke et al., 2000).

### **2.2.7 Fettgehalt**

Der Milchfettgehalt spiegelt u. a. die Versorgung mit Energie und strukturierter Rohfaser wieder. Zu Laktationsbeginn ist der Fettgehalt hoch und sinkt mit dem Anstieg der Milchleistung bis zum Ende des 2. Laktationsmonats. Beim späteren Abfall der Milchleistung ist dann wieder eine Fetterhöhung zu betrachten. Der höchste Milchfettgehalt findet sich in der Milch von Kühen in der Spätlaktation. Der Milchfettgehalt wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst:

Die Konzentration der für die Milchfettsynthese notwendigen Metabolite im Blut ist abhängig vom Nährstoffangebot über das Futter, vom physiologischen Status der Kuh und von der Konkurrenz mit anderen Organen, etwa dem Fettgewebe. Fettsäuren mit 4 bis 14 C-Atomen werden im Zytoplasma der Drüsenzellen durch Kondensation von  $\beta$ -Hydroxy-Buttersäure und Acetacetat synthetisiert. Fettsäuren mit 16 bis 18 C-Atomen werden direkt aus dem Blut entnommen, und entstammen dem Fettgewebe oder der Nahrung. Die Fettsäuresynthese kann auch mit Acetyl-CoA gestartet werden, indem



jeweils zwei Acetatmoleküle zur Kettenverlängerung eingeschleust werden, woraus dann kurz- und mittelkettige Fettsäuren entstehen. Nach der Bindung der FS an Glycerol-3-phosphat entsteht das eigentliche Milchfett, das in Fetttröpfchen eingeschleust wird. Diese durchwandern die Zellmembran und gelangen in das mit Epithelzellen ausgekleidete Alveolarlumen. Durch Kontraktion der Myoepithelzellen wird die Milch durch das Gangsystem ausgepresst. Ursachen für einen erniedrigten Fettgehalt können genetische Faktoren, hohe Milchproduktion, Früh lactation, schlechte Körperkondition, Hitze, lange Zwischenmelkzeiten, übermäßige Getreidefütterung, pelletiertes Getreide, gemahlenes und pelletiertes Grundfutter, unvollständiges Ausmelken, Erregung, Mastitis, mangelnde Kühlung, gefrorene Milch, rohfaserarme Ration und pflanzliche Öle sein.

Ursachen für einen erhöhten Fettgehalt können dagegen ebenfalls genetische Faktoren, niedrige Milchproduktion, Spätlactation, gute Körperkondition, Kälte, kurze Zwischenmelkzeiten, reichliche Grundfuttergabe, nichtpelletiertes Getreide, hohe initiale Lipolyserate, Langheu, Fieber, Pansenpuffer, rohfaserreiche Ration, Krankheiten, pansengeschützte Fette, tierische Fette und TMR sein (Rossow und Richart, 2003). Bei warmer ( $> 20$  Grad) und feuchter Witterung sinkt der Fettgehalt um bis zu 0,5 %, der Eiweißgehalt um 0,2 %, da die Futteraufnahme sinkt und damit der Chloridanteil zunimmt. Während des Melkprozesses steigt der Milchfettgehalt kontinuierlich an. Längere Zwischenmelkzeiten haben zwar eine pro Melkzeit höhere Milchleistung, aber einen geringeren Fettgehalt zur Folge. Dreimaliges Melken erhöht die Milchmenge, senkt aber den Fettgehalt. Bei Mastitiden fällt der Fettgehalt ebenso wie der Kaseingehalt und die Milchmenge (Rossow und Richart, 2003). Wenn der Rohfasergehalt um 1 % ansteigt, erhöht sich damit der Fettgehalt um 0,2 %. Acetat ist der wichtigste Vorläufer der Milchfettsynthese, bei einem reduzierten Angebot sinkt der Milchfettgehalt. Es besteht eine physiologische Konkurrenz zwischen Körper und Eutergewebe, nicht nur eine Verknappung an Acetat aufgrund mangelhafter ruminaler Bildung ist entscheidend. Der erhöhte Propionatanfall und der Übergang in die ausgeglichene Energiebilanz stimulieren die Insulinausschüttung. Unter Insulineinfluss werden das verbliebene Acetat und die Reduktionsäquivalente NSDAPH vorrangig im Körperfettgewebe verwendet. Die Kuh setzt Fett an, der Milchfettgehalt sinkt dagegen ab (Rossow und Richart, 2003). Während des Melkvorganges steigt der Milchfettgehalt von anfangs ca. 0,5 % zum Ende rasch auf etwa 15 % an (IHMT, 1995). Innerhalb der Lactation fällt der Milchfettanteil bis zum 60./80. Tag p. p. und nimmt dann bis zum Trockenstellen langsam zu. Das

Fett ist negativ mit der Milchmengenleistung korreliert (DeKruif et al., 1998). Eine positive Korrelation besteht zwischen Milchfett einerseits und Kaseinen bzw.  $\beta$ -Laktoglobulinen des Gesamtmilcheiweißes andererseits (Ngkwai Hank et al., 1987). Bei Eutererkrankungen sinkt der Fettgehalt der Milch, weswegen dieser Parameter zur Mastitisdiagnostik geeignet ist (Grabowski, 2000).

Der Fettgehalt ist bei allen Kreuzungen Holstein x Fleckvieh niedriger als beim Fleckvieh (Buchberger et al., 1986).

Viele Züchter kreuzen HF beispielsweise mit Jersey oder Brown-Swiss, um einen höheren Gehalt an Fett und Eiweiß in der Milch zu erreichen und damit einen erhöhten Profit abzuschöpfen (Weigel and Barlass, 2003). Sinn hat die Kreuzungszucht, wenn sie als gezielte Paarung / Veredelung betrachtet wird. Einzelne Kühe der „genetischen Spitze“ der Herde, die zwar eine herausragende Milchleistung, aber unterdurchschnittliche Fett- (unter 3,5 % bei 10.000 kg) und Eiweißgehalte (unter 3,2 %) aufweisen, können sinnvoll mit Jersey-Bullen veredelt werden. Das führt bei der Nachzucht zu einem sicheren Ausgleich (Brade, 2004).

Interessant ist auch die Betrachtung der F1-Generation von Holstein x Jersey im Vergleich zur Gesamtmilchviehpopulation im Hinblick auf die Milchinhaltsstoffe. Dabei zeigt sich, dass die Kreuzungstiere überdurchschnittlich abschneiden.

**Tab. 4: Vergleich der F1-Generation der Kreuzung Holstein x Jersey mit der Gesamtviehpopulation im Hinblick auf die Milchinhaltsstoffe (Brade, 2004)**

	F1	Durchschnitt
Milchbestandteile	4,33%	3,50%
Butterfett	3,47%	3,15%
Rohprotein	3,29%	2,97%
Andere Bestandteile	5,50%	5,45%

Es besteht eine Korrelation zwischen dem Fettgehalt der Milch und der Zellzahl. Diese Korrelation zwischen Fettgehalt und Zellzahl beträgt für FV 0,37 und für DH 0,44. Zwischen Fettgehalt und Leitfähigkeit beträgt die durchschnittliche Korrelation  $r = 0,09$  ( $r = -0,16$  für DH bzw.  $r = 0,05$  für FV). Differenzen zwischen den Rassen FV und DH im Fettgehalt sind im Melkroboter geringer als im Melkstand. Der Fettgehalt beträgt für DH annähernd 4 % (3,99 % im Melkstand, 3,97 % im Melkroboter) und für FV 3,61 % im Melkstand bzw. 3,87 % im Melkroboter (Scholz et al., 2001 b).

Die Milch von Fleckvieh und Schwarzbunten enthielt im Jahr 1999 in Bayern durchschnittlich 4,1 % Fett (Stockinger, 2002).

Averdunk et al. (1974) stellten bei der Kreuzung von Fleckvieh mit Red Holsteins einen Fettgehalt von 3,93 % fest, im Gegensatz zum Fleckvieh mit 3,98 %.

Ein Heterosiseffekt bei der Kreuzung Fleckvieh x HF konnte nach Brade (2004) für das Merkmal Fettgehalt nicht festgestellt werden. McAllister (2002) schreibt dagegen von einer Heterosis für den Fettgehalt von 16,5 %. Zur Entwicklung der SMR wurden Dänische Jerseys und dt. Schwarzbunte gekreuzt. Die Heterosis für den Milchfettgehalt lag dort bei 7,5 % (Brade, 1992).

**Tab. 5: Vergleich der Ostdeutschen Schwarzbunten Milchrinder mit den Westdeutschen HF (Meyer et al., 1991)**

	1.Laktation		2. Laktation	
	SMR	HF	SMR	HF
Milchleistung kg	4.534	5.447	5.698	6.900
Fett %	4,23	4,00	4,19	4,03
Fettleistung kg	190	270	238	278
Eiweiß %	3,29	3,15	3,38	3,23
Eiweißleistung kg	478	476	193	222

In der DDR gab die Durchschnittskuh 3.500 – 4.000 kg Milch pro Jahr mit 3,8 – 4,1 % Fett. Die Überlegenheit der SMR gegenüber den HF bei den Inhaltsstoffen (Fett und Eiweiß) ist deutlich und kann auf den Einfluss der Jerseys zurückgeführt werden. Aufgrund der geringeren Milchleistung gegenüber den HF ist die Fettleistung aber absolut immer noch geringer (Meyer et al., 1991).

## 2.2.8 Fettleistung pro Laktation

Die Fettleistung pro Laktation betrug in Bayern 1999 252 kg bei der Rasse Fleckvieh und 306 kg bei der Rasse Schwarzbunt. Dies entspricht einer Mehrleistung von 21 % der Schwarzbunten gegenüber dem Fleckvieh (Stockinger, 2002).

Laut Averdunk et al. (1974) gaben Red Holstein x FV –Kreuzungen 172 kg Fett pro Laktation und FV 147 kg.

HF hatten eine Laktationsleistung von 165 kg Fett, die Jerseys 160 kg und die F1-Kreuzungen daraus 162 kg (Touchberry, 1992). Aufgrund von Heterosiseffekten erzielten die gekreuzten Herden höhere Fettmengen als die reinen Holstein-Friesians. Laut Brade (2004) geben HF-Kühe bei 321 Melktagen 337 kg Fett, in der ersten Laktation bei 300 Tagen 293 kg, Fleckviehkühe in 315 Tagen 269 kg Fett, in der ersten Laktation nur 235 kg. Weigel (2003) beschreibt die Fettleistung von HF, Kreuzung HF x Jersey und Jersey in Neuseeland mit 174 kg (HF), 182 kg (HF x J) und 166 kg (J) pro Laktati-

on. Die Heterosis für die Fettleistung beträgt nach Lopez-Villalobos et al. (2000 a) 7,7 kg (HF x Jersey), 3,5 kg (HF x Ayrshire) und 8,4 kg (Jersey x Ayrshire). Brade (2004) schreibt von einer Heterosis für die Fettleistung von 4,14 %. Die Heterosis für die Fettleistung schwankt je nach Rassenkombination zwischen 7 % (HF-Bulle x Guernsey-Kuh) und – 2 % (Ayrshire-Bulle x HF-Kuh). Wie bei der Eiweißmenge zeigt sich immer eine höhere Heterosis, wenn HF als Vatterrasse verwendet wurde (Van Raden and Sanders, 2003).

### **2.2.9 Eiweißgehalt**

HF haben einen durchschnittlichen Milchweißgehalt von 3,2 %. Der höchste Gehalt findet sich am Laktationsbeginn und am –ende. Am niedrigsten ist der Gehalt in der Gipfmilch bei einer negativen NEB (Rossow und Richardt, 2003). Der Milcheiweißgehalt ist von einer optimalen Pansenfunktion abhängig. Der Aminosäurepool des Organismus besteht aus dem synthetisierten mikrobiellen Protein und aus Durchflussprotein. Beim Abbau von pflanzlichem Eiweiß und NPN wird Ammoniak freigesetzt, der unter ATP-Verbrauch in Aminosäuren eingebaut und über die Leber dem Pfortaderkreislauf zugeführt oder ebenfalls unter ATP-Verbrauch in der Leber entgiftet wird, indem er zu Harnstoff umgebaut wird. Aus dem Harnstoffpool gelangt der Harnstoff dann direkt ins Euter, sodass der Unterschied zwischen Blut- und Milchgehalt äußerst gering ist. Der Harnstoffpool wird außerdem aus dem Stickstoffanteil katabolisierter Aminosäuren gespeist. Ein Teil davon wird über die Niere ausgeschieden bzw. in den Vormägen rezykliert.

Bei frischmelkenden Kühen kommt es gelegentlich zu einer exzessiven Proteinabgabe über die Milch verbunden mit einer Nettomobilisation von Körperprotein. Der Großteil der Aminosäuren wird aber gluconeogenetisch hergestellt (Rossow und Richardt, 2003). Das Gesamt-Milcheiweiß (physiologische Referenz: 2,9 – 3,4 %) setzt sich aus den diversen Kaseinen (as1-, as2-, b- und k-Kaseine mit ihren Varianten und die postsekretorisch entstehenden g-Kaseinen und Proteosepton) und den Molkenproteinen (Serumalbumin, Lactalbumin,  $\beta$ -Lactoglobulin und Immunoglobulinen wie IgG, IgM und IgA) zusammen (IHMT 1995).

Der Milcheiweißgehalt ist ebenfalls streng energieabhängig. Bei einer guten Energieversorgung wird hochsignifikant ein höherer Eiweißgehalt festgestellt. Hohe Milcheiweißgehalte in der Früh-laktation sprechen für eine Mobilisation von Körperprotein. In

der Phase der negativen NEB tritt ein Abfall des Milcheiweißgehalts ein, daher ist der Eiweißgehalt in der Milch des Laktationspeaks am niedrigsten. Der Eiweißgehalt kann durch ein hohes Angebot an leicht verdaulichen Kohlenhydraten (ATP-Bildung) gesteigert werden, nicht dagegen durch Fettfütterung. Ein hoher Anteil strukturierter Rohfaser führt zu einem Fettanstieg und einem Eiweißabfall, da weniger Energie aufgenommen wird. Der Eiweißanteil differiert maximal um 0,6 % (Rossow und Richardt, 2003). Mit zunehmender Laktationsanzahl nähert sich die Kuh dem genetisch festgelegten Proteingehalt der Milch an, d.h. die Kuh erreicht erst mit steigendem Alter ihre optimale Leistung (Monardes und Hayes, 1985).

Der zu erwartende Gewinn von HF x Jersey-Kreuzungen und deren F1-Generation mit Brown-Swiss kann v. a. aufgrund höherer Fett- und Eiweißmengen höher sein als der von reinrassigen HF (Van Raden und Sanders, 2003). Der Eiweißgehalt der Anlieferungsmilch liegt in Bayern zwischen 3,45 und 3,48 %. Damit ist die in Bayern erwirtschaftete Milch die mit dem durchschnittlich höchstem Eiweißgehalt in Deutschland (Brade, 2004).

Laut Brade (2004) gibt es eine negative Korrelation zwischen Milchmenge und Milcheiweißgehalt. Der durchschnittlich höhere Eiweißgehalt in Bayern könnte darin begründet sein, dass Fleckvieh einen höheren Eiweißgehalt in der Milch aufweist als DH (Scholz et al, 2001 b).

Im Jahr 1999 lag der Eiweißgehalt der Milch in Bayern bei 3,5 % für Fleckvieh und 3,4 % für Schwarzbunte (Stockinger, 2002). Der durchschnittliche Eiweißgehalt aus der Winterfütterung und der Sommerfütterung 1971 lag bei 139 Proben der F1-Kreuzung Red-Holstein mit Simmental bei 3,28 % Eiweiß und damit etwas niedriger als der Durchschnitt von 254 Proben der reinen Simmentaler, die 3,42 % Eiweiß aufwiesen (Künzi und Crettenand, 1975).

Laut Brade (2004) haben HF-Kühe einen durchschnittlichen Eiweißgehalt von 3,4 %, in der ersten Laktation nur 3,37 %, während die Milch vom Fleckvieh einen Gehalt von durchschnittlich 3,51 % aufweist, in der 1. Laktation immerhin auch schon 3,47 %. Von Brade (2004) wurde für die Kreuzung Fleckvieh x HF kein Heterosiseffekt für das Merkmal Eiweißgehalt festgestellt.

### **2.2.10 Eiweißleistung pro Laktation**

Die Kreuzung Holstein-Friesian x Jersey wies in dem Merkmal Eiweißmenge pro Laktation eine Heterosis von 4,06 % auf (Lopez-Villalobos et al., 2000 c). Dies entspricht einer Jahresleistung von 131 kg Eiweiß der HF, 112 kg der Jerseys und 122 kg der F1-Kreuzungstiere. Die reinrassigen HF erzielten dabei die absolut höchsten Leistungen, die Jerseys die niedrigsten. Ahlborn-Breier und Hohenboken (1991) fanden in Neuseeländischen Herden eine Heterosis bei HF x Jersey-Kreuzungen von 6 % für die Fett- und 7 % für die Eiweißmenge. Dadurch sind die Kreuzungstiere den reinen HF überlegen. Van Raden und Sanders (2003) geben eine Heterosis von 4,1 % für die Eiweißleistung an. Kreuzungstiere aus HF x Brown Swiss geben die gleiche Eiweißmenge wie reine HF. Dagegen ist die Fettmenge bei Kreuzungen (Jersey x HF = 1,14 kg / Tag und Brown Swiss x HF = 1,13 kg / Tag) größer als bei reinen HF mit 1,12 kg / Tag. Diese beiden Kreuzungen erwirtschaften allgemein einen größeren Gewinn als HF-Reinzuchttiere (Van Raden and Sanders, 2003). Touchberry (1992) schreibt von 7,5 % Heterosis für die Eiweißleistung.

Laut Brade (2004) gaben HF pro Laktation 276 kg Eiweiß, in der ersten Laktation 242 kg, das Fleckvieh gab durchschnittlich 227 kg Eiweiß, in der ersten Laktation nur 196 kg. Weigel (2003) schreibt von einer Laktationseiweißleistung in Neuseeland bei der Kreuzung von HF x Jersey von 132 kg bei reinen HF, 142 kg bei HF x Jersey und 118 kg bei reinen Jerseys in extensiver Haltung. Der Heterosiseffekt für die Eiweißleistung wird mit 5,2 kg (HF x Jersey), 2,8 kg (HF x Ayrshire) bzw. 5,9 kg (Jersey x Ayrshire) angegeben (Lopez-Villalobos et al., 2000 a).

Brade (2004) gibt eine Heterosis von durchschnittlich 0,03 kg Eiweiß, entsprechend 4,1 % der Eiweißleistung an. Nach den Angaben von Van Raden and Sanders (2003) schwankt die Heterosis je nach Rassenkombination für die Eiweißleistung zwischen 7 % (HF-Bulle x Guernsey-Kuh) und – 2 % (Ayrshire-Bulle x HF-Kuh). Es zeigt sich – wie bei der Fettleistung- immer eine höhere Heterosis, wenn HF als Vatterrasse verwendet wurden (McAllister, 2002).

### **2.2.11 Harnstoffgehalt**

Der Harnstoffgehalt spiegelt das Proteinangebot im Verhältnis zur Energieversorgung wieder. Bei einem Mangel oder Überschuss (Pansenacidose) an leichtverdaulichen Koh-

lenhydraten ist die mikrobielle Proteinsynthese vermindert, Ammoniak aus mikrobiellem Abbau akkumuliert und der Harnstoffgehalt steigt. Ist das Proteinangebot bei ausreichender Energieversorgung zu gering, fällt der Harnstoffgehalt. Höchste Harnstoffgehalte ergeben sich bei einem Überschuss an Protein und einem Mangel an Energie (Rossow und Richardt, 2003).

Der Harnstoffgehalt sinkt im Laufe der Laktation leicht ab. Ein erhöhter Harnstoffwert zu Beginn der Laktation ist ein Anzeichen für den Energiemangel zu dieser Zeit (Rossow und Richardt, 2003).

Der Milchharnstoffgehalt ist ein Maß für die Verwertung von Futterprotein. Dies setzt sich zusammen aus Rohproteinmenge (Futteraufnahme x Rohproteingehalt), Durchflussprotein und im Pansen fermentierbare Kohlenhydrate (Zucker / Stärke). Je besser die Abstimmung zwischen mikrobieller Proteinsynthese und dem Stickstoffabbau im Pansen, desto weniger Harnstoff wird ausgeschieden.

Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) ist das Verhältnis von Rohprotein zu nutzbarem Protein. Grenzwerte für eine normale Proteinversorgung liegen bei 150 – 300 mg Harnstoff / l Milch. Auch für höhere Leistungen ist kein extremer Harnstoffgehalt notwendig.

Einfluss auf den Harnstoffgehalt in der Milch haben die Fütterung, das Laktationsstadium, die Milchleistung und die Eutergesundheit.

Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen Harnstoffgehalt und Zellzahl der Milch. Je geringer der Harnstoffgehalt, desto höher ist die Zellzahl. Bei ausgeglichener Ration liegt der Referenzbereich für den Milchharnstoffgehalt bei 200 – 260 mg / l, auch bei hohen Leistungen sollten 300 mg / l nicht überschritten werden. Im Tagesverlauf sind Schwankungen von über 100 mg / l möglich, mittags ist der Gehalt am höchsten, auch bei TMR. Daher sollte eine Messung aus dem Durchschnitt von 3 Proben bestehen (Richardt, 2004). Für Harnstoff in der Milch errechneten Kirchgessner et al. (1984) einen physiologischen Normbereich von 2,5 bis 5,0 mmol / l. Im Verlauf der Laktation fällt der Gehalt in der Milch ab. Für die Frühaktation besteht eine positive Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen Harnstoff im Blut und der Milchmengenleistung (Kitchenham et al., 1975). Eine Zunahme der Eiweißmenge um 100 g folgt ein Harnstoffanstieg um 3 - 4 mg / l. Im ersten Drittel der Laktation besteht außerdem eine positive Korrelation zwischen dem Laktationstag und dem Harnstoffgehalt in der Milch. Innerhalb von 30 Laktationstagen erhöht sich der Harnstoffgehalt um 10 mg / l. Im 2. und 3.

Laktationsdrittel ist dieser Einfluss gering. Eine negative Beziehung zwischen Harnstoffgehalt und Zellzahl stellt sich wie folgt dar:

Ein Zellgehalt von 100.000 / ml senkt den Harnstoffgehalt um 2 mg / l. Als grobe Orientierung kann ein Grenzbereich für den Harnstoff von 200 – 300 mg / l angenommen werden (Richardt, 2004). Bei klinischen Mastitiden sinkt der Harnstoffgehalt (Grabowski, 2000).

### **2.2.12 Zellzahl**

Eine physiologische Zellzahl wird von Rossow und Richardt (2003) mit 100.000 Zellen / ml Milch (50.000 – 150.000) angegeben. Das Kolostrum kann einen Zellgehalt von über einer Million aufweisen. Ab einem Zellgehalt von über 200.000 Zellen / ml spricht man von einer subklinischen Mastitis. Altmelkende Kühe haben eine Zellzahl von ca. 200.000. Folglich hat die Milch älterer Kühe im Vergleich zu Jungkühen leicht erhöhte Zellzahlen. Belastungen und Haltungsstress führen ebenfalls zu einer Zellzahlerhöhung. Auch während der Brunst kann die Zellzahl über 2 Melkzeiten erhöht sein, ebenso bringt ein totaler Futterwechsel eine Erhöhung über 2 – 4 Melkzeiten mit sich. Ein niedriger Eiweißgehalt (< 3,1 %) geht ebenso wie ein hoher Fettgehalt (> 4,6 %) mit einer erhöhten Zellzahl einher (Rossow und Richardt, 2003). Unter homöostatischen Bedingungen setzt sich die Zellzahl aus ca. 60 % Makrophagen, ca. 25 % Lymphozyten und ca. 15 % polymorphkernigen Neutrophilen zusammen. Andere Zelltypen wie eosinophile Granulozyten und Plasmazellen treten in deutlich geringerem Anteil auf. Laktationsbedingt verändert sich sowohl die absolute Zellzahl als auch das Verhältnis der einzelnen Komponenten zueinander.

So steigt z. B. der Anteil von polymorphkernigen Leukozyten zur Spätlaktation hin an (Hamann, 1999). Als eutergesund werden Viertel bezeichnet, deren Anfangsgemelke < 100.000 somatische Zellen/ml Milch aufweisen. Dieser Wert gilt heute als Referenzwert im Rahmen der Kategorisierung der Eutergesundheit für gesunde Drüsenkomplexe mit bakteriologisch negativen Befunden (DVG, 1994).

Während des Melkvorganges sind vor allem die Anfangsgemelke und die Endgemelke sehr zellreich; im Laktationsverlauf ist eine leichte Erhöhung der Zellzahl in der Früh-laktation und zum Trockenstellen physiologisch. Ihr maximales Niveau erreicht die Zellzahl etwa 10 Tage nach dem Trockenstellen, um danach bis zum 25. Tag abzufallen (Grabowski, 2000). Zwischen Zellzahl und Alter des Tieres besteht keine direkte Korre-



lation. Höhere Werte bei älteren Kühen sind vielmehr als Ausdruck von Folgeschäden durch vorangegangene Mastitiden zu verstehen (Grabowski, 2000).

Der somatische Zellgehalt ist ein wichtiger Mastitisindikator. Oft wird auch der durchschnittliche tägliche, log<sub>2</sub>-transformierte somatische Zellgehalt (linear somatic cell score = SCS) verwendet. Der SCS kann als Indikator für die Zucht von weniger mastitisanfälligen Rindern verwendet werden. Er ist ein konsistenterer und weniger kostenaufwendiger Indikator als der Parameter „Klinische Mastitiden“. Die Heritabilität für den SCS ist höher als für „Klinische Mastitiden“. Sie beträgt 5 – 27 %. Außerdem sind der SCS und der bakteriologische Status der Milch eng positiv miteinander korreliert ( $r=0,62$ ). Der Umwelteinfluss beträgt dagegen durchschnittlich 27 %, der des Bullen nur 0,2 % (Da et al. 1992). Bei der Züchtung auf höhere Milchleistung muss versucht werden, trotzdem die Eutergesundheit aufrechtzuerhalten. Wenn nur auf Milchleistung gezüchtet werden würde, würde auch der durchschnittliche SCS schneller ansteigen (Schutz et al., 1994).

Scholz et al. (2001 b) untersuchten die Milchqualität bei Kühen der Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh im Vergleich von konventioneller und Robotermelktechnik. Durch Euterentzündungen entstehen betriebsabhängig bis zu 15 % Leistungseinbußen. Ursachen für erhöhte Mastitishäufigkeit sind extreme Klimabedingungen, durch die die Abwehr geschwächt wird, verschmutzte Stallbereiche und Liegeflächen und zu einem Großteil falsche oder nicht ausgewogene Fütterung.

In beiden Systemen zeigt DH einen höheren Zellgehalt als FV. Die Zellzahl war mit der Robotertechnik bei beiden Rassen höher als im konventionellen Melkstand. Der Keimgehalt der Milch war ebenfalls bei beiden Rassen im Roboter extrem erhöht, wobei hierfür aber eventuell Unzulänglichkeiten in der Probennahme verantwortlich waren.

Über 100.000 Keime / ml zeigten zum Zeitpunkt der Untersuchung im Roboter 48,38 % FV und 45,92 % DH, im Tandem dagegen nur 7,3 % FV und 15,97 % DH (Scholz et al, 2001 b). Mittlerweile existieren nach Beseitigung der vorhandenen Unzulänglichkeiten diese Probleme nicht mehr. Die stichprobenartig durch den Milchprüfing Bayern festgestellte durchschnittliche Keimzahl für die am LVG gemolkenen Kühe betrug 23.000 / ml im Zeitraum Januar bis Dezember 2006 (persönliche Mitteilung Scholz, 2006).

Die traditionelle internationale Milchrinderzucht (mit v. a. Holstein-Friesian, Brown-Swiss und Ayrshire) mit ihren Zuchtzielen hohe Milchleistung und starker Milchcharakter bringt immer mehr Tiere hervor, die Probleme mit erhöhten Zellzahlen in der Milch,

verstärkte Mastitisanfälligkeit und bakterielle Verunreinigungen aufweisen und somit den Milchpreis erheblich beeinträchtigen. Darauf haben die Rinderzüchter in den Milchproduktions-Staaten wie Australien und Neuseeland mit der Einkreuzung von Jersey-Bullen reagiert. Die kleineren Kreuzungstiere sind gesünder als die großen Holstein-Kühe und obwohl die Milchleistung geringer ist, bleibt die Wirtschaftlichkeit aufgrund höherer Fett- und Eiweiß-Gehalte erhalten (Grupp, 2003). Eine stabile und belastbare Eutergesundheit ist sehr wichtig, angestrebt werden sollte ein Zellgehalt von unter 150.000 Zellen / ml in der Fleckviehzucht. Die aktuelle Eutergesundheit beim Fleckvieh erlaubt bei Einsatz optimaler Melktechnik den kompletten Verzicht auf Dippmittel. Das gute Euter ist immer das gesunde und funktionale Euter. Das schönste Euter taugt nichts, wenn die Milch nicht wirtschaftlich verwendet werden kann (Grupp, 2001 a).

Schutz et al. (1994) verglichen den Einfluss von genetischen Effekten, der Umwelt sowie den väterlichen Einfluss der Besamungsbullen sechs verschiedener Rassen auf den Zellgehalt der Milch. Der additiv genetische Einfluss lag zwischen 7 und 11 %. Dagegen beeinflusste die Umwelt mit 21 – 35 % den Zellgehalt sehr stark. Der Einfluss des einzelnen Bullen ist mit 0,2 – 4 % äußerst gering. Die Abhängigkeit des Zellgehalts vom Kalbemonat ist hoch. Kühe, die während der Sommermonate abkalbten, wiesen die höchsten Zellgehalte in der Milch auf. Ebenso ist die Mastitisanfälligkeit im Sommer höher. Der Einfluss des Kalbealters ist noch höher als der des Kalbemonats. Die Heterosis für den Somatischen Zellgehalt ist nicht signifikant (Van Raden and Sanders, 2003). Es folgt noch ein Vergleich der Zellgehalte verschiedener Rinderrassen in Bayern 1999 in Zellen / ml (Grupp, 2001 a):

Fleckvieh:	163.000
Braunvieh:	205.000
Schwarzbunt:	232.000
Rotbunt:	208.000
Jersey:	194.000
Pinzgauer:	235.000

Laut Van Raden und Sanders (2003) sind die Unterschiede der Rassen in Bezug auf HF gering. Einige der reinrassigen Jersey- und Guernsey-Kühe zeigen höhere Zellgehalte als reine HF, aber nicht alle. Dagegen hat die Milch aller Kreuzungstiere durchschnittlich einen niedrigeren Zellgehalt als die der reinen HF.

Jerseys haben in der ersten Laktation durchschnittlich höhere Zellgehalte als HF, aber nicht in den folgenden Laktationen (Schutz et al., 1994). Die Heterosis für den SCS ist nur gering, aber positiv. Damit haben Kreuzungstiere meist höhere Zellgehalte als die Elterntiere. Grund dafür könnte die höhere Konzentration der Milch in Bezug auf Fett und Eiweiß sein, was zu höherer Euterbelastung, und damit zu erhöhter somatischer Zellzahl führt, ebenso wie höhere Milchleistung (Van Raden and Sanders, 2003).

## **2.3 Fruchtbarkeitsdaten**

### **2.3.1 Allgemeines**

Viele Züchter erhoffen sich durch Kreuzungszucht eine erhöhte Fruchtbarkeit und Langlebigkeit (Weigel and Barlass, 2003). Heritabilitäten für Fruchtbarkeitsmerkmale sind aber mit 5 % sehr niedrig. 95 % der Unterschiede werden durch exogene Faktoren bedingt (Jahnke et al., 2002). Fruchtbarkeit ist nach Lotthamer und Wittowski (1994) das Vermögen, (wieder) tragend zu werden und gesunde und lebende Nachkommen bis ins hohe Alter bringen zu können. Die Fruchtbarkeit stellt einen additiven Komplex bestimmter Eigenschaften dar, der zusätzlich unter extragenitalen und exogenen Einflüssen steht (Platen, 1997).

Bisher wurde die Milchviehzucht vor allem auf gesteigerte Milchleistung und Milchqualität forciert, Versäumnisse im Fruchtbarkeitsbereich wurden in Kauf genommen. Ziel sollte allerdings sein, die Produktionskosten pro kg Milch durch eine verbesserte Fruchtbarkeitsleistung zu senken. Die durch Kreuzung erreichbare Heterosis für die Fruchtbarkeit wird von Weigel (2003) mit 15 % angegeben.

Durch Kreuzungszucht bei Milchkühen lässt sich die Fruchtbarkeit steigern, ohne Milchleistungseinbußen zu riskieren. Allerdings ist die Heritabilität der Fruchtbarkeitsmerkmale aufgrund schwer quantifizierbarer Wirkungen multipler Genkombinationen und vieler relevanter Umwelteinflüsse gering. Dies und die Selektion auf eine hohe Milchleistung vermindern den Fruchtbarkeitserfolg. Durch den steigenden Selektionsdruck werden die stressverursachenden Faktoren, die auf die Tiere einwirken, verstärkt und die Fruchtbarkeit sinkt (Kieler, 2003). Aufgrund der niedrigen Heritabilität der Fruchtbarkeitsmerkmale ist eine Verbesserung der Fruchtbarkeit auf konventionellem Weg nur über lange Zeiträume möglich, außerdem muss dafür meist ein Milchleistungsabfall in Kauf genommen werden (Caraviello, 2004).

Auch Hansen (2000) berichtet von einem genetischen Antagonismus zwischen der Milchleistung und der Fruchtbarkeit, obwohl die Heritabilität für die Fruchtbarkeit unter 3 % liegt. Spitzentiere haben häufig Probleme, trächtig zu werden. Oft sind Fruchtbarkeitsprobleme aber eine Folge von Managementschwächen (Hansen, 2000). Die durchschnittliche Abgangsrate in allen Betrieben lag bei 36 % (Janke et al., 2002).

Ca. 20 % der Merzungen in den Betrieben sind auf mangelhafte Fruchtbarkeit zurückzuführen (Rossow, 2003 a, Jahnke et al., 2002). Damit sind Fruchtbarkeitsstörungen der häufigste Grund für Merzungen.

Vor allem zu Beginn der Laktation treten vermehrt die so genannten Reproduktionskrankheiten wie Ketosen, Labmagenverlagerungen und Stoffwechselstörungen auf. In der peripartalen Phase nimmt die Rückenfettdicke ab, die Trockenmasseaufnahme liegt nur bei 8 -9 kg, was ca. 80 % des täglichen Bedarfs entspricht. Die Energiebilanz wird negativ. Eine lange negative Nettoenergiebilanz (NEB) führt zu einem Abfall von IGF, damit sinkt die Insulinausschüttung, der Glucosegehalt fällt ab und die GH-Ausschüttung steigt. Dadurch verringert sich die Ovaraktivität, GnRH- und LH-Ausschüttung sinken. Eine stark negative NEB führt zu verstärkter Lipolyse. Weiterhin wird die Fruchtbarkeit durch die Höhe der Milchleistung beeinflusst, v. a. der „Peakleistung“. Um den Höhepunkt der Milchleistung zu erreichen, ist eine hohe Ausschüttung von Prolaktin und Wachstumshormon nötig, welche einerseits zwar die Laktation stimulieren, andererseits aber die Insulinsekretion hindern. Dadurch wird das Follikelwachstum negativ beeinflusst (Jäkel, 2003). Wird durch eine ausgewogene Fütterung die NEB ausgeglichen, verbessert sich auch die Fruchtbarkeit (Doepel et al., 2002).

Platen (1997) schreibt, dass Fruchtbarkeits- und Fitnessmerkmale mit einer sehr niedrigen Heritabilität behaftet sind, was den hohen Umwelteinfluss impliziert.

Es ergeben sich meist negative genetische Korrelationen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit (Platen, 1997). Als Hauptursache für einen möglichen Antagonismus zwischen hoher Milchleistung und Fruchtbarkeit wird die besondere physiologische Belastung hoch leistender Tiere angeführt, deren Energiebilanz sich nach der Kalbung in den negativen Bereich bewegt. Damit verbundene Stoffwechselstörungen führen zu einer Beeinträchtigung der Gesundheit und Fruchtbarkeit (Platen, 1997). Mit steigender Milchleistung verschlechtert sich also oft die Fruchtbarkeit. 60 % der Ursachen hierfür sind in unzureichender Reproduktionsorganisation und 40 % in mangelhafter Ernährung

und Haltung zu suchen. (Rossow, 2003 a). Es besteht ein Antagonismus zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit. Bei einer höheren genetischen Milchleistung werden mehr „KBs“ pro Trächtigkeit benötigt, die Trächtigkeitsraten nach der 1. und 2. Besamung fallen, höhere Unfruchtbarkeitsraten treten auf. Es ist bekannt, dass die gleichen Hormone, die auf das Fertilitätsgeschehen einwirken, auch auf die Milchsekretion einwirken. Die Wirkungsmechanismen der Laktation, speziell die an der Milchdrüse, stehen in enger Beziehung zu denen der Fortpflanzung. Die Fortpflanzung, also die Arterhaltung, wird der Selbsterhaltung unterstellt (Platen, 1997).

Außerdem besteht eine Beziehung zwischen Zellgehalt, Eutergesundheit und Fruchtbarkeit. Klaas et al. (1999) untersuchten ab der 2. Laktation die durchschnittliche Zellzahl aus den ersten 3 Milchkontrollen (ersten 100 Tage p. p.). Eine durchschnittlich erhöhte Zellzahl ging mit einem erniedrigten Erstbesamungserfolg einher. Bei einer Zellzahl von unter 100.000 / ml wurden durchschnittlich 41,5 % der Kühe aus der ersten Besamung trächtig, dieser Anteil verringerte sich kontinuierlich auf 33,9 % bei einer Zellzahl von über 800.000 / ml (Klaas et al., 1999). Ungünstig wirken sich auch subklinische und/oder klinische Mastitiden auf die Fruchtbarkeit aus. Grund hierfür ist, dass oft gleiche Erreger für Erkrankungen des Euters sowie des Genitaltrakts verantwortlich sind. Außerdem sind diese beiden Organsysteme sehr anfällig für Fütterungsfehler, so dass eine genaue Rationsbestimmung hierfür wichtig ist. Daher findet man oft Fruchtbarkeitsstörungen ebenso wie Eutererkrankungen zu Beginn der Laktation bei höchster Milchleistung und negativer Energiebilanz und damit physiologischer Konkurrenz zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit (Jahnke et al., 2002).

Ein weiteres Problem der Zucht auf reine Milchleistung und der damit einher gehenden Frühreife und hoher Erstlaktationsleistung ist, dass in vielen der Hochleistungs-Holstein-Betriebe aufgrund der kurzen Nutzungsdauer die Remontierung des Bestandes aus dem eigenen Betrieb gefährdet ist. Auch zeigt sich eine negative Korrelation zwischen Erstlaktationsleistung sowie Milchtyp und Gesundheitsmerkmalen sowie Widerstandsfähigkeit (Kräußlich, 2003). Die Fruchtbarkeit ist eine wichtige Komponente der Langlebigkeit. Als häufigster Grund für Merzung werden Fruchtbarkeitsstörungen angegeben (Weigel and Barlass, 2003). Die sinkende Fruchtbarkeit in Milchviehbetrieben ist zurückzuführen auf mangelhafte Fütterung und Management, auf die Physiologie bzw. den Stoffwechsel der Kühe und in Teilen der USA auch auf den Hitzestress. Eine steigende Heterosis durch Kreuzungszucht könnte eine bessere Fruchtbarkeit und die

Aufrechterhaltung der Laktation während der Trächtigkeit ohne signifikanten Rückgang der Milchleistung bewirken (Kieler, 2003). Wie bereits mehrmals erwähnt, ist in der Milchrinderzucht das Inzuchtniveau relativ hoch. Bei Inzucht steigt der Anteil homozygoter Allele. Dies führt häufig zu einer Inzuchtdepression, die sich in verminderter Fruchtbarkeit, langsamerem Wachstum und höherer Krankheitsanfälligkeit äußert. Zwischen 1922 und 1996 letale und subletale Genkombinationen sind bekannt. Sie führen u.a. zu defekten oder falsch arbeitenden Enzymen, Proteinen und Hormonen, wodurch die Fruchtbarkeit sinkt (Winter 1954, Stufflebeam 1989).

Durch vermehrte Heterozygotie werden die Probleme der Inzucht (homozygote Letalgene) aufgehoben, was zu verminderter Embryonen- und Fetussterblichkeit, weniger Totgeburten, einer höheren Trächtigkeitsrate und verminderter Kälbersterblichkeit führt. Grund hierfür ist eine Heterosiswirkung in der Krankheitsresistenz in Kombination mit der Elimination von Letal- und Subletalgenen (Kieler, 2003). Langlebigkeit und häufigere Abkalbungen sind laut Kieler (2003) bei Kreuzungstieren signifikant höher als bei Reinrassigen.

Eine allgemeine Heterosis für die Fruchtbarkeit von 0,8-5,0 % wird von McDowell (1982) beschrieben. Bei der Kreuzung von HF x Ayrshire ist die Fruchtbarkeitsrate in der F1-Generation um 9 % höher als bei den reinrassigen Elterntieren (McAllister et al., 1994). Nach Swan und Kinghorn (1992) liegt die Heterosis für die Fruchtbarkeit im Allgemeinen sogar zwischen 5 – 25 % (Swan and Kinghorn, 1992).

### **2.3.2 Zwischenkalbezeit**

Jahnke et al. (2002) geben als statistische Maßzahl der Zwischenkalbezeit für Kühe ab der ersten Laktation 396 Tage (Standardabweichung 62 Tage) an. In den Jahren 1996 – 2000 lagen 64 % der Angaben zur Zwischenkalbezeit im Bereich 310 – 400 Tage.

Die traditionelle internationale Milchrinderzucht (mit v. a. Holstein-Friesian, Brown-Swiss und Ayrshire) setzt als Zuchtziel einen starken Milchcharakter mit hoher Milchleistung voraus. Darunter leiden aber andere wichtige wirtschaftlichen Parameter. So wird sehr oft die Günstzeit und damit die Zwischenkalbezeit verlängert und viele Kühe werden schon nach der zweiten Laktation gemerzt, sodass eine hohe „Replacement-Rate“ entsteht (Grupp, 2003). Der größte Anteil der wirtschaftlichen Einbußen (53,4 %) wird durch eine verlängerte Zwischenkalbezeit ausgelöst (Jahnke et al., 2002). Bei der Einkreuzung von Red Holsteins in Simmentaler Fleckvieh wird mit zunehmendem Hol-

stein-Anteil die Trächtigkeitsdauer und somit die Zwischentragezeit und das Geburtsgewicht des Kalbes vermindert. Reine Red-Holstein-Tiere tragen durchschnittlich 6,3 Tage weniger als Fleckviehkühe, die Kälber sind bei der Geburt im Durchschnitt um 4,4 kg leichter (Geißler, 1982). Die Fruchtbarkeit ist negativ mit der Milchleistung korreliert. Eine höhere Milchleistung bedingt eine höhere Zwischentragezeit und somit auch Zwischenkalbezeit. Damit geht allerdings eine längere Persistenz der Laktation einher, was wiederum zu einer gesteigerten 305-Tage-Leistung führt (Jahnke et al., 2002). Kühe mit einer Zwischenkalbezeit von 365 Tagen haben bei gleicher 100-Tage-Leistung eine um ca. 120 kg geringere 305-Tages-Leistung als Kühe mit einer um 20 Tage längeren Zwischenkalbezeit. Daher sollte eine Kuh erst besamt werden, wenn der Wechsel von negativer zu positiver Energiebilanz vollzogen wurde (Rossow, 2003 b). Regressionsanalysen ergaben, dass eine Milchleistungssteigerung von 1000 kg mit einer verlängerten Zwischenkalbezeit von 4 -6 Tagen verbunden ist ( $r = 0,15 - 0,29$ , Jahnke et al., 2002).

Das Ziel sollte eine Zwischenkalbezeit von 365 Tagen sein (Brade, 2004). Erstkalbende reine Fleckviehkühe tragen durchschnittlich 287 Tage im Vergleich zu den erstkalbenden Red-Holstein-Fleckvieh-Kreuzungskühen, die nur 283 Tage tragen. Bei den späteren Trächtigkeiten bleibt der Unterschied auch bei 4 Tagen, die Kreuzungstiere tragen 284 Tage im Vergleich zu den Simmentalern mit 288 Tagen (Künzi und Crettenand, 1975).

Die Heterosis bei der Kreuzung HF x Braunvieh beträgt für die ZKZ (d) 10 %. Das Fleckvieh weist mit 393 Tagen die kürzeste Zwischenkalbezeit auf (bei 6.400 kg Milch / Laktation), gefolgt von HF mit 398 Tagen (8.000 kg). Die längste Zwischenkalbezeit hat das Braunvieh mit 411 Tagen (bei 6.700 kg Milch) (Brade, 2004). Über 40 % HF kalben erst nach über 400 Tagen Zwischenkalbezeit, beim Fleckvieh sind dies immerhin 37 %. Bei der Untersuchung des Muttereinflusses auf die Tragzeitdauer und die Zwischenkalbezeit beim österreichischen Fleckvieh konnte ein Rasseunterschied festgestellt werden. Außerdem ist ein mütterlicher und ein väterlicher Einfluss vorhanden. Die Trächtigkeitsdauer steigt mit zunehmender Laktationsnummer zunächst an und fällt ab dem 9. / 10. Kalb wieder ab. Die Zwischenkalbezeit steigt mit der Kalbefolge an. Hier besteht ein genetischer Einfluss des Muttertieres (Mayrhofer et al., 1978).

### **2.3.3 Gützeit**

Die statistische Maßzahl für die Güt- oder Zwischentragezeit wird von Jahnke et al. (2002) mit 117 Tagen (Standardabweichung 62 Tage) angegeben. In den Jahren 1996 – 2000 lagen 63 % der Zwischentragezeit im gewünschten Bereich zwischen 40 – 120 Tagen. Die Laktationsnummer beeinflusst die Gützeit. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen Färsen und Kühen zugunsten der Färsen. Zwischen 1. und 2. Laktation bestehen nur geringgradige Unterschiede. Aufgrund einer kürzeren Rastzeit bei Altkühen verkürzt sich dort auch die Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit (Jahnke et al., 2002).

Vermehrte Prolaktinproduktion während der Hochleistung führt zu einer vorübergehenden Hemmung der Ovarfunktion, auch Laktationsanöstrie genannt (Platen, 1997). Der Energieaufwand für die Trächtigkeit beträgt am 281. Tag der Laktation 5 MJ.

Eine lange negative Energiebilanz führt daher zu einer langen Gützeit, da nicht genügend Energie für die Trächtigkeit aufgewendet werden kann. Eine Zucht nur auf eine hohe Milchleistung unter Berücksichtigung von geringem Körperfettverlust in der frühen Laktation würde bedeuten, dass auf ein hohes Energieaufnahmevermögen gezüchtet werden muss. Damit würde die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere ohne zusätzliche Kosten verbessert werden. Eine Zucht allein auf hohe Milchleistung führt zu Kühen, die mehr Körperfett in der frühen Laktation mobilisieren und verlieren, als sie später wieder auffüllen können, v. a. bei niederenergetischer Fütterung, mit negativen Auswirkungen auf Fruchtbarkeit und Gesundheit (Coffey et al., 2004).

### **2.3.4 Rastzeit**

Die Rastzeit liegt schon früh in der Laktation vor und ist einfach zu berechnen. Sie kann maßgeblich durch den Betriebsleiter beeinflusst werden und hat als einzelnes Merkmal keine große Aussagekraft. Die Rastzeit ist die Zeit, in der die Kuh nach der Geburt freiwillig noch nicht wieder belegt wird.

Zwischen Rastzeit und Zwischenkalbezeit besteht eine moderate Beziehung, die über folgende Regressionsgleichung:  $ZKZ = 314 + 0,77 RZ$  ( $r = 0,38$ ) beschrieben werden kann. Etwa 15 % der Variation der Zwischenkalbezeit wird durch die Rastzeit bestimmt (Kräußlich et al., 1977). Bei Betrachtung der Häufigkeitsanteile der Jahre 1996 bis 2000 liegen bei der Rastzeit 75 % der Werte im gewünschten Bereich zwischen 40 und 100



Tagen (Jahnke et al., 2002). In der Energiedefizitphase zwischen dem 50. und 80. Tag p. p. (je nach Kuh) sollte nicht besamt werden. Viele Landwirte befürchten aber, dass eine längere Rastzeit zu einem schlechterem Besamungsergebnis führt. Laut Auswertung von Jahnke et al. (2002) werden beste Erstbesamungserfolge bei Rastzeiten zwischen dem 60. und 100. Tag erzielt, etwas schlechtere bei Rastzeiten zwischen 41 und 60 Tagen. Unter 40 Tagen Rastzeit sollte möglichst nicht besamt werden. Optimal sind Rastzeiten zwischen 71 und 90 Tagen, welche mit einer durchschnittlichen Zwischentragezeit von 117 Tagen einhergehen (Platen, 1997). Eine Rastzeit von über 60 Tagen ist besser als eine kürzere (Lotthamer und Wittowski, 1994). Kurze Rastzeiten führen nicht zwangsläufig zu kürzeren Zwischenkalbezeiten. Oft steigt jedoch bei einer zu kurzen Rastzeit der Besamungsindex an (Jahnke et al., 2002).

Bei einer Verlängerung der Rastzeit um einen Zyklus (von 41 – 60 Tage auf 61 - 80 Tage) erniedrigen sich die Besamungskosten. Die Zwischentragezeit verlängert sich dabei nur um 12 Tage, nicht um 20 Tage, wie zu erwarten wäre. Bei Kühen mit einer Milchleistung von unter 7.000 Litern sollte eine freiwillige Wartezeit vermieden werden, da dabei längere Zwischenkalbezeiten nicht mit einem erniedrigten Besamungsaufwand ausgeglichen werden können (Jahnke et al., 2002).

### **2.3.5 Verzögerungszeit**

Jahnke et al. (2002) kamen in den Jahren 1996 – 2000 auf eine Verzögerungszeit von 36 Tagen (Standardabweichung 55 Tage) bei Kühen ab der 1. Laktation und auf 20 Tage (Standardabweichung 40 Tage) bei Färsen. Die Verzögerungszeit liegt erst nach Feststellung der Trächtigkeit vor und repräsentiert nicht das Ergebnis der gesamten Herde, sondern nur der tragenden Tiere. Sie kann aber auch für Jungrinder errechnet werden und besitzt einen hohen Aussagewert, da sie von der Rastzeit relativ unabhängig ist. Sie ist allerdings bei Kühen nur im Zusammenhang mit der Rastzeit aussagekräftig. Im Mittel sollten bei Färsen Verzögerungszeiten unter 20 Tagen und bei Kühen unter 30 Tagen eingehalten werden. Darin sind Tiere mit einer Verzögerungszeit von „Null Tagen“ (tragend aus erster Besamung) mit enthalten. Von Feucker (2003) wird eine ideale durchschnittliche Verzögerungszeit mit unter 25 Tagen angegeben.

### **2.3.6 Erstbesamungserfolg**

Der Erstbesamungserfolg ist im Zusammenhang mit der Rastzeit ein aussagekräftiger Parameter zur Einschätzung der Fruchtbarkeitslage und der Besamertätigkeit. Er ist ein von der Rastzeit relativ unabhängiges Merkmal und - bei regelmäßigen Trächtigkeituntersuchungen - kurzfristig nach der Besamung zu ermitteln. Der Erstbesamungserfolg kann auch für Färsen errechnet werden und beinhaltet das Ergebnis sowohl für tragend gewordene als auch für sterile, abgegangene Tiere. Gute Erstbesamungserfolge werden erreicht, wenn sie für Färsen über 70 % und für Kühe über 60 % betragen (Jahnke et al., 2002). Die deutlichsten Unterschiede zwischen den Jahren 1996 und 2000 lagen im Besamungsaufwand. 1996 wurden noch 60 % der Tiere aus der 1. KB trächtig, 2000 nur noch 51 %. Dies ergibt einen Erstbesamungserfolg von 44 % bei den Kühen und 66 % bei den Färsen (Jahnke et al., 2002). Eine gute Trächtigkeitsrate nach Erstbesamung wird mit 60 – 65 % angegeben (Feucker, 2003).

### **2.3.7 Konzeptionsrate**

Die Konzeptionsraten von HF-Kühen, die mit Bullen der Rassen Jersey oder Brown-Swiss besamt wurden, sind ähnlich wie bei Besamungen mit HF-Bullen (Weigel and Barlass, 2003). Die schlechtesten Konzeptionsraten wurden von Milchproduzenten in den USA bei reinrassigen HF und Brown-Swiss beobachtet. Die Kreuzungen aus HF, Jersey und Brown-Swiss sowie die reinrassigen Jerseys zeigen anscheinend ähnliche Konzeptionsraten (Weigel and Barlass, 2003). Gründe für nicht optimale Konzeptionsraten sind genetische „Unverträglichkeiten“, steigende Inzuchtkoeffizienten aber auch häufig menschliche Fehler. Oft wird der Brunstbeobachtung zu wenig Bedeutung beigemessen. Die Konzeptionsrate sank zwischen 1980 und 2000 kontinuierlich. Dagegen stiegen die Milchleistung und der Inzuchtkoeffizient stetig an (Jahnke et al., 2002).

### **2.3.8 Trächtigkeitsindex**

Bei der Anzahl der Besamungen pro Trächtigkeit sind die Rassenunterschiede klein, aber signifikant. Färsen nehmen schneller auf (Touchberry, 1992). Bei Kreuzungstieren werden weniger Besamungen pro Trächtigkeit benötigt, die Konzeptionsrate ist höher und die Embryonensterblichkeit geringer. Eine Datenauswertung der Jahre 1971 – 75 ergab, dass 68 % der Kühe mit einer KB trächtig wurden, 24 % nach der 2. KB, 7 %

nach der 3. KB, 1 % nach der 4. KB und keine Kuh mehr als 4 KBs benötigte. Daraus ergab sich eine Zwischentragezeit von unter 115 Tagen für 84 % aller Kühe. In den Jahren 1996 – 2000 lag die Trächtigkeitsrate bei Kühen ab der 1. Laktation bei 53 %, bei Färsen bei 71 % (Jahnke et al., 2002).

Durch Kreuzung steigt die Überlebensrate von Embryo und Fetus um 5- 10 % bei allen Rassen (Stufflebeam, 1989), weil durch die Kreuzung letale Genkombinationen versteckt oder eliminiert werden. Subletale Genkombinationen können dagegen über viele Generationen erhalten bleiben. Folglich weisen Kreuzungstiere eine um 15,6 % höhere Überlebensrate als Reinzuchttiere auf (Touchberry, 1992). Lopez-Villalobos et al. (2000 b) berichten sogar von einem Besamungsindex von 1,3 KBs für Kreuzungstiere der Rassen HF, Jersey und Ayrshire. Nach den Angaben von Feucker (2003) lag in den Jahren 1996 – 2000 der Besamungsaufwand pro Trächtigkeit durchschnittlich bei 1,79 KBs bei Kühen und bei 1,4 bei Färsen.

Der Besamungsmonat hat ebenfalls einen direkten Einfluss auf die Fruchtbarkeit. Die Trächtigkeitsrate ist in den Monaten August und September um 7 – 8 % niedriger als sonst. Evtl. spielt dabei eine verminderte Brunstbeobachtung aufgrund Urlaub oder Zeitmangel wegen der Ernte eine Rolle (Jahnke et al., 2002).

### **2.3.9 Besamungsindex**

Der Besamungsindex berechnet sich aus Anzahl aller Besamungen / Anzahl besamter Tiere. Der Richtwert liegt bei 1,8 – 2,0 (Kühe 1,8 – 2,0, Färsen 1,5). Ist die Rastzeit länger, wird es einfacher, Brunsten zu erkennen und den idealen Besamungszeitpunkt zu bestimmen, dadurch fällt der Besamungsindex. Ökonomisch ist es allerdings sinnvoller, höhere Besamungsindices bei kürzerer Rastzeit zu riskieren (Heuwieser, 2000).

Als statistische Maßzahl für den Besamungsindex geben Jahnke et al. (2002) aus Daten der Jahre 1996 -2000 1,95 (Standardabweichung 1,3) bei den Kühen und 1,45 (Standardabweichung 0,87) bei den Färsen an. Ein guter Besamungsindex liegt auch laut Feucker (2003) bei 1,8 – 2,0 für Kühe. Der Besamungsindex, der in den meisten statistischen Auswertungen ausgewiesen wird, besitzt im Zusammenhang mit der Rast- oder Zwischentragezeit einen hohen Aussagewert und hat einen direkten Bezug zu den Besamungskosten. Es werden die Besamungen sowohl der tragenden als auch der nicht tragenden abgegangenen Tiere berücksichtigt. Er kann auch für Färsen berechnet werden. Das Ergebnis liegt allerdings erst relativ spät, nach der Trächtigkeitsfeststellung

bzw. dem Abgang der Tiere, vor. Ideal wäre ein Besamungsindex von unter 1,7 Besamungen bei Kühen und weniger als 1,5 Besamungen bei Färsen (Jahnke et al., 2002).

Die Länge der Rastzeit hat einen Einfluss auf den Besamungsindex. Eine Rastzeit von 40 Tagen wird von den Autoren als ideal beschrieben, in der Praxis wird aber oft 60 Tage Rastzeit genehmigt. Der Besamungsindex liegt bei 1,64 bei einer Rastzeit unter 40 Tagen, bei 1,48 bei einer Rastzeit zwischen 40 und 60 Tagen, bei 1,39 bei einer Rastzeit von unter 81 Tagen, bei 1,34 zwischen 81 und 102 Tagen und bei 1,2 bei einer Rastzeit von über 102 Tagen. Man benötigt 0,15 Besamungen mehr, wenn vor dem 60. Tag besamt wird, als wenn eine Rastzeit von mind. 60 Tagen eingehalten wird. Bei einer Rastzeit von maximal 81 Tagen ist der Besamungsindex in der 2. Laktation am geringsten, und steigt mit zunehmender Laktationsnummer an. Bei einer Rastzeit von über 81 Tagen verschwindet dieser Alterseinfluss. Mit folgender linearer Regressionsgleichung lässt sich der Besamungsindex als Funktion der Rastzeit (bis 120 Tage) beschreiben:  $B_i = 1,67 * 0,0037 RZ$ ,  $r = 0,95$ . 90 % der Variation des Besamungsindex sind von der Rastzeit bestimmt (Kräußlich et al., 1977).

Allerdings ist ein erhöhter Besamungsaufwand wirtschaftlich günstiger als eine längere Zwischentragezeit, daher sollte nicht zu spät besamt werden (Feucker, 2003).

### **2.3.10 Erstkalbealter**

Das Erstkalbealter der HF liegt bei 29,2 Monaten, damit unter den 30,2 Monaten des Fleckviehs. Das geringste Erstkalbealter zeigen Holstein- und Jersey-Kühe. Ein geringes Erstkalbealter ist wichtig für den wirtschaftlichen Erfolg. Fleckviehkühe sind nach Brade (2004) immer älter als 30 Monate, wenn sie das erste Mal abkalben. Laut Stockinger (2002) liegt das Erstkalbealter von Fleckviehkühen bei 30 Monaten und bei Schwarzbunten bei 29 Monaten. Das Erstkalbealter bei Kreuzungstieren der Rassen HF und Zebu ist um 0,02 Monate geringer als das der reinrassigen Tiere. Das entspricht einer Heterosis von 4,8 – 8,4 % (Martinez et al., 1988). Kreuzungstiere aus Red-Holstein und Simmental erreichen ihr Endgewicht schneller und sind dadurch frühreifer als reinrassige Simmentaler. Zwischen reinen Red-Holsteins und Simmentaler Fleckviehtieren besteht ein Unterschied von 5,2 Monaten im Erstkalbealter (Geißler, 1982). Im Jahr 2005 lag das durchschnittliche Erstkalbealter in Bayern bei 29,8 Monaten (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006).

## 2.4 Gesundheit / Behandlungen

Es gibt eine negative Korrelation zwischen Milchleistung und Gesundheit.

**Tab. 6: Abgänge in Abhängigkeit vom Herdenniveau (VIT, 2005)**

**Abgänge in Abhängigkeit vom Herdenniveau (Milch-kg)**  
(percentage of cows culled for various reasons)

Abgangsursache	bis 5.499		5.500 - 6.499		6.500 - 7.499		7.500 - 8.499		>8.500		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
Verkauft zur Zucht	5.622	20,6	6.823	12,5	10.409	7,5	15.496	7,4	25.221	12,8	63.571	10,1
Alter	486	1,8	958	1,8	1.852	1,3	2.911	1,4	2.839	1,4	9.046	1,4
geringe Leistung	1.208	4,4	2.356	4,3	7.533	5,4	13.588	6,5	11.231	5,7	35.916	5,7
Unfruchtbarkeit	4.943	18,1	10.351	19,0	26.592	19,2	40.348	19,2	39.933	20,3	122.167	19,5
sonstige Krankheiten	1.843	6,8	4.258	7,8	14.819	10,7	22.030	10,5	16.749	8,5	59.699	9,5
Euterkrankheiten	3.409	12,5	7.755	14,2	23.225	16,8	36.648	17,4	35.828	18,2	106.865	17,0
Melkbarkeit	241	0,9	639	1,2	2.248	1,6	4.603	2,2	4.932	2,5	12.663	2,0
Klauen- und Gliedmaßen	1.354	5,0	4.065	7,5	14.611	10,6	24.256	11,5	20.801	10,6	65.087	10,4
sonstige Gründe	7.769	28,5	15.782	28,9	31.791	23,0	40.895	19,4	30.283	15,4	126.520	20,2
Stoffwechselkrankheiten	376	1,4	1.540	2,8	5.313	3,8	9.850	4,7	9.120	4,6	26.199	4,2
<b>Gesamt</b>	<b>27.251</b>		<b>54.527</b>		<b>138.393</b>		<b>210.625</b>		<b>196.937</b>		<b>627.733</b>	<b>100,0</b>

Mit steigender Erstlaktationsleistung nimmt die Häufigkeit von Mastitis, Ketose, Gliedmaßen- und Klauenproblemen zu, die Nutzungsdauer nimmt ab (Kräußlich, 1999). Für diese unerwünschten Nebenwirkungen der Selektion gibt es biologische Ursachen:

- Genetische Homöostase (Lerner, 1954): Bei der natürlichen Selektion werden die Genotypen bevorzugt, die am besten an die jeweilige Umwelt angepasst sind, es findet also ein nichtstatischer Prozess statt, der in einem dynamischen Gleichgewichtszustand endet. An allen relevanten Genorten herrscht Heterozygotie, was eine hohe Pufferkapazität bedingt. Eine gerichtete Selektion auf einseitige Zuchtziele stört langfristig die genetische „Homöostase“, die Homozygotie steigt an, wie von Young und Seykora (1996) für die HF-Zucht bereits festgestellt wurde. Laut Beckett et al. (1979) können diese negativen Auswirkungen der Inzucht durch Paarung zwischen verschiedenen HF-Linien aufgehoben werden, es ist aber keine Heterosis zu erwarten. Die Fitness nimmt mit zunehmender Leistung ab.
- Konstitution: Die Konstitution ist die genetisch determinierte Reaktionsfähigkeit des Organismus auf Umwelteinflüsse. Durch Selektion auf Konstitutionsmerkmale lassen sich aber die unerwünschten Nebenwirkungen nicht aufheben.

- Homogenität der Tierbestände trotz Heterozygotie: Ein höherer Heterozygotiegrad kann durch Vermeidung enger Inzucht und dosierte Auszucht innerhalb einer Rasse oder durch Veredelungszucht mit anderen Rassen erreicht werden. Ein Nachteil dabei ist allerdings, dass die Forderung der Milchviehbetriebe nach möglichst einheitlichen Kuhbeständen nicht optimal erfüllt werden kann. Eine hohe Heterozygotie und eine einheitliche Reaktionsfähigkeit der Tiere können aber durch systematische Gebrauchskreuzungsprogramme erreicht werden (Kräußlich, 1999).

Ebenso sind biologische Gründe nicht zu vernachlässigen. Die Kuh ist ein Wiederkäuer und erreicht die höchste Futteraufnahme und Leistungskapazität nicht vor der 5. und 6. Laktation. Bei zu starker Betonung von Frühreife und Erstlaktationsleistung (wie in der reinen Milchviehzucht) erreicht ein immer kleinerer Teil der Herde die höchste Leistungskapazität (Kräußlich, 2003). Zum Zeitpunkt des ersten Kalbens erreicht die Kuh ca. 87 % ihres adulten Gewichtes von im Mittel 640 kg. Das Wachstum verlangsamt sich danach und ist erst im 7. Lebensjahr abgeschlossen (Grabowski, 2000). Laut Teodoro und Madalena (2002) erreichen Kreuzungskühe (HF, BS oder Jersey x Gir-Dams) ihr maximales Gewicht erst mit 7,8 Jahre (HF-Vater), 9,5 Jahren (Jersey-Vater) bzw. 9,2 Jahren (Brown-Swiss-Vater).

Nach Angaben von Van Raden und Sanders (2003) waren HF, die 1990 geboren wurden, 23,8 Monate lang in den milchliefernden Herden (Productive life), d.h. sie überlebten knapp zwei Laktationen. Damit haben entgegen anderer Angaben die HF in dieser Auswertung eine längere produktive Lebensdauer als alle anderen Rassen. Werden Guernsey-Kühe in Milchviehherden gehalten, verbleiben sie dort 6 Monate kürzer, Jersey-Kühe immerhin 1,7 Monate weniger. Die F1-Generation hat mit 24,3 Monaten eine längere produktive Lebenszeit. Die Heterosis für die Produktive Lebenszeit ist positiv, aber nur gering mit 0,3 Monaten, was 1,2 % entspricht (Van Raden and Sanders, 2003). Caraviello (2004) berichtet dagegen von einer Heterosis für die Langlebigkeit bei der Kreuzung HF x Jersey von 15 – 20 %. Bei fast allen Kreuzungen steigt die Langlebigkeit an und die Merzungsrate wird geringer. Ursache hierfür ist wahrscheinlich eine höhere Trächtigkeitsrate in der 1. und folgenden Laktationen, wodurch die Kühe länger in der Herde bleiben (Kieler, 2003). Auch nach Pearson und McDowell (1968) ist die Überlebensrate der weiblichen Kreuzungstiere höher als die der reinrassigen Tiere (Geburt bis 4. – 6. Laktation).

Holstein-Friesians leben durchschnittlich 85,5 Monate, Guernsey 72 Monate und die Kreuzungstiere HF x Guernsey 91,1 Monate. Bei erstgebärenden Kreuzungstieren waren 18,4 % mehr Zwillingsgeburten zu beobachten als bei Reinrassigen. 24,5 % mehr Kreuzungstiere kalbten im Gegensatz zu Reinzuchttieren ein zweites Mal, was eine bessere Fruchtbarkeit und eine höhere Überlebensrate der Embryonen voraussetzt (Kieler, 2003).

Bei den Kreuzungen (HF x Guernsey) kommen Totgeburten und Kälber, die während der ersten 24 Stunden p. p. sterben, mit 6,2 % weniger häufig vor als bei Reinzuchttieren, bei denen dies mit 9 % häufiger der Fall ist. Bei den Kreuzungen kam es ebenfalls zu weniger Aborten. Im Beobachtungszeitraum von 1949 – 1968 waren es mehr Kreuzungstiere, die ein – oder mehrmals kalbten. 29 % der reinen HF und 15 % der Guernseys starben schon vor der Kalbung, dagegen nur 5 % der HF x Guernsey-Kreuzungen. Die Heterosis betrug dabei 18 % (Touchberry, 1992). Der „normale“ Embryonenverlust liegt zwischen 20 und 50 %. Aufgrund vermehrt auftretender, letaler Gene, durch Inzucht forciert, kann er noch ansteigen (Kieler, 2003). Auch Hansen (2000) schreibt, dass die Inzuchtdepression sich v. a. bei den Kälbern äußert, indem die Lebensfähigkeit sinkt, das Wachstum vermindert wird und die Krankheitsanfälligkeit steigt. In der amerikanischen HF-Zucht wird die Inzuchtkurve durch den hohen Verwandtschaftsgrad noch voraussichtlich bis ins Jahr 2020 linear ansteigen (Hansen, 2000).

Der Geburtsverlauf bei mit Fleckvieh angepaarten Färsen der Rasse Schwarzbuntes Milchrind der DDR verlief komplikationsloser als bei Anpaarung mit Limousin-Bullen mit niedriger Schweregeburtenrate (Weiher und Neumann, 1991). Bei der Anpaarung von Fleischrassen auf das tschechische Fleckvieh wurde ein hoher Umwelteinfluss für die Schweregeburtenrate gefunden. Die Ergebnisse weisen eine hohe Streuung auf, da extensive und intensive Haltungsverfahren miteinbezogen wurden. Der Einfluss der Umwelt steigt mit zunehmendem Alter der Tiere an. Schweregeburten wurden v. a. bei Bullenkälbern beobachtet, seltener bei Kuhkälbern und kaum bei Zwillingen. Je jünger die Kühe waren, desto höher war die Schweregeburtenrate (Pribyl et al., 2003). Bei der Inzucht von Guernseys traten wiederholt deformierte Kälber auf (Winter, 1954). Beim Vergleich der Schweregeburtenrate der Rassen HF und Jersey und deren Kreuzungsprodukten in Australien fanden McClintock et al. (2002) die höchste Schweregeburtenrate bei Kalbinnen, die von HF-Bullen trächtig waren. Die geringste Schweregeburtenrate wiesen die Anpaarungen mit Jersey-Bullen auf. Der Einfluss der Saison ist bei HF am

ausgeprägtesten. Im Winter ist die Tragzeit etwas länger, dadurch werden die Kälber größer, die Probleme beim Kalben nehmen zu. Die Saison hat aber kaum Einfluss bei Jersey x HF-Kreuzungen, und gar keinen bei Jerseys. Außerdem spielt bei HF und HF x Jersey das Geschlecht des Kalbes eine Rolle. Männliche Kälber sind meist größer und erzeugen daher auch mehr Probleme, nicht jedoch bei den reinen Jerseys. Caraviello (2004) dagegen kommt zu dem Ergebnis, dass die Kreuzungstiere HF x Jersey am leichtesten kalben, gefolgt von den Jerseys. Am häufigsten treten Schweregeburten bei den HF auf.

Dagegen brauchten laut Stockinger (2002) im Jahr 1999 in Bayern 4 % aller Fleckviehkühe tierärztliche Hilfe bei der Kalbung, dagegen nur 2 % aller Schwarzbunten. Die Totgeburtenrate bzw. der Anteil verendeter Kälber lag beim Fleckvieh nur bei 6,4 %, bei den Schwarzbunten dagegen bei 10,6 % (Stockinger, 2002). Die wenigsten Kalbeschwierigkeiten in den USA zeigen Kühe der Rassen Jersey und Jersey-Holstein-Kreuzungen. Die meisten Probleme haben reinrassige HF-Kühe.

Die Kälbersterblichkeit ist am geringsten bei den Holstein-Jersey-Kreuzungen und erstaunlicherweise am höchsten bei den reinen Jerseys (Weigel and Barlass, 2003).

Die Heterosis für das Merkmal Langlebigkeit bei Kreuzungstieren (HF x Jersey) liegt laut Lopez-Villalobos und Garrick (2002) bei immerhin 13,6 %. Die hohe Heterosis für Langlebigkeit und lange Nutzungsdauer reduziert die „Replacement“-Rate. Dadurch steigen die Milch-, Fett- und Eiweiß-Lebensleistung pro Kuh und damit auch der wirtschaftliche Gewinn pro Kuh. Kreuzungen von Jersey- und Brown-Swiss-Bullen mit HF-Kühen hatten eine längere Lebenserwartung als reine HF-Tiere. Tendenziell konnte durch Kreuzung die Gesundheit, die Fruchtbarkeit, die Langlebigkeit und der Lebensgewinn der Kühe verbessert werden (Weigel and Barlass, 2003). Auch Lopez-Villalobos et al., (2000 b) schreiben über eine reduzierte Replacement-Rate für Kreuzungstiere der Rassen HF, Jersey und Ayrshire. HF x Jersey haben eine Replacement-Rate von 18,6 % und Jersey x Ayrshire 18,6 %, hingegen reine Jerseys 19,6 %, HF 21,9 % und Ayrshire 20,9 %. Durch die beobachtete Heterosis für die Lebensdauer steigert sich der Gewinn, da durch die geringere Replacement-Rate mehr Kühe für den Verkauf übrig sind und die Tiere länger in der Herde bleiben. Somit fällt die Milch-, Eiweiß- und Fettmenge höher aus, da ältere Kühe meist mehr Leistung bringen (Lopez-Villalobos and Garrick, 2002). Für die Lebensleistung wird immerhin eine Heterosis von bis zu 20 % beschrieben (McAllister et al., 1994). Außerdem zeigen viele Kreuzungen eine gleich



hohe Lebensleistung im Vergleich zu den in der Milchleistung allen überlegenen Holsteins. Die höchste Merzungsrate fand sich im Vergleich von Kreuzungstieren und HF bei den reinrassigen HF (Weigel and Barlass, 2003). Für die allgemeine Fitness der Kreuzung Red-Holstein x österreichisches Fleckvieh ergab sich eine Heterosis von 3 – 5 % (Fürst, 2005 b).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Ort

Die Untersuchung fand an Tieren aus der Herde des Lehr- und Versuchsgutes der Tierärztlichen Fakultät der LMU München in Oberschleißheim statt.

#### 3.2 Zeitraum

Die Daten wurden über 4 Jahre und 3 Monate gesammelt, vom 01.01.2000 bis zum 06.04.2004.

#### 3.3 Tiere

In diesem Zeitraum wurden insgesamt 224 Kühe in die Auswertung miteinbezogen, davon 72 Deutsche Holstein-Kühe (DH), 95 Deutsche Fleckvieh-Kühe (FV), und 57 Kreuzungstiere mit jeweils 50 % Fleckvieh- und 50 % Deutsche Holsteins-Anteilen. Von diesen sind 30 Tiere von einer Fleckviehmutter und einem Holsteinvater (DH-FV) und 27 Tiere reziprok von einer Holsteinmutter und einem Fleckviehvater (FV-DH).

Die Kreuzungstiere stammen alle aus eigener Nachzucht des Lehr- und Versuchsgutes, ebenso die Deutschen Holsteins; bei den Fleckviehtieren wurden 44 Kühe zugekauft.

Alle Tiere in dieser Untersuchung werden künstlich besamt.

Folgende Verteilung der Tiere nach Genotyp und Laktationsnummer für die einzelnen Auswertungen lag vor:

#### Melkroboterauswertung:

**Tab. 7: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die Roboterauswertung**

Genotyp	DH	DH-FV	FV	FV-DH	Gesamt
1. Lakt.	60	30	80	27	197
2. Lakt.	46	14	76	16	152
Tieranzahl	72	30	95	27	224

### **LKV-Tagesprüfung:**

**Tab. 8: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die LKV-Tagesprüfung**

Genotyp	DH	DH-FV	FV	FV-DH	Gesamt
1. Lakt.	40	30	59	22	151
2. Lakt.	35	14	57	16	122
Tieranzahl	52	30	72	27	181

Die geringere Tieranzahl bei den Daten für die LKV-Tagesprüfungsauswertung gegenüber den Daten der LKV-Laktationsauswertung (185 Tiere) lässt sich darauf zurückführen, dass die Daten der LKV-Tagesprüfung erst seit dem 24.10.2000 am LVG erfasst wurden.

### **LKV-Laktationsdaten:**

**Tab. 9: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die LKV-Laktationsleistung**

Genotyp	DH	DH-FV	FV	FV-DH	Gesamt
1. Lakt.	47	28	63	21	159
2. Lakt.	36	13	57	15	121
Tieranzahl	57	28	77	23	185

### **Fruchtbarkeitsdaten.**

**Tab. 10: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die Fruchtbarkeitsauswertung**

Genotyp	DH	DH-FV	FV	FV-DH	Gesamt
1. Lakt.	62	30	81	27	200
2. Lakt.	50	15	78	16	159
Tieranzahl	72	30	95	27	224

### **Gesundheit/Behandlungen:**

**Tab 11: Anzahl der Tiere nach Genotyp und Laktation für die Auswertung der Behandlungen**

Genotyp	DH	DH-FV	FV	FV-DH	Gesamt
1. Lakt.	49	24	60	19	152
2. Lakt.	42	9	66	14	131
Tieranzahl	72	30	95	27	224

Für die Genotypen DH, FV und FV-DH und bei der Auswertung der Behandlungen auch für DH-FV sind folglich in Abhängigkeit vom Auswertungszeitraum je nach Aus-

wertung zum Teil unterschiedliche Kühe in der ersten bzw. zweiten Laktation analysiert worden.

### **3.4 Haltung**

Alle Kühe werden ganzjährig in einem Boxenlaufstall mit 2 x 64 Liegeboxen gehalten. Ein Abteil, in dem sich hauptsächlich Fleckvieh-Kühe befinden, hat Hochboxen mit Gummimatten; das andere Abteil, mit einem Großteil der Schwarzbunten, besteht aus Tiefboxen mit Stroheinstreu. Die Kreuzungstiere sind auf beide Abteile annähernd gleich verteilt.

Die Boxen sind jeweils doppelreihig angelegt, wobei die Hochboxen eine Abmessung von jeweils 1,15 m Breite, 2,2 m Länge und 20 cm Kantenhöhe besitzen. Die Tiefboxen haben ebenfalls eine Abmessung von 1,15 m Breite und 2,2 m Länge. Jeweils 32 Boxen sind zu einem Block zusammengeschlossen.

An jedem Block befinden sich an den Schmalseiten am westlichen Ende und in der Mitte zwischen den beiden Blöcken jeweils 1 Tränkebecken, und an den Mittelgängen noch jeweils eine Wanne für die Lecksteine neben den Tränken. Zwischen Außenwand und Boxenkante beträgt der Abstand 2 m, zum Futtertisch 3 m.

Die beiden Abteile sind in der Mitte durch den Futtertisch getrennt. Auf der Ostseite, wo sich die Tiefboxen befinden, schließt ein Fressgitter den Futtertisch ab, indem die Tiere auch fixiert werden können. Das Fressplatz-Liegeplatz-Verhältnis beträgt hier 1 : 1. Als Besonderheit sind an der „Fleckvieh-Seite“ (Westseite) statt einem Fressgitter Futtertröge mit einer Waage für die Grundfutterverwiegung eingebaut, da diese für einen Versuch benötigt wurden. Dort beträgt das Fressplatz-Liegeplatz-Verhältnis 1 : 2,03.

Für den Kuhkomfort befindet sich in jedem Abteil jeweils eine Automatik-Bürste, die von den Tieren freiwillig aufgesucht werden kann.

Beide Abteile sind mit einem Spaltenboden versehen, über den entmistet wird. Der Stall wird über eine First-Traufe-Lüftung belüftet. Außerdem befinden sich in ihm noch 4 Großraumventilatoren mit einer Leistung von 50.000 m<sup>3</sup> / Std.

Trockenstehende Kühe werden im so genannten Mehrzweckstall I untergebracht, bis sie 3 Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin wieder in den Laufstall zurückkommen,

wo sie an die Fütterung gewöhnt werden. Im Mehrzweckstall I ist Platz für 40 Tiere, die in Langständen mit Gitterrost und Anbindung mit Kramer-Riemen gehalten werden.

Kurz vor der Geburt kommen sie dann in den Abkalbestall mit 14 Plätzen, ebenfalls mit Kramer-Anbindung, Langständen, Gitterrost und Stroheinstreu, in dem sie, wenn es keine Komplikationen gibt, bis 5 Tage nach der Geburt bleiben, um dann wieder in den Laufstall zurückzukehren.

Kranke Tiere kommen bis zur Genesung in den Krankenstall mit Anbindehaltung, der mit dem Abkalbestall identisch ist.

### **3.5 Melken**

An der südlichen Stirnseite des Stalles befindet sich für jedes Abteil ein Melkroboter des Fabrikats „Astronaut“ der niederländischen Firma Lely. Die Auslastung dieser Roboter liegt mit 2,5 – 3,5 Besuchen pro Tier und Tag bei ca. 80 %.

Das Melkpersonal besteht aus 3 Vollarbeitskräften, die in zwei Schichten (Früh- und Spätschicht) arbeiten.

Die Tiere besuchen normalerweise freiwillig den Melkroboter, da dort auch das milchleistungsbezogene Kraftfutter zugeteilt wird. Alle Tiere, die 10 Stunden nach dem letzten Besuch nicht wieder beim Melken waren, werden von den Melkern zum Roboter getrieben.

### **3.6 Stallarbeit**

Zweimal täglich, jeweils am Morgen und am Abend, wird der Spaltenboden in den Abteilen per Hand abgeschoben, was jeweils etwa 45 Minuten dauert. Dabei werden – wenn nötig - Hochboxen mit ausgemistet. Die Tiefboxen der „Holstein-Seite“ werden täglich mit frischem Stroh eingestreut und einmal wöchentlich glatt gezogen. 4- mal jährlich wird der komplette Stall gründlich gereinigt.

Die automatischen Melksysteme werden zwei Mal täglich (ca. 5.30 Uhr und 17.00 Uhr) einer Hauptreinigung unterzogen. Dabei werden neben dem Melkstand komplett alle Leitungen, auch die Hauptleitungen und Milchtanks, mit alkalischen und jedes 3. Mal mit sauren Reinigungs- und Desinfektionsmitteln gespült. Außerdem wird jedes Mal, wenn länger als 15 Minuten keine Kuh im Roboter war, mit klarem Wasser gereinigt. Die Teile des Roboters, die mit der Milch in Kontakt kommen, einschließlich der

Hauptleitungen, werden darüber hinaus jedes Mal mit Desinfektionslösung gespült, nachdem eine „gesperrte“ Kuh (d. h. eine Kuh mit Hemmstoffen nach Antibiotikagabe, erhöhter Zellzahl, erhöhter Leitfähigkeit oder klinischer Mastitis) gemolken wurde.

In die Software zur Steuerung der Melkroboter ist ein Managementsystem integriert. 2 x täglich werden Listen mit den viertelweise erfassten Leitfähigkeitsmessungen je Kuh kontrolliert. Wenn dabei Auffälligkeiten ersichtlicht sind, beispielsweise eine zu hohe Leitfähigkeit oder hohe Abweichungen der Leitfähigkeitmesswerte zwischen den Vierteln einer Kuh, werden die betroffenen Tiere genauer untersucht und entsprechende Maßnahmen eingeleitet.

Gefüttert wird 2 x täglich, wobei die totale Mischration mit einem Futtermischwagen verteilt wird.

### **3.7 Brunstbeobachtung und Besamung**

Die Brunstbeobachtung erfolgt durch alle im Stall beschäftigten Personen (im Rinderbereich tätiges Personal). Außerdem haben alle Tiere einen Halsriemen mit einem Transponder, der auch Aktivitätsmessung (über die Erfassung der Häufigkeit der Kopfbewegungen) zulässt. Tiere, die eine erhöhte Aktivität zeigen, werden dann gezielt beobachtet. Vormittags und nachmittags wird nochmals gezielt 2 – 3 x tgl. 30 bis 45 Minuten von den Melkern und dem Versuchstechniker nach Brunstsymptomen geschaut.

In den meisten Fällen wird künstlich besamt (durch die Tierärzte / -innen oder den Versuchstechniker). In Spezialfällen kommt der betriebseigene Deckbulle zum Einsatz. Als freiwillige Wartezeit p. p. werden 60 bis 70 Tage angegeben, d. h. vorher werden Brunsten nicht genutzt.

Bei Hochleistungstieren mit einer Einsatzleistung von über 45 kg wurde im Versuchszeitraum die freiwillige Wartezeit teilweise bis auf 100 Tage verlängert.

### **3.8 Trockenstellen**

Die Tiere werden abrupt trockengestellt, von einer Melkzeit auf die Andere. Dies geschieht 8 Wochen vor dem errechneten Kalbetermin. Ca. 95 % der Tiere werden dabei mit antibiotikahaltigem Trockensteller behandelt. Nur Kühe, die eine sehr niedrige Zellzahl haben und während der ganzen Laktation unauffällig waren, erhalten keine Trockenstellermedikation. Während der ersten 5 Wochen des Trockenstehens kommen die

Tiere, wie oben erwähnt, in den Mehrzweckstall, die letzten 3 Wochen kommen sie dann wieder in den Laufstall, um an die TMR-Ration gewöhnt zu werden.

### **3.9 Fütterung**

Die Tiere erhalten 2 x täglich eine TMR (Totale Mischration) vorgelegt, die neben Grundfutter auch einen Teil an Kraftfutter (je nach Futtersituation 1 bis 2 kg) enthält.

Das restliche Kraftfutter, je nach Milchleistung, erhalten die Tiere im Melkroboter (maximale Menge ist dabei 9 kg).

Die TMR setzt sich wie folgt zusammen:

36,6 %	Grassilage
56,2 %	Maissilage
1,2 %	Heu
1,2 %	Körnermais
2,4 %	Rapsschrot
2,4 %	Sojaschrot

Die Ration für die trockenstehenden Kühe im Mehrzweckstall besteht aus:

81,8 %	Grassilage
4,6 %	Heu
13,6 %	Gerstenstroh

Das Kraftfutter ist wie folgt zusammengesetzt:

1. Kraftfutter, das über die TMR verabreicht wird:

22,3 %	Gerste
33,5 %	Weizen
20,0 %	Mais
14,1 %	Sojaschrot
7,5 %	Hafer
2,6 %	Mineralfutter

(Seit 2003 wird bis zu 5 % Rapsschrot anstatt Hafer gefüttert).

2. Kraftfutter, das über den Melkroboter verabreicht wird:

21,6 %	Gerste
24,6 %	Weizen
5,8 %	Hafer
15,0 %	Mais
30,8 %	Sojaschrot
2,2 %	Mineralfutter / Futterkalk

(Seit 2003 wird auch hier bis zu 10 % Rapsschrot und bis zu 8 % Lipicafett anstatt Soja verabreicht).

### **3.10 Melkroboter**

Die beiden Melkroboter (Modell „Astronaut“) sind Fabrikate der Firma Lely Industries N.V. Maasland / Netherlands.

Zum gesamten Automatischen Melksystem (AMS) gehören neben dem eigentlichen Melkroboter noch ein PC einschließlich Managementsystem und Datenspeicher, das Modem, das Druckluft- und Milchleistungssystem sowie ein zentrales Reinigungssystem.

Jeder der beiden Melkroboter ist eine Einboxenanlage und als Kasten mit den Maßen 4,4 m Länge, 3,8 m Breite und 2,1 m Höhe konzipiert. Der Boden besteht größtenteils aus Riffelblech. In Höhe der Hintergliedmaßen der Kühe ist ein Spaltenrost eingebaut. Die offene, dem Stall zugewandte Seite ist mit einer Eingangs- und einer Ausgangstür aus Metallrohren ausgestattet. An der Kopfseite befindet sich der Kraftfutterautomat. Die Bedienungselemente sind alle auf der vom Stall abgewandten Seite untergebracht.

Ein Besuch einer Kuh sieht folgendermaßen aus:

- Die Kuh betritt den Melkroboter
- Registrierung der Kuh über Transpondererkennung
- Schließen des Eingangstores
- Abfrage der Kuhdaten
- Starten der Fütterung über den Kraftfutterautomat
- Einschwenken der Roboterarmes und der Reinigungsrollen (gegenläufig rotierende Bürsten)



- Vorreinigen der Vorderzitzen
- Reinigen der Vorder- und Hinterzitzen
- Ausschwenken der Reinigungsrollen
- Suche der Zitzen per Laser (Koordinaten sind einstellbar)
- Ansetzen der Melkbecher hinten links
- Ansetzen der Melkbecher hinten rechts
- Ansetzen der Melkbecher vorne rechts
- Ansetzen der Melkbecher vorne links
- Kontrolle der Vakuumniveaus
- Desinfektion der Reinigungsrollen
- Individuelles Vormelken jedes Viertels, Milch wird separat abgeführt
- Messung der Leitfähigkeit für jedes Viertel getrennt
- Messung des Milchflusses für jedes Viertel
- Messung der Milchmenge je Gemelk
- Messung der Melkdauer
- Kontrolle des Milchflusses
- Abnehmen des Zitzenbechers, wenn entsprechendes Viertel ausgemolken ist
- Dippen des Euters, wenn alle Zitzenbecher abgenommen sind
- Zurückfahren des Roboterarmes in den Ruhestand
- Messen und Abpumpen der Milchmenge
- Öffnen des Ausgangstores, Tier verlässt den Roboter
- Übertragung der Daten ins Managementprogramm
- Meldung über Verlassen des Tieres aus der Box
- Schließen des Ausgangstores
- Öffnen den Eingangstores

Der Roboter registriert außerdem die von der Kuh gefressene Kraftfuttermenge und die Zwischenmelkzeit.

Reinigung des Roboters:

Es ist ein Hauptreinigungsgang einstellbar, der 12 Minuten dauert und im Allgemeinen zweimal täglich durchgeführt wird. Zur Reinigung wird Heißwasser mit Reinigungs-

und Desinfektionsmitteln verwendet. Eine Zwischenspülung ist nach jeder Melkung möglich.

Nach jeder auffälligen Kuh (Kühe mit Wartezeit, erhöhter Zellzahl) wird eine Hauptreinigung durchgeführt. Wenn 15 Minuten keine Kuh im Roboter war, wird mit klarem Wasser gespült.

### 3.11 Statistische Methoden

Alle Auswertungen der Roboter- und LKV-Daten wurden mithilfe des Programms SAS (Version 8.02) in Form einer GLM-Varianzanalyse (GLM = General Linear Modell) ausgeführt. Ebenso wurde das Erstkalbealter mit dieser Methode ausgewertet.

Das Signifikanzniveau wurde jeweils mit  $p=0,05$  festgelegt.

#### Auswertungen

##### Allgemeines:

Bei allen Auswertungen wurden nur die erste und zweite Laktation der Kühe berücksichtigt. Weitere Laktationen konnten aufgrund zu weniger Daten nicht in die Auswertungen miteinbezogen werden.

Im Jahre 2002 fand am Lehr- und Versuchsgut ein häufiger Wechsel des Melkpersonals statt, wodurch zum Teil der Leistungseinbruch in diesem Jahr zu erklären ist.

##### Auswertungen Melkroboterdaten:

Das **Erstkalbealter** wurde in Klassen eingeteilt.

Es wurden jeweils 2-Monatsklassen ab dem 700. Lebenstag gebildet.

**Tab. 12: Erstkalbealter-Klassen**

Klasse	Tag
1	700 bis 760
2	761 bis 820
3	821 bis 880
4	881 bis 940
5	941 bis 1000
6	1001 bis 1060
7	1061 bis 1120
8	1121 bis 1180
9	>1180

Die Laktationstage wurden in **Laktationsstadien** zusammengefasst:

**Tab. 13: Laktationsstadien-Klassen**

Stadium	Tag
1	0 bis 100
2	101 bis 200
3	201 bis 305
4	>305

Auch wurden für die **Anzahl an Gemelken** Klassen gebildet.

Wenn bei einer Kuh an einem Tag 0 Gemelke verzeichnet wurden, wurde dieser Datensatz bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

**Tab. 14: Gemelkszahl-Klassen**

Klasse	Gemelke
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	> 6

Die **Jahreszeit** wurde berücksichtigt, dabei wurden immer zwei Monate zu einer Gruppe zusammengefasst.

**Tab. 15: Saison-Klassen**

Saison	Jahreszeit
1	Januar - Februar
2	März - April
3	Mai - Juni
4	Juli - August
5	September - Oktober
6	November - Dezember

Der **Zeitabstand zwischen 2 Gemelken** wurde in folgende Klassen eingeteilt:

**Tab. 16: Zeitabstand-Klassen**

Klasse	Stunden
1	0 bis 2
2	2 bis 4
3	4 bis 6
4	6 bis 8
5	8 bis 10
6	10 bis 12
7	12 bis 14
8	14 bis 16
9	16 bis 18
10	18 bis 20
11	20 bis 22
12	22 bis 24
13	24 bis 48
14	>48

Zeitabstände von über 4 Tagen (96 Stunden) wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Die Klassen 1 – 3 (Zeitabstand zwischen den Gemelken von unter 6 Stunden) kamen nur in der Einführungszeit nach Einbau der Melkroboter vor, die zeitlich mit dieser Auswertung zusammenfiel. Jetzt werden Kühe mit einer Zwischenmelkzeit von < 6 Stunden nicht mehr zum Melken zugelassen. Kühe mit Zwischenmelkzeiten > 24 Stunden (Klassen 13 und 14) waren höchstwahrscheinlich in der Zwischenzeit im Krankstall und wurden dort gemolken.

Die **Milchmenge pro Gemelk** wurde in folgende Klassen eingeteilt:

**Tab. 17: Milchmenge / Gemelk-Klassen**

Klasse	Liter
0	keine Milchleistung
1	<2
2	2 bis 4
3	4 bis 6
4	6 bis 8
5	8 bis 10
6	10 bis 12
7	12 bis 14
8	>14

Die **Tagesleistung** wurde wie folgt in Gruppen zusammengefasst:

**Tab. 18: Tagesleistung Roboter-Klassen**

<b>Milchklasse</b>	<b>Liter</b>
1	0 bis 5
2	5 bis 10
3	10 bis 15
4	15 bis 20
5	20 bis 25
6	25 bis 30
7	30 bis 35
8	>35

#### **Auswertungen LKV-Daten:**

Gemessen wurde 11-mal jährlich, immer 24 Stunden am Stück im so genannten Shuttle-Verfahren.

#### **LKV-Laktationsleistung:**

(entspricht der Laktationsleistung der laufenden Laktation)

Für die **Laktationsdauer** wurden Klassen gebildet.

**Tab. 19: Laktationsdauer-Klassen**

<b>Klasse</b>	<b>Tage</b>
1	>250 bis 300
2	>300 bis 305

Klasse 2 => 300 Tage (Vollständige Laktation).

#### **LKV-Prüfungen (Prüftagesleistung):**

(entspricht der Tagesleistung am jeweiligen Messtag)

Die Einteilung des **Laktationsstadiums** in Klassen entspricht der Einteilung bei den Roboterdaten.

Die **Jahreszeit** (Saison) wurde wie bei den Roboterdaten in 2-Monatsklassen eingeteilt.

Zur Berechnung von weiteren **Fruchtbarkeitsdaten** wurden Excel-Tabellen mit Hilfe von SQL-Abfragen aus dem Microsoft SQL-Server erstellt. Die Berechnung der Fruchtbarkeitsparameter einschließlich dazugehöriger Standardabweichung erfolgte mit Microsoft Excel.

Für die Auswertungen **Gesundheit - Behandlungen und Medikamentenverbrauch** wurde mit Hilfe von SAS eine Proc-Freq-Häufigkeitsanalyse vorgenommen und damit Kontingenztafeln erstellt.

Die **Heterosis** wurde nach der Formel:

$$h(F1) = 0,5 (FV-DH + DH-FV) - 0,5 (FV + DH)$$

berechnet.

#### **Verwendete Statistische Modelle:**

Die Zusammenfassung in Gruppen der einzelnen Parameter ist aus den oben aufgeführten Tabellen ersichtlich.

#### **Tagesmilchleistung (Roboterdaten)**

Berücksichtigt wurden neben dem Einfluss der Rasse noch das Melkjahr, die Laktationsnummer, das Laktationsstadium, Roboter eins oder zwei, das Erstkalbealter, die Gemelkszahl und die Jahreszeit. Außerdem wurden noch misslungene Melkversuche und der Kraftfutterverbrauch pro Kuh als Covariate berücksichtigt. 90.345 Datensätze wurden in Auswertung einbezogen.

$$y_{ijklmnopqrst} = \text{Jahr}_i + \text{Rasse}_j + \text{LNR}_k + \text{Laktstad}_l + \text{Rob}_m + \text{Erstkalb}_n + \text{AnzGem}_o \\ + \text{Sai}_p + \text{Zeitab}_q + (\text{LNR}_k * \text{Rob}_m) + (\text{Rob}_m * \text{AnzGem}_o) \\ + \beta \text{Misslungen}_{ijklmnopqr} + \beta \text{Kraftfutter}_{ijklmnopqr} + e_{ijklmnopqr}$$

mit:

$y_{ijklmnopqr}$  = Beobachtungswert

$\text{Jahr}_i$  = Melkjahr ( $i = 1,2,3,4$ )

$\text{Rasse}_j$  = Rasse (Genotyp) ( $j = 1,2,3,4$ )

$\text{LNR}_k$  = Laktationsnummer ( $k = 1,2$ )

$\text{Laktstad}_l$  = Laktationsstadium ( $l = 1,2,3,4$ )

$\text{Rob}_m$  = Roboter ( $m = 1,2$ )

$\text{Erstkalb}_n$  = Erstkalbealter ( $n = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

AnzGem<sub>o</sub> = Anzahl Gemelke am Tag (o = 1,2,3,4,5,6)

Sai<sub>p</sub> = Saison (Doppelmonat pro Jahr) (p = 1,2,3,4,5,6)

Zeitab<sub>q</sub> = Zeitabstand zwischen den Gemelken (q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,  
11, 12, 13, 14)

βMissslungen<sub>ijklmnopqr</sub> = lineare Regression auf die Anzahl misslungener  
Melkversuche

βKraftfutter<sub>ijklmnopqr</sub> = lineare Regression auf die Kraftfuttermenge

e<sub>ijklmnopqr</sub> = Restfehler

### Milchmenge / Gemelk

Die Rasse, die Jahreszeit, das Melkjahr, Roboter 1 oder 2, die Gemelkszahl, der Zeitabstand zwischen den Gemelken, das Erstkalbealter, die Laktationsnummer und das Laktationsstadium gingen in die Auswertung ein.

Missslungene Melkversuche wurden als Covariate berücksichtigt.

244.277 Datensätze wurden ausgewertet.

$$Y_{ijklmnopqr} = \text{Jahr}_i + \text{Rasse}_j + \text{LNR}_k + \text{Laktstad}_l + \text{Rob}_m + \text{Erstkalb}_n + \text{AnzGem}_o \\ + \text{Sai}_p + \text{Zeitab}_q + (\text{LNR}_k * \text{Rob}_m) + (\text{Rob}_m * \text{AnzGem}_o) \\ + \beta \text{Missslungen}_{ijklmnopqr} + e_{ijklmnopqr}$$

mit:

$Y_{ijklmnopqr}$  = Beobachtungswert

Jahr<sub>i</sub> = Melkjahr (i = 1,2,3,4)

Rasse<sub>j</sub> = Rasse (Genotyp) (j = 1,2,3,4)

LNR<sub>k</sub> = Laktationsnummer (k = 1,2)

Laktstad<sub>l</sub> = Laktationsstadium (l = 1,2,3,4)

Rob<sub>m</sub> = Roboter (m = 1,2)

Erstkalb<sub>n</sub> = Erstkalbealter (n = 1,2,3,4,5,6,7,8,9)

AnzGem<sub>o</sub> = Anzahl Gemelke am Tag (o = 1,2,3,4,5,6)

Sai<sub>p</sub> = Saison (Doppelmonat pro Jahr) (p = 1,2,3,4,5,6)

Zeitab<sub>q</sub> = Zeitabstand zwischen den Gemelken (q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,  
11, 12, 13, 14)

$\beta_{\text{Misslungen}_{ijklmnopqr}}$  = lineare Regression auf die Anzahl misslungener  
Melkversuche

$e_{ijklmnopqr}$  = Restfehler

### Milchfluss

Berücksichtigt wurden neben der Rasse die Laktationsnummer, das Laktationsstadium, der Zeitabstand zwischen den Gemelken, der Roboter, das Melkjahr, die Anzahl der Gemelke am Tag, das Erstkalbealter, die Saison, und die Milchmenge pro Gemelk.

Als Covariate fanden die Melkdauer aller Viertel, die Anzahl misslungener Melkversuche und der maximale Milchfluss Eingang in die Auswertung.

244.277 Datensätze wurden ausgewertet.

$$Y_{ijklmnopqrs} = \text{Jahr}_i + \text{Rasse}_j + \text{LNR}_k + \text{Laktstad}_l + \text{Rob}_m + \text{Erstkalb}_n + \text{AnzGem}_o + \\ + \text{Sai}_p + \text{Zeitab}_q + \text{Menge}_r + \beta_{\text{Misslungen}_{ijklmnopqrs}} + \\ \beta_{\text{Milchfluss\_max}_{ijklmnopqrs}} + \beta_{\text{Melk\_rv}_{ijklmnopqrs}} + \\ \beta_{\text{Melk\_rh}_{ijklmnopqrs}} + \beta_{\text{Melk\_lv}_{ijklmnopqrs}} + \beta_{\text{Melk\_lh}_{ijklmnopqrs}} + \\ e_{ijklmnopqrs}$$

mit:

$Y_{ijklmnopqrs}$  = Beobachtungswert

$\text{Jahr}_i$  = Melkjahr ( $i = 1,2,3,4$ )

$\text{Rasse}_j$  = Rasse (Genotyp) ( $j = 1,2,3,4$ )

$\text{LNR}_k$  = Laktationsnummer ( $k = 1,2$ )

$\text{Laktstad}_l$  = Laktationsstadium ( $l = 1,2,3,4$ )

$\text{Rob}_m$  = Roboter ( $m = 1,2$ )

$\text{Erstkalb}_n$  = Erstkalbealter ( $n = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

$\text{AnzGem}_o$  = Anzahl Gemelke am Tag ( $o = 1,2,3,4,5,6$ )

$\text{Sai}_p$  = Saison (Doppelmonat pro Jahr) ( $p = 1,2,3,4,5,6$ )

$\text{Zeitab}_q$  = Zeitabstand zwischen den Gemelken ( $q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,$   
11, 12, 13, 14)

$\text{Menge}_r$  = Milchmenge pro Gemelk ( $s = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

$\beta_{\text{Misslungen}_{ijklmnopqrs}}$  = lineare Regression auf die Anzahl misslungener  
Melkversuche

$\beta_{\text{Milchfluss\_max}_{ijklmnopqrs}}$  = lineare Regression auf den maximalen Milchfluss

$\beta_{\text{Melk\_rv}_{ijklmnopqrs}}$  = lineare Regression auf die Melkdauer vorne rechts



$\beta_{\text{Melk\_rh}_{ijklmnopqs}}$  = lineare Regression auf die Melkdauer hinten rechts

$\beta_{\text{Melk\_lv}_{ijklmnopqs}}$  = lineare Regression auf die Melkdauer vorne links

$\beta_{\text{Melk\_lh}_{ijklmnopqs}}$  = lineare Regression auf die Melkdauer hinten links

$e_{ijklmnopqs}$  = Restfehler

## Melkdauer

Die Auswertung berücksichtigt neben der Rasse, der Laktationsdauer, dem Laktationsstadium, dem Zeitabstand zwischen den Gemelken, dem Roboter, dem Melkjahr, der Anzahl der Gemelke, der Jahreszeit und der Milchmenge auch noch als Covariate misslungene Versuche, den maximalen Milchfluss und den durchschnittlichen Milchfluss.

244.277 Datensätze wurden in die Auswertung einbezogen.

$$Y_{ijklmnopqs} = \text{Jahr}_i + \text{Rasse}_j + \text{LNR}_k + \text{Laktstad}_l + \text{Rob}_m + \text{Erstkalb}_n + \text{AnzGem}_o \\ + \text{Sai}_p + \text{Zeitab}_q + \text{Menge}_r + \beta_{\text{Misslungen}_{ijklmnopqs}} \\ + \beta_{\text{Milchfluss\_max}_{ijklmnopqs}} + \beta_{\text{Milchfluss\_q}_{ijklmnopqs}} + e_{ijklmnopqs}$$

mit:

$Y_{ijklmnopqs}$  = Beobachtungswert

$\text{Jahr}_i$  = Melkjahr ( $i = 1,2,3,4$ )

$\text{Rasse}_j$  = Rasse (Genotyp) ( $j = 1,2,3,4$ )

$\text{LNR}_k$  = Laktationsnummer ( $k = 1,2$ )

$\text{Laktstad}_l$  = Laktationsstadium ( $l = 1,2,3,4$ )

$\text{Rob}_m$  = Roboter ( $m = 1,2$ )

$\text{Erstkalb}_n$  = Erstkalbealter ( $n = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

$\text{AnzGem}_o$  = Anzahl Gemelke am Tag ( $o = 1,2,3,4,5,6$ )

$\text{Sai}_p$  = Saison (Doppelmonat pro Jahr) ( $p = 1,2,3,4,5,6$ )

$\text{Zeitab}_q$  = Zeitabstand zwischen den Gemelken ( $q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14$ )

$\text{Menge}_r$  = Milchmenge pro Gemelk ( $s = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

$\beta_{\text{Misslungen}}$  = lineare Regression auf die Anzahl misslungener Melkversuche

$\beta_{\text{Milchfluss\_max}_t}$  = lineare Regression auf den maximalen Milchfluss

$\beta_{\text{Milchfluss\_qu}}$  = lineare Regression auf den durchschnittlichen Milchfluss

$e_{ijklmnopqs}$  = Restfehler

## Leitfähigkeit

In die Auswertung wurden neben der Rasse auch die Jahreszeit, das Laktationsstadium, die Laktationsnummer, der Zeitabstand zwischen den Gemelken, das Melkjahr, der Roboter, die Anzahl an Gemelken, die Milchmenge pro Gemelk und das Erstkalbealter miteinbezogen.

Covariaten wurden nicht definiert. In die Auswertung wurden 244.277 Datensätze einbezogen.

$$Y_{ijklmnopqs} = \text{Jahr}_i + \text{Rasse}_j + \text{LNR}_k + \text{Laktstad}_l + \text{Rob}_m + \text{Erstkalb}_n + \text{AnzGem}_o \\ + \text{Sai}_p + \text{Zeitab}_q + \text{Menge}_r + e_{ijklmnopqs}$$

mit:

$Y_{ijklmnopqs}$  = Beobachtungswert

$\text{Jahr}_i$  = Melkjahr ( $i = 1,2,3,4$ )

$\text{Rasse}_j$  = Rasse (Genotyp) ( $j = 1,2,3,4$ )

$\text{LNR}_k$  = Laktationsnummer ( $k = 1,2$ )

$\text{Laktstad}_l$  = Laktationsstadium ( $l = 1,2,3,4$ )

$\text{Rob}_m$  = Roboter ( $m = 1,2$ )

$\text{Erstkalb}_n$  = Erstkalbealter ( $n = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

$\text{AnzGem}_o$  = Anzahl Gemelke am Tag ( $o = 1,2,3,4,5,6$ )

$\text{Sai}_p$  = Saison (Doppelmonat pro Jahr) ( $p = 1,2,3,4,5,6$ )

$\text{Zeitab}_q$  = Zeitabstand zwischen den Gemelken ( $q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14$ )

$\text{Menge}_r$  = Milchmenge pro Gemelk ( $r = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$ )

$e_{ijklmnopqs}$  = Restfehler

## LKV-Prüfung (Prüftagesleistung)

Es wurden jeweils 3.012 Datensätze ausgewertet.

### Milchleistung (kg/Tag)

Die Milchleistung wurde in Abhängigkeit von den fixen Effekten Rasse (Genotyp), Kalbejahr, Laktationsnummer, dem Laktationsstadium und der Saison (Saison x Kalbejahr x Prüfnummer) ausgewertet. Als Covariate wurden der Fett- und Eiweißgehalt (%) berücksichtigt.

$$y_{ijklmno} = \text{Rasse}_i + \text{LNR}_j + (\text{Rasse}_i * \text{LNR}_j) + \text{Laktstad}_k + (\text{Sai}_l * \text{KJ}_m * \text{PN}_n) + \beta_{\text{Fett}}\%_{ijklmno} + \beta_{\text{Eiwei\ss}}\%_{ijklmno} + e_{ijklmno}$$

mit:

$y_{ijklmno}$  = Beobachtungswert

$\text{Rasse}_i$  = Rasse (Genotyp) (i = 1,2,3,4)

$\text{LNR}_j$  = Laktationsnummer (j = 1,2)

$\text{Laktstad}_k$  = Laktationsstadium (k = 1,2,3,4)

$\text{Sai}_l$  = Saison (Doppelmonat pro Jahr) (l = 1,2,3,4,5,6)

$\text{KJ}_m$  = Kalbejahr (m = 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004)

$\text{PN}_n$  = Prüfnummer (n = 1-11)

$\beta_{\text{Fett}}\%_{ijklmno}$  = lineare Regression auf den Fettgehalt (%)

$\beta_{\text{Eiwei\ss}}\%_{ijklmno}$  = lineare Regression auf den Eiweißgehalt (%)

$e_{ijklmno}$  = Restfehler

Bei den Merkmalen Eiweiß-Prozent, Fett-Prozent, Harnstoffgehalt und Zellzahl wurden neben der Rasse (Genotyp) das Kalbejahr, die Jahreszeit (Saison), das Laktationsstadium, die Laktationsnummer sowie die Prüfnummer berücksichtigt (siehe Modelle).

### **Fettgehalt (%), Eiweißgehalt (%), Harnstoffgehalt (mg/dl), Zellzahl (je ml)**

$$y_{ijklmno} = \text{Rasse}_i + \text{LNR}_j + (\text{Rasse}_i * \text{LNR}_j) + \text{Laktstad}_k + (\text{Sai}_l * \text{KJ}_m * \text{PN}_n) + e_{ijklmno}$$

mit:

$y_{ijklmno}$  = Beobachtungswert

$\text{Rasse}_i$  = Rasse (Genotyp) (i = 1,2,3,4)

$\text{LNR}_j$  = Laktationsnummer (j = 1,2)

$\text{Laktstad}_k$  = Laktationsstadium (k = 1,2,3,4)

$\text{Sai}_l$  = Saison (Doppelmonat pro Jahr) (l = 1,2,3,4,5,6)

$\text{KJ}_m$  = Kalbejahr (m = 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004)

$\text{PN}_n$  = Prüfnummer (n = 1-11)

$e_{ijklmno}$  = Restfehler

## LKV-Laktation

Jeweils 280 Datensätze wurden ausgewertet. Tiere, deren Laktationsdauer unter 251 Tage oder über 305 Tage betrug, wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Berücksichtigt wurden neben der Rasse (Genotyp) das Kalbejahr, die Laktationsnummer und die Laktationsdauer. Allein für die Milchmenge wurden zusätzlich der Eiweiß- und der Fettgehalt als Covariate verwendet.

### Generelles lineares Modell für LKV-Laktationsdaten:

$$y_{ijklm} = \text{Rasse}_i + \text{LNR}_j + (\text{Rasse}_i * \text{LNR}_j) + \text{Laktdauer}_k + \text{KJ}_l + e_{ijklm}$$

mit:

$y_{ijklm}$  = Beobachtungswert

$\text{Rasse}_i$  = Rasse (Genotyp) ( $i = 1,2,3,4$ )

$\text{LNR}_j$  = Laktationsnummer ( $j = 1,2$ )

$\text{Laktdauer}_k$  = Laktationsdauer ( $k = 1,2$ )

$\text{KJ}_l$  = Kalbejahr ( $j = 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004$ )

$e_{ijklm}$  = Restfehler

### Milchleistung

$$y_{ijklm} = \text{Rasse}_i + \text{LNR}_j + \text{Laktdauer}_k + \text{KJ}_l + \beta_{\text{Fett\_ \%}} + \beta_{\text{Eiweiß\_ \%}} + e_{ijkl}$$

mit:

$y_{ijklm}$  = Beobachtungswert

$\text{Rasse}_i$  = Rasse (Genotyp) ( $= 1,2,3,4$ )

$\text{LNR}_j$  = Laktationsnummer ( $= 1,2$ )

$\text{Laktdauer}_k$  = Laktationsdauer ( $= 1,2$ )

$\text{KJ}_l$  = Kalbejahr ( $j = 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004$ )

$\beta_{\text{Fett\_ \%}}_{ijklm}$  = lineare Regression auf den Fettgehalt

$\beta_{\text{Eiweiß\_ \%}}_{ijklm}$  = lineare Regression auf den Eiweißgehalt

$e_{ijklm}$  = Restfehler

### **Erstkalbealter**

$$Y_{ij} = \text{Rasse}_i + e_{ij},$$

$y_{ij}$  = Beobachtungswert

$\text{Rasse}_i$  = Rasse (Genotyp) (= 1,2,3,4)

$e_{ij}$  = Restfehler

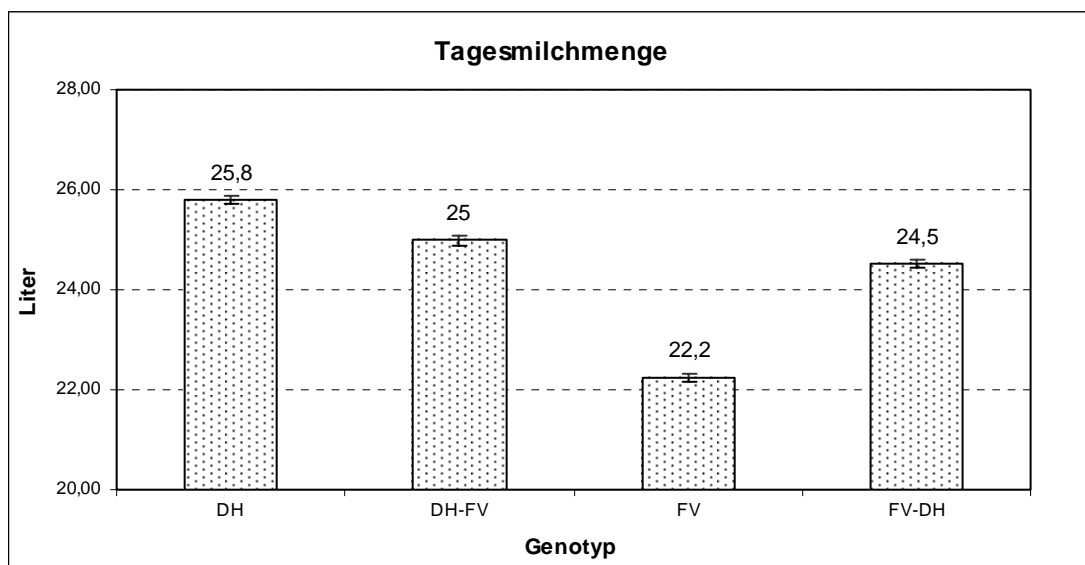
267 Datensätze wurden einbezogen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Melkroboterdaten

#### 4.1.1 Tagesmilchleistung

Die Auswertung der Tagesmilchleistung wurde zum einen aus den Melkroboterdaten, zum anderen aus den Daten der LKV-Prüfung vorgenommen. Zuerst folgt die Auswertung der Roboterdaten. Die Werte wurden korrigiert auf die Anzahl der misslungenen Melkversuche und auf die aufgenommene Kraftfuttermenge.

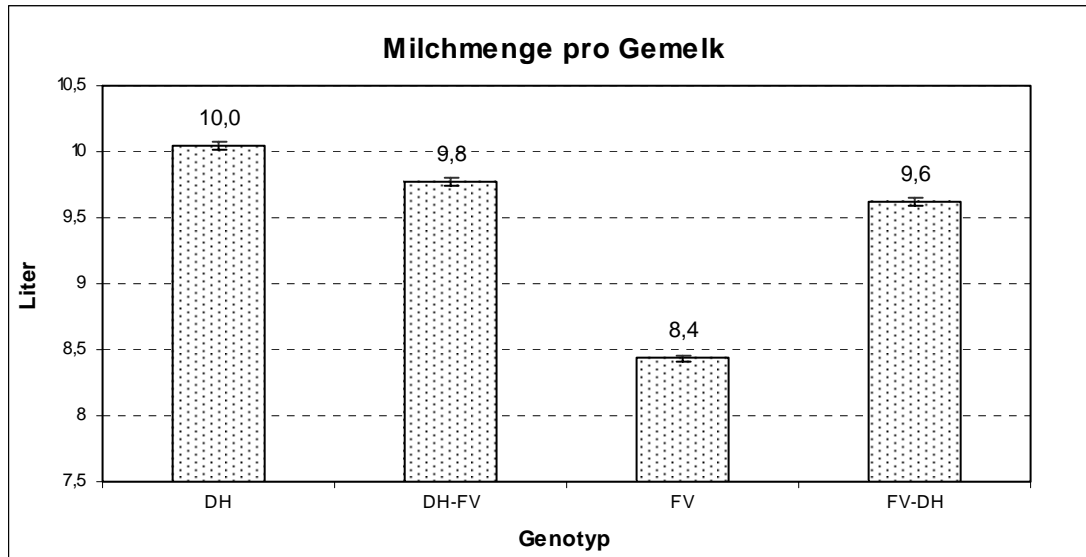


**Abb. 1: Tagesmilchmenge in Litern**

Wie zu erwarten war, zeigt die Rasse Deutsche Holsteins (DH) mit 25,8 Litern durchschnittliche Milchleistung am Tag das beste Ergebnis. Die geringste Milchleistung weisen die Fleckviehkühe (FV) mit durchschnittlich nur 22,2 Litern auf. Zwischen den reziproken Kreuzungsgenotypen besteht zwar noch ein signifikanter Unterschied. Sie liegen aber zwischen den reinrassigen Tieren mit 25 Liter bei DH-FV und 24,5 Liter bei FV-DH eng beisammen. Dies ergibt eine Heterosis von 0,74 Litern/Tag.

### 4.1.2 Milchmenge pro Gemelk

Die Milchmenge pro Gemelk stammt ebenfalls aus den Melkroboterdaten. Eine Korrektur auf die Anzahl der misslungenen Melkversuche wurde vorgenommen.



**Abb. 2: Milchmenge / Gemelk in Litern**

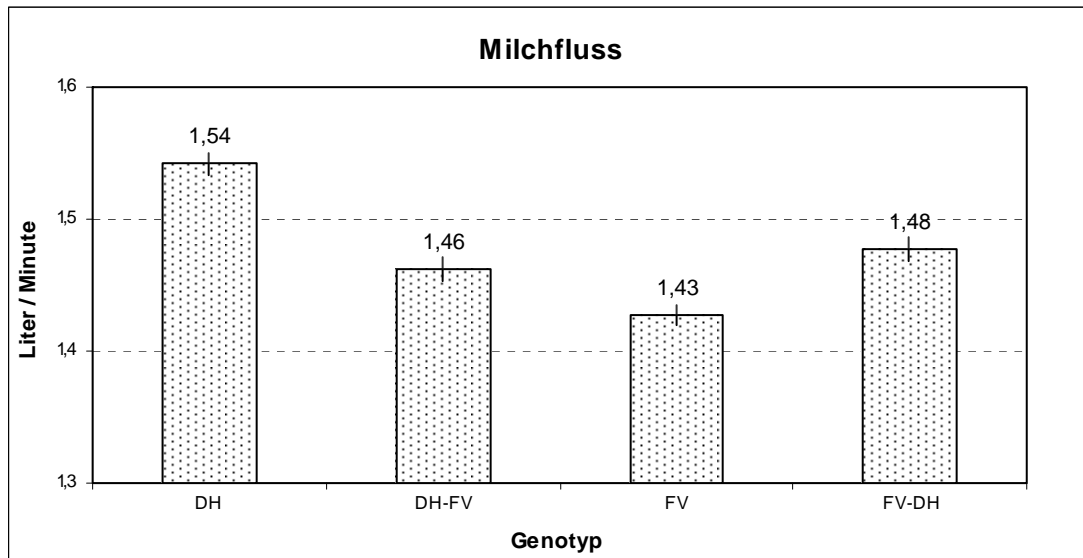
Die durchschnittlich höchste Leistung pro Gemelk zeigen erwartungsgemäß die Tiere der Rasse Deutsche Holsteins mit 10,0 Litern, gefolgt von DH-FV mit 9,8 Litern und FV-DH mit 9,6 Litern.

Die geringste durchschnittliche Gemelksmenge findet man bei den Fleckviehtieren mit nur 8,4 Litern.

Die Unterschiede zwischen den Genotypen sind signifikant ( $p=0,05$ ). Der Heterosisfaktor beträgt 0,455 Liter/Gemelk.

### 4.1.3 Milchfluss

Der Milchfluss pro Kuh und Gemelk wurde aus den Melkroboterdaten ausgewertet. Eine Korrektur auf die Anzahl der misslungenen Melkversuche, auf den maximalen Milchfluss sowie auf die jeweilige Melkdauer der einzelnen Viertel fand statt.



**Abb. 3: Milchfluss in Litern/Minute**

Zwischen allen vier Genotypen besteht ein signifikanter Unterschied im Milchfluss. Die Rasse mit der höchsten Milchleistung zeigt auch den höchsten Milchfluss, nämlich Deutsche Holsteins mit 1,54 Litern/Minute. Nachfolgend kommen FV-DH mit 1,48 Litern/Minute und DH-FV mit 1,46 Litern/Minute. Den geringsten Milchfluss hat das Fleckvieh mit nur 1,43 Litern/Minute. Die Heterosis beträgt 0,015 Liter/Minute.



#### 4.1.4 Melkdauer

Die Melkdauer wird vom Roboter für jedes Viertel getrennt bestimmt. Die Werte wurden auf den maximalen Milchfluss, den durchschnittlichen Milchfluss und die Anzahl der misslungenen Melkversuche korrigiert.

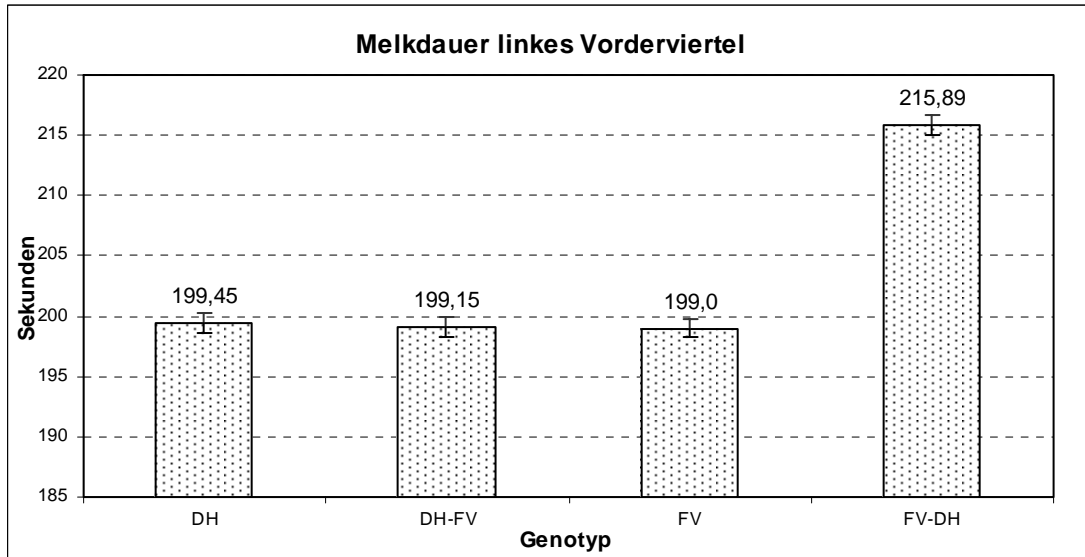


Abb. 4: Melkdauer in Sekunden, linkes Vorderviertel

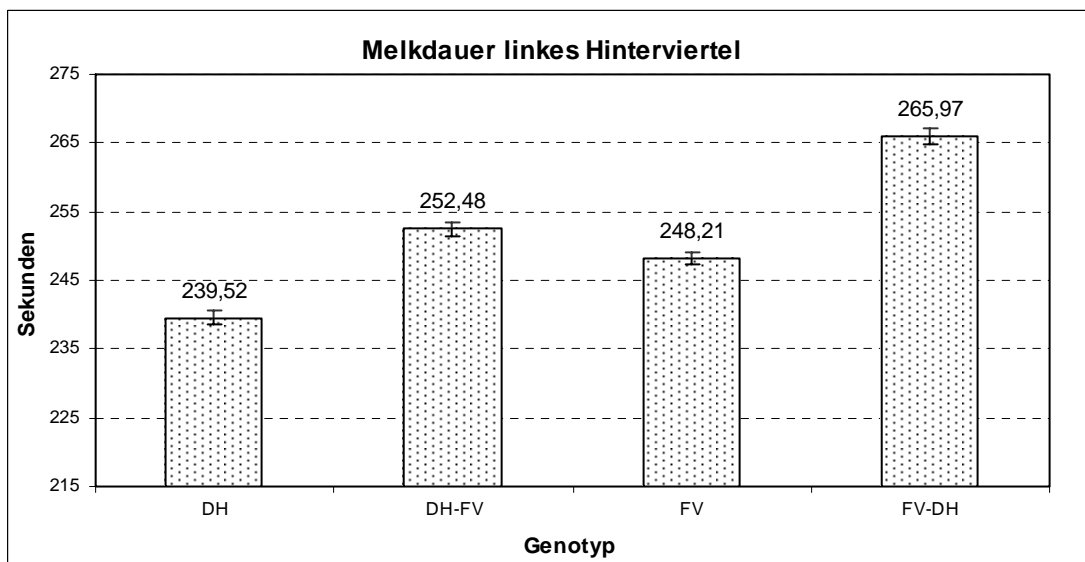
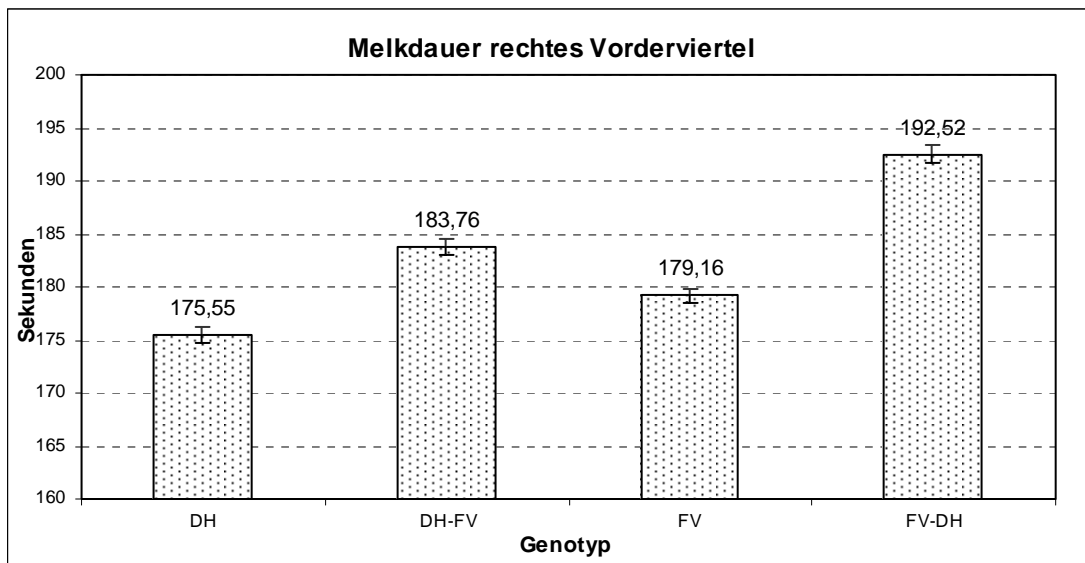
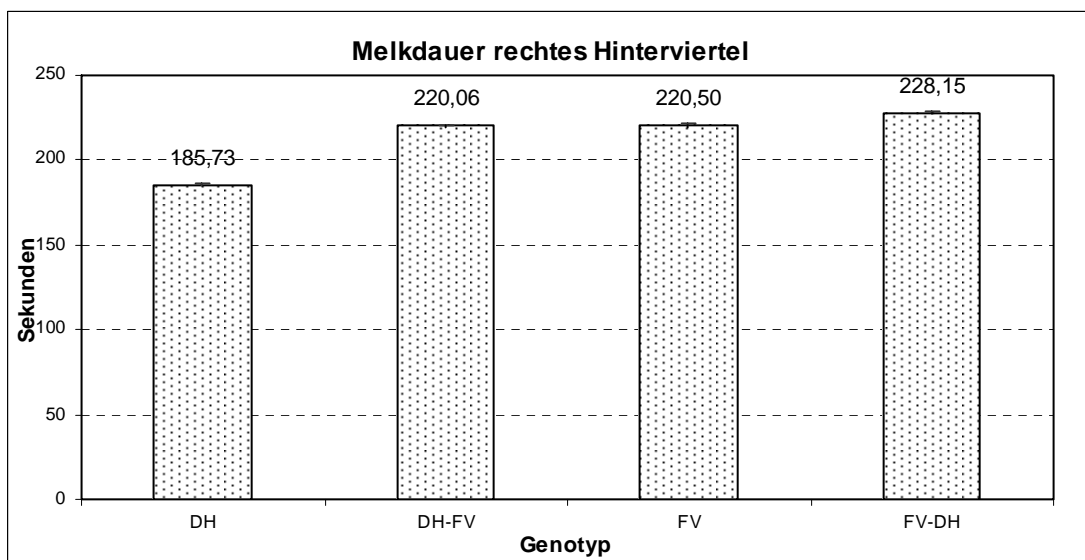


Abb. 5: Melkdauer in Sekunden, linkes Hinterviertel



**Abb. 6: Melkdauer in Sekunden, rechtes Vorderviertel**



**Abb. 7: Melkdauer in Sekunden, rechtes Hinterviertel**

Am längsten werden die Kreuzungstiere FV-DH gemolken. Die reinen Holsteins lassen sich am schnellsten melken. Die hinteren Viertel werden bei allen vier Gruppen länger gemolken als die vorderen, da sie auch etwas mehr Milch produzieren als die Vorderviertel.

Die negative Heterosis beträgt für das linke Vorderviertel 8,29 s, für das rechte Vorderviertel 10,79 s, für das linke Hinterviertel 15,36 s und für das rechte Hinterviertel 20,99 s.

### 4.1.5 Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit von jedem Viertel wird getrennt bestimmt. Ist sie erhöht, deutet dies auf eine gestörte Euterfunktion hin. Daher ist die Leitfähigkeit ein Parameter, um beispielsweise Mastitiden frühzeitig zu erkennen.

Um den Wert der Leitfähigkeit in mS / cm zu erhalten, wurde der vom Melkroboter gemessene Wert mit dem Faktor 0,0625 multipliziert.

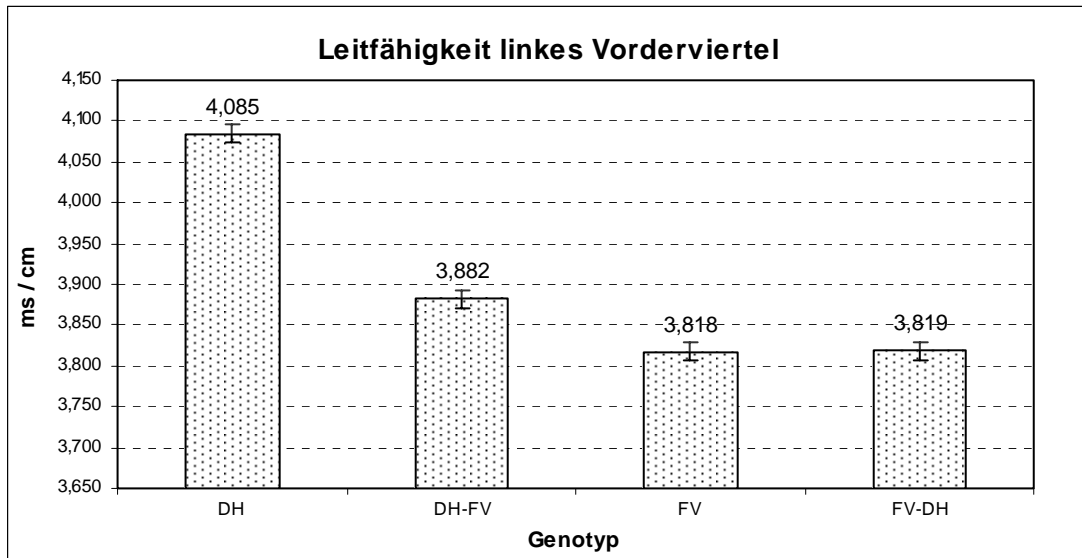


Abb. 8: Leitfähigkeit in mS / cm, linkes Vorderviertel

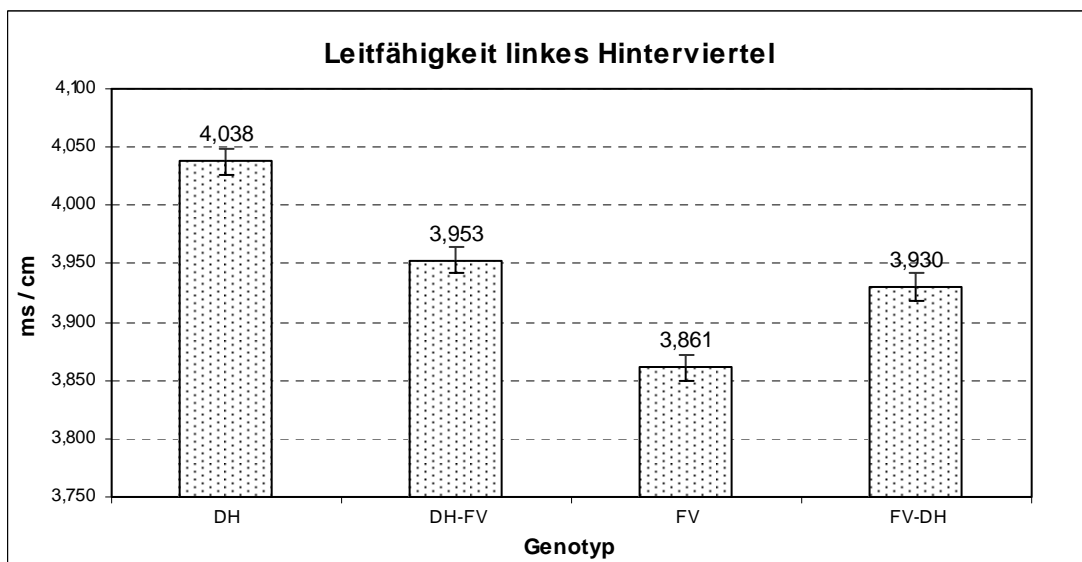
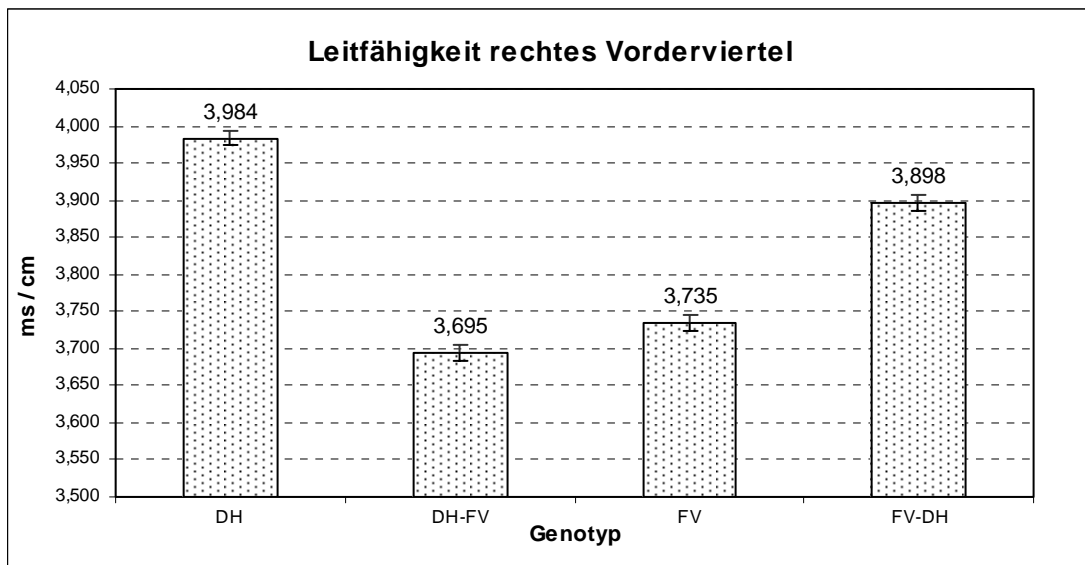
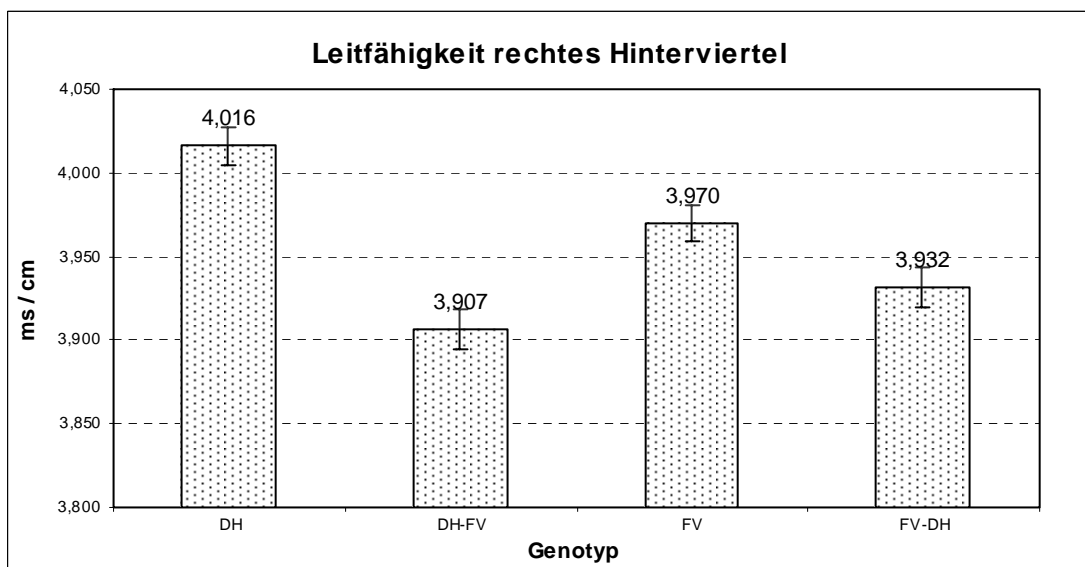


Abb. 9: Leitfähigkeit in mS / cm, linkes Hinterviertel



**Abb. 10: Leitfähigkeit in mS / cm, rechtes Vorderviertel**



**Abb. 11: Leitfähigkeit in mS / cm, rechtes Hinterviertel**

Die höchste Leitfähigkeit auf allen Vierteln zeigt die Rasse Deutsche Holsteins. Die geringste durchschnittliche Leitfähigkeit finden wir beim Fleckvieh. Die Kreuzungstiere liegen dazwischen.

Die Heterosis wurde für jedes Viertel berechnet, sie betrug hinten links – 0,008 mS / cm, hinten rechts – 0,07 mS / cm, vorne links – 0,101 mS / cm und vorne rechts – 0,063 mS / cm.

## 4.2 LKV-Daten

### 4.2.1 LKV- Prüftagesleistung

Hier wurden die durchschnittlichen Daten eines Prüftages (24 Stunden) ausgewertet. Insgesamt elfmal im Jahr werden im so genannten Shuttleverfahren die Milchproben tierindividuell erfasst und untersucht.

Ausgewertet wurden hier die Tagesmilchleistung, der Eiweiß- und Fettgehalt in Prozent am Messtag, der Harnstoffgehalt und die Zellzahl.

Bei einem Harnstoffgehalt unter 5 mg / dl wurde dieser Wert nicht bei der Auswertung berücksichtigt, da es sich dabei sehr wahrscheinlich um einen Messfehler handelt.

#### 4.2.1.1 Tagesmilchleistung

Eine Korrektur auf den Eiweiß- und den Fettgehalt jeweils in Prozent wurde vorgenommen.

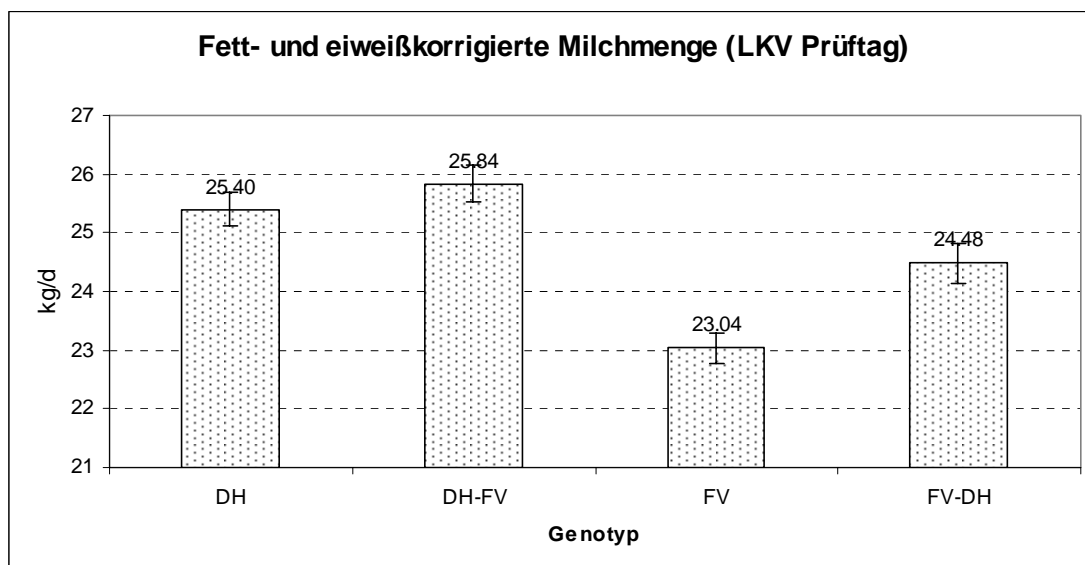


Abb. 12: Tagesmilchleistung aus LKV-Daten in kg (korrigiert auf Fett- und Eiweißgehalt)

Die höchste durchschnittliche Tagesmilchmenge erzielen die Kreuzungstiere DH-FV mit 25,84 kg, gefolgt von DH mit 25,4 kg. FV-DH schließen sich mit 24,48 kg an. Am wenigsten Milch gibt Fleckvieh mit nur 23,04 kg. Der Heterosiseffekt beträgt 0,94 kg Milch je Tag. Es bestehen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) zwischen DH bzw. DH-FV und FV sowie FV-DH.

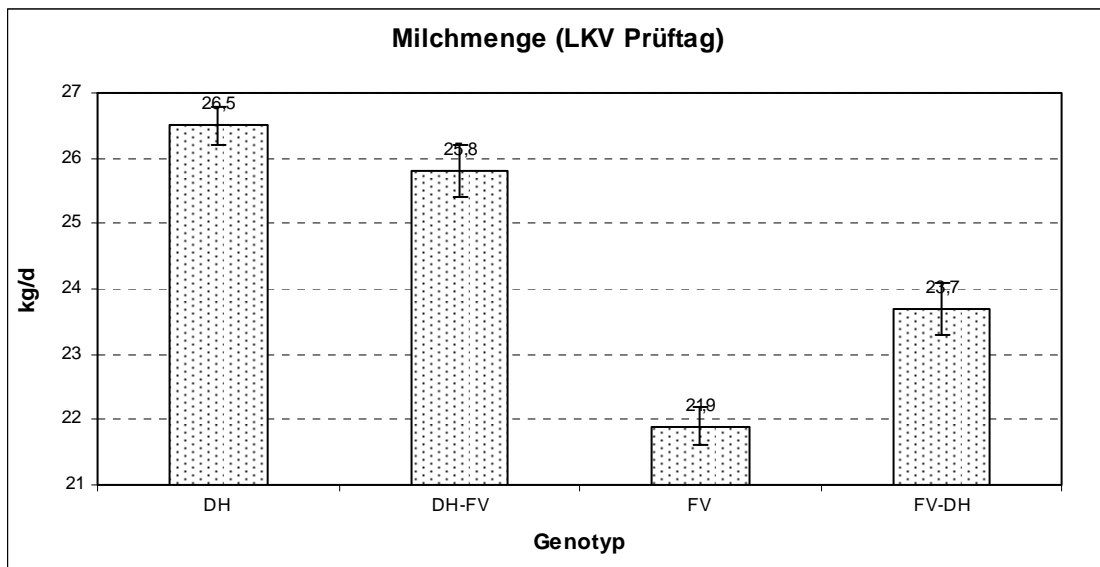


Abb. 13: Tagesmilchleistung aus LKV-Daten in kg (unkorrigiert)

#### 4.2.1.2 Fettgehalt in Prozent

Die Daten sind, ebenso wie der Eiweißgehalt, der Harnstoffgehalt und der Zellgehalt, korrigiert auf die Effekte Kalbejahr, Laktationsstadium, Laktationsnummer, Prüfnummer und Saison.

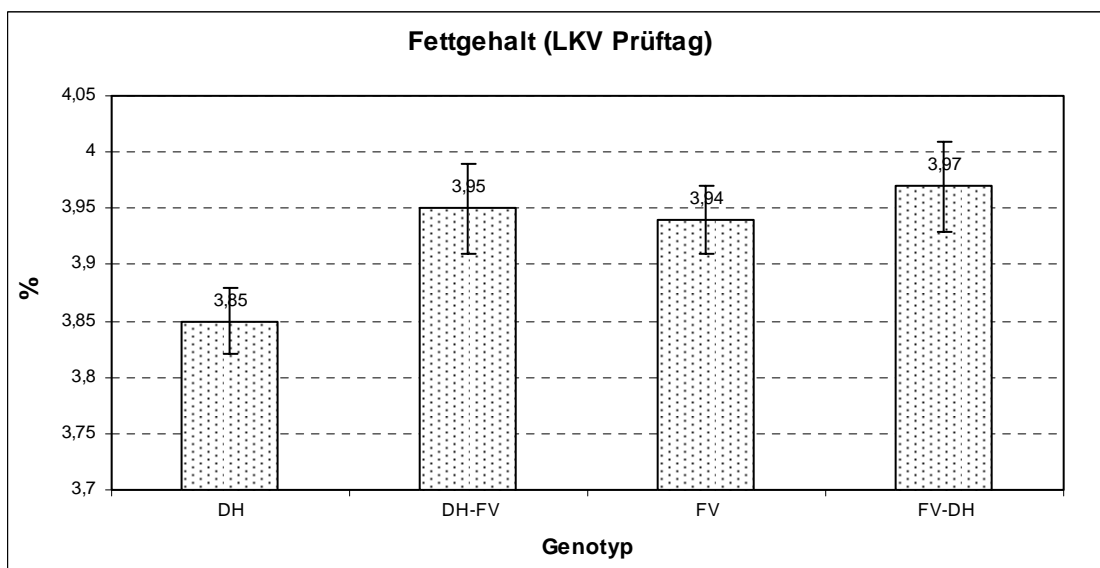
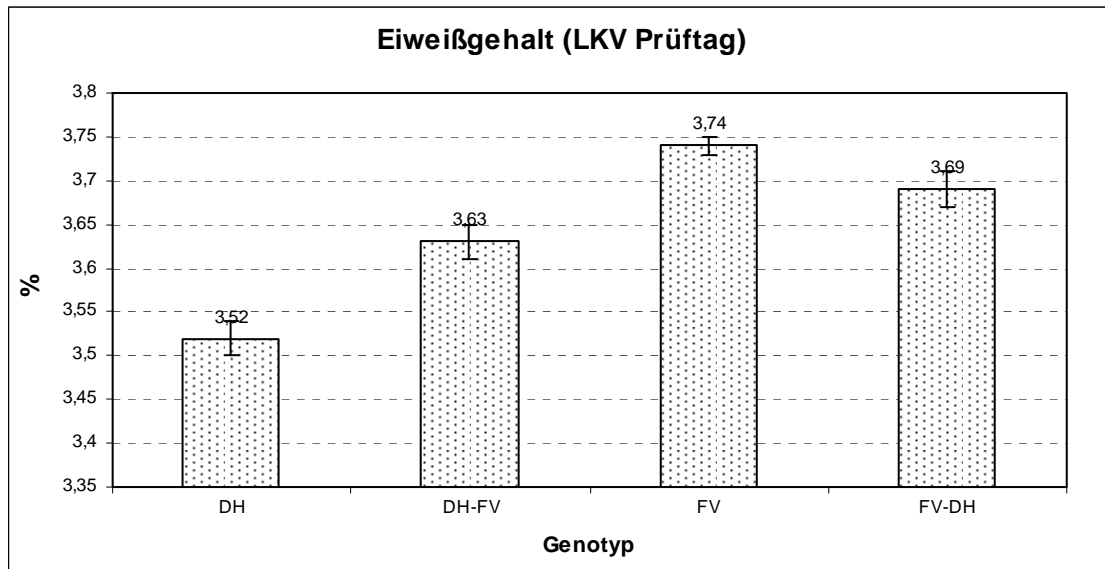


Abb. 14: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten

Den größten Fettanteil in der Milch hat die Kreuzung FV-DH mit 3,97 %, gefolgt von DH-FV mit 3,95 %, FV mit 3,94 % und DH mit 3,85 %. Eine Heterosis von 0,06 %

ergibt sich daraus. Es bestehen signifikante Differenzen zwischen DH und den drei anderen Genotypen

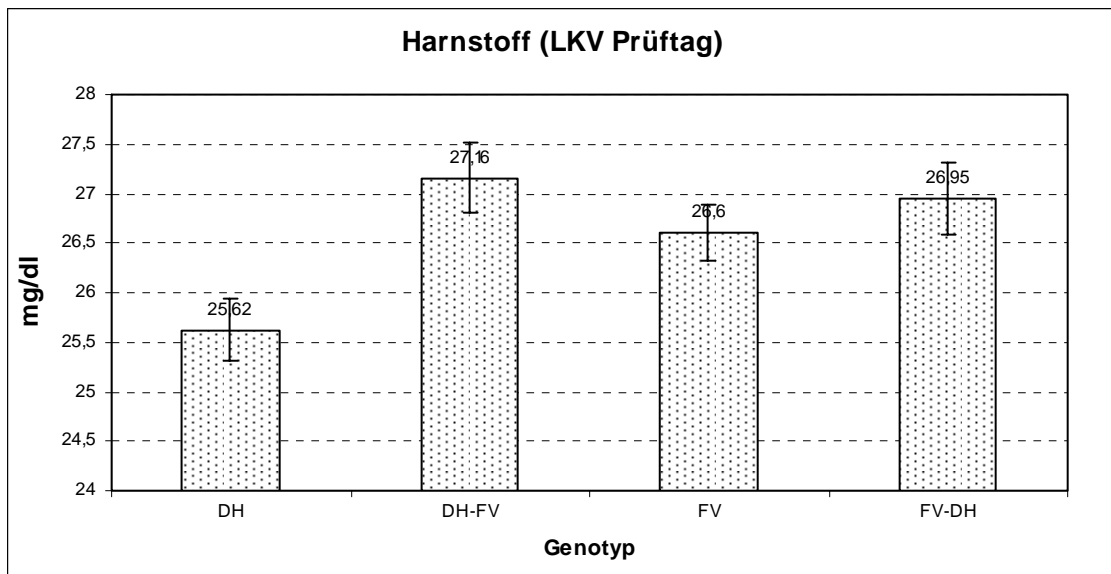
#### 4.2.1.3 Eiweißgehalt in Prozent



**Abb. 15: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten**

Hier zeigt Fleckvieh den höchsten Gehalt mit 3,74 %, gefolgt von den Kreuzungstieren FV-DH mit 3,69 % und DH-FV mit 3,63 %. Am wenigsten Eiweiß enthält die Milch der Holsteinkühe mit 3,53 %. Die vier Genotypen unterscheiden sich signifikant untereinander im Eiweißgehalt. Die rechnerische Heterosis beträgt absolut nur 0,025 % Eiweißgehalt.

#### 4.2.1.4 Harnstoff



**Abb. 16: Harnstoffgehalt in mg / dl**

Der Harnstoffgehalt liegt bei allen 4 Gruppen im physiologisch normalen Bereich. Den höchsten Gehalt zeigen DH-FV mit 27,16 mg / dl, gefolgt von FV-DH mit 26,95 mg / dl und Fleckvieh mit 26,6 mg / dl. Die Deutschen Holsteins bilden den Schluss mit 25,62 mg / dl. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen DH-FV und FV-DH bzw. FV aber zwischen DH und den drei anderen Genotypen. Wenn bedacht wird, dass der Referenzbereich für Harnstoff zwischen 15 – 30 mg / dl (maximal 60 – 70 mg / dl) liegt, sind diese Unterschiede zwischen den Rassen kaum erwähnenswert. Die rechnerische Heterosis für den Harnstoffgehalt liegt bei 0,945 mg / dl.



#### 4.2.1.5 Zellzahl

Der Zellgehalt wurde für die statistische Analyse logarithmiert, um eine Normalverteilung zu erhalten. Die dargestellten Zellgehalte wurden nach der Varianzanalyse zurücktransformiert.

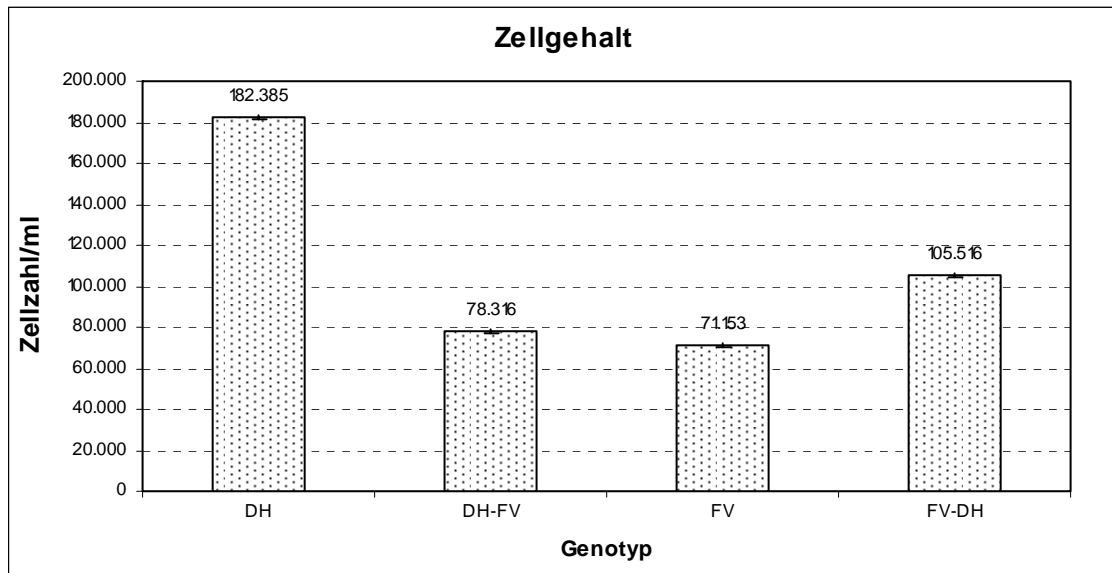


Abb. 17: Zellzahl / ml

Die höchsten somatischen Zellzahlen und damit unter anderem auch einen Indikator für nicht optimale Eutergesundheit zeigen die Deutschen Holsteins mit 182.385 Zellen / ml, gefolgt von den Kreuzungstieren FV-DH mit 105.516 Zellen / ml. Weit weniger Zellen weist die Milch der Fleckviehtiere mit nur 71.153 Zellen / ml und die der Kreuzung DH-FV mit 78.316 Zellen / ml auf.

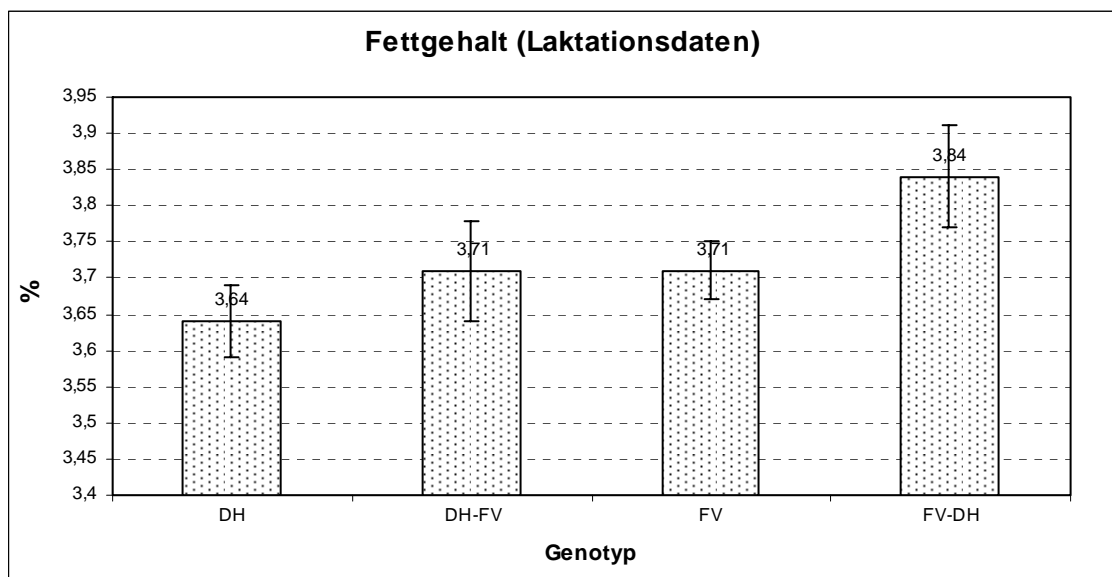
Ein züchterisch positiver Heterosiseffekt von  $-34.853$  Zellen / ml errechnet sich daraus.

## 4.2.2 LKV-Laktationsdaten

Aus den LKV-Daten wurden folgende Parameter bezogen auf eine gesamte Laktation ausgewertet:

Eiweißgehalt in Prozent, Eiweißmenge, Fettgehalt in Prozent, Fettmenge und die Milchleistung je Laktation. Es wurden nur Tiere in die Auswertung einbezogen, deren Laktationslänge mindestens 251 Tage betrug.

### 4.2.2.1 Fettgehalt in Prozent

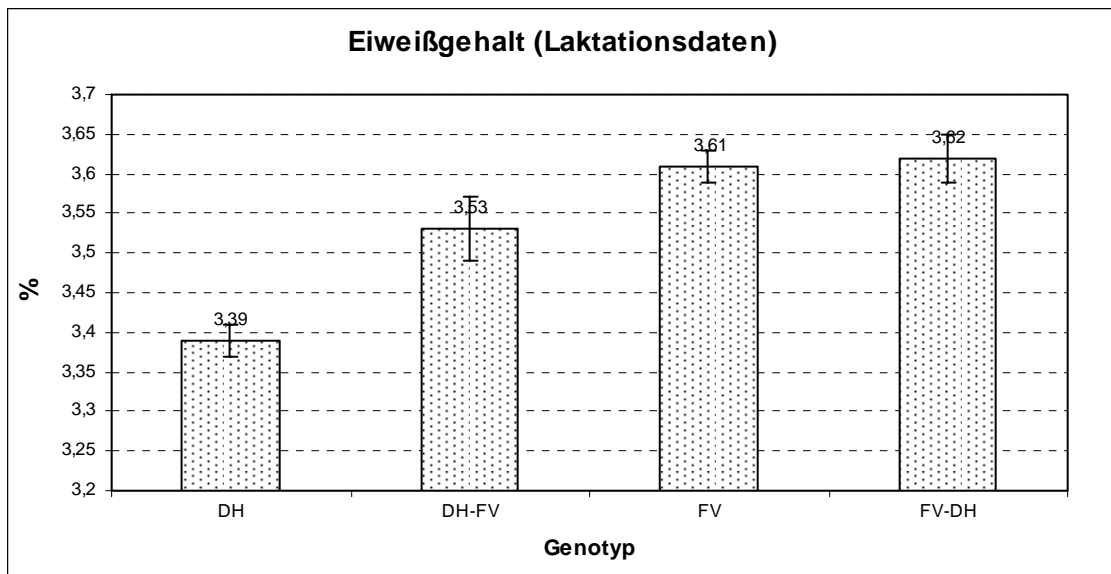


**Abb. 18: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten**

Den höchsten Fettgehalt weist die Milch der Kühe der Kreuzung FV-DH mit 3,84 % auf. Mit einem Fettgehalt von 3,71 % folgen Fleckvieh und DH-FV. Die Deutschen Holsteins schließen sich mit nur 3,64 % an. Allein der Unterschied zwischen DH und FV-DH ist signifikant.

Die Heterosis für den Milchfettgehalt (aus den abgeschlossenen Laktationsdaten) liegt bei absolut 0,1 %.

#### 4.2.2.2 Eiweißgehalt in Prozent

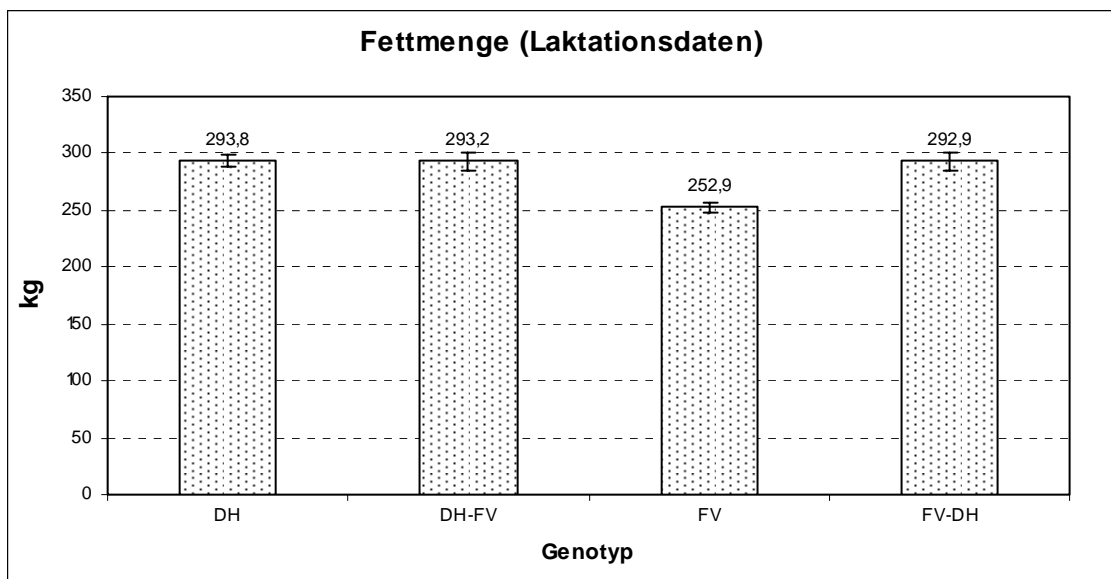


**Abb. 19: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten**

Die eiweißreichste Milch wird von der Kreuzung FV-DH mit 3,62 % produziert, gefolgt von Fleckvieh mit 3,61 % und DH-FV mit 3,53 %. Am wenigsten Eiweiß enthält die Milch der reinen Holstein-Kühe mit nur 3,39%. Ein signifikanter Unterschied besteht nur zwischen DH und den anderen Genotypen.

Die Heterosis beträgt 0,075 %.

### 4.2.2.3 Fettmenge in kg

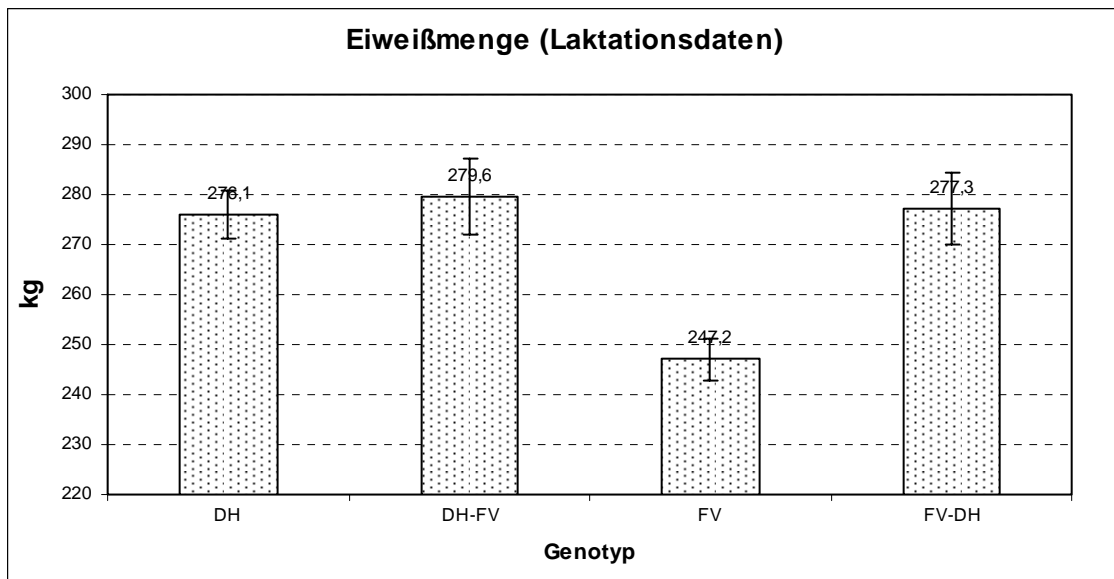


**Abb. 20: Fettlaktationsleistung in kg**

Die Kreuzungstiere und die Deutschen Holsteins zeigen mit über 290 kg Fett pro Laktation annähernd einen identischen Fettertrag (DH 293,8 kg, FV-DH 292,9 kg, DH-FV 293,2 kg). Am wenigsten Fett produziert das Fleckvieh mit 252,9 kg. Signifikante Unterschiede bestehen allein zwischen FV und den drei anderen Genotypen.

Der Heterosiseffekt beträgt 19,75 kg Fett je Laktation.

#### 4.2.2.4 Eiweißmenge in kg



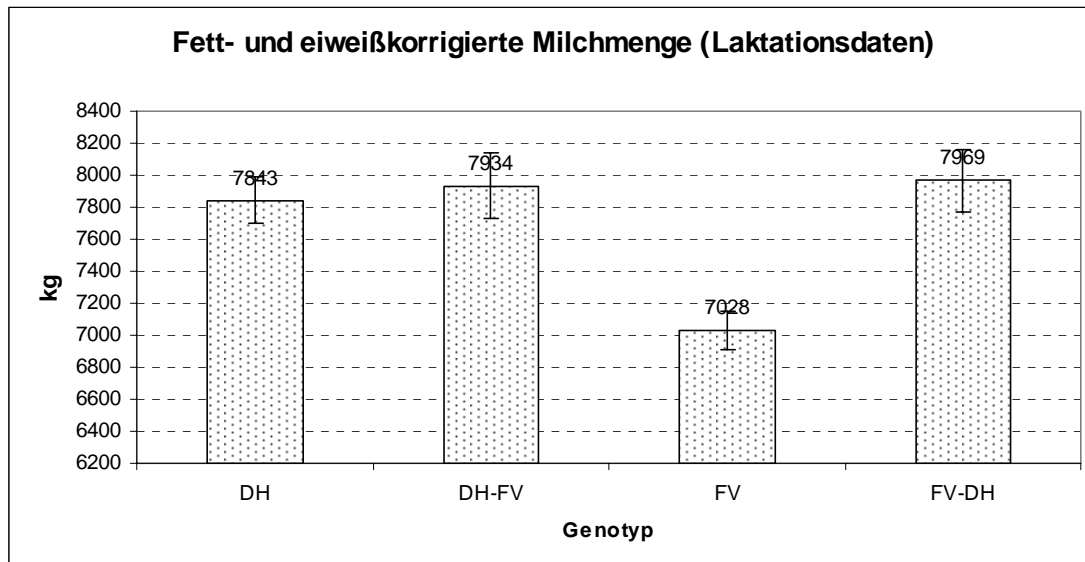
**Abb. 21: Eiweißlaktationsleistung in kg**

Auch hier zeigen die Kreuzungstiere und die Deutschen Holsteins mit über 275 kg Eiweiß pro Laktation annähernd einen identischen Eiweißertrag (FV-DH 277,3 kg, DH-FV 279,6 kg, DH 276,1 kg). Am wenigsten Eiweiß produziert das Fleckvieh mit 247,2 kg. Signifikante Unterschiede bestehen allerdings nur zwischen FV und den drei anderen Genotypen.

Ein Heterosiseffekt von 16,78 kg Eiweiß errechnet sich daraus.

#### 4.2.2.5 Milchleistung (korrigiert für Fett- und Eiweißgehalt)

Die Zahlen sind korrigiert auf den Fett- und Eiweißgehalt in Prozent.



**Abb. 22: Laktationsleistung Milch in kg (korrigiert auf Fett- und Eiweißgehalt)**

Den geringsten Milchertrag wirft das Fleckvieh mit nur 7028 kg pro Laktation ab. Signifikant mehr Milch geben die Deutschen Holsteins mit 7843 kg, während die Kreuzungstiere mit 7934 kg (DH-FV) und 7969 kg (FV-DH) die höchste Leistung aufweisen.

Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen DH und FV-DH bzw. DH-FV. Insgesamt 516 kg fett- und eiweißkorrigierte Milch beträgt der Heterosiseffekt für die Laktationsleistung.

#### 4.2.2.6 Milchleistung unkorrigiert

Vergleicht man hierzu die nicht auf Fett- und Eiweißgehalt korrigierte Milchleistung, fällt auf, dass die Deutschen Holsteins erwartungsgemäß die höchste Milchmenge (8189 kg) aufweisen, gefolgt von DH-FV mit 7934 kg und FV-DH mit 7673 kg. Fleckvieh hat weiterhin die signifikant geringste Milchleistung mit 6865 kg. Die Heterosis beträgt 276 kg Milch je Laktation.

Signifikante Unterschiede bestehen nur zwischen FV und den anderen Gruppen.

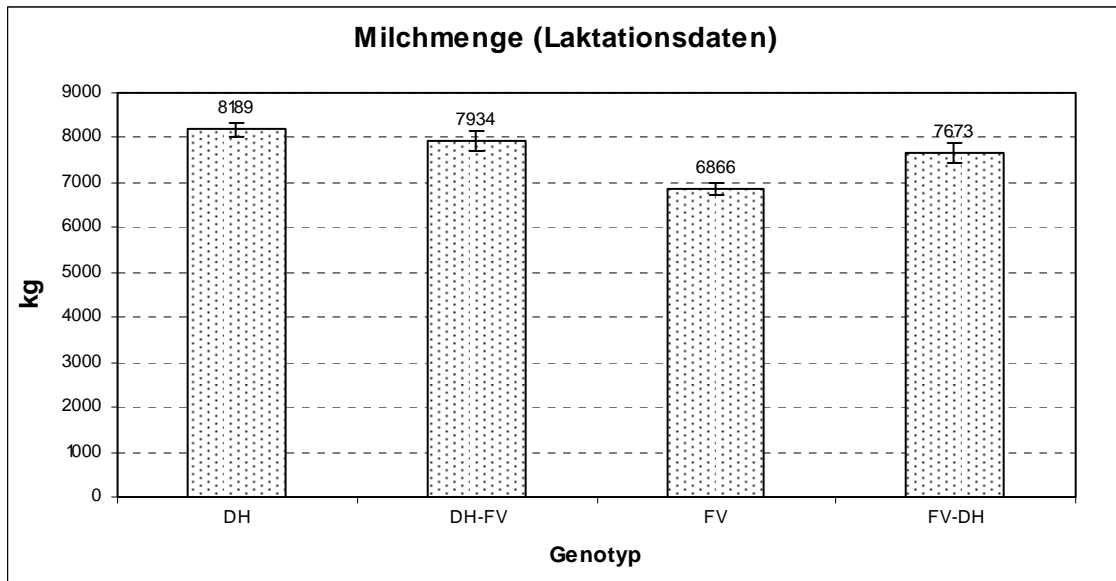


Abb. 23: Laktationsleistung Milch in kg (unkorrigiert)

## **4.3 Fruchtbarkeit**

Die Auswertung der Fruchtbarkeit umfasst ebenso wie alle anderen Auswertungen den Zeitraum vom 01.01.2000 bis 06.04.2004.

Es wurden jeweils die Daten der ersten und zweiten Laktation erfasst. Das heißt, die Daten, die sich im nachfolgenden auf die 1. Laktation beziehen, betreffen den Zeitraum zwischen erster und zweiter Abkalbung einer Kuh, diejenigen, die sich auf die 2. Laktation beziehen, den zwischen zweiter und dritter Abkalbung. Die Definitionen der Fruchtbarkeitsparameter wurden aus den CD-ROMs „Fruchtbarkeitsmanagement beim Milchrind“ Teil 1 und 2 (Intervet und Vet Media, 2001) übernommen. Aufgrund einer relativ hohen Varianz und einer doch relativ geringen Tieranzahl sind die Standardabweichungen der folgenden Auswertungen relativ hoch.

### **4.3.1 Zwischenkalbezeit**

Die Zwischenkalbezeit definiert sich als der Zeitraum zwischen 2 Abkalbungen. Sie sollte möglichst genau 1 Jahr (365 Tage) betragen und 395 Tage nicht überschreiten.

Die längste Zwischenkalbezeit ist bei dieser Auswertung bei den Kühen der Rasse Deutsche Holsteins zu beobachten. Sie ist mit 422 Tagen durchschnittlich in der ersten Laktation und 415 Tagen in der zweiten Laktation deutlich höher als die aller anderen Tiere.

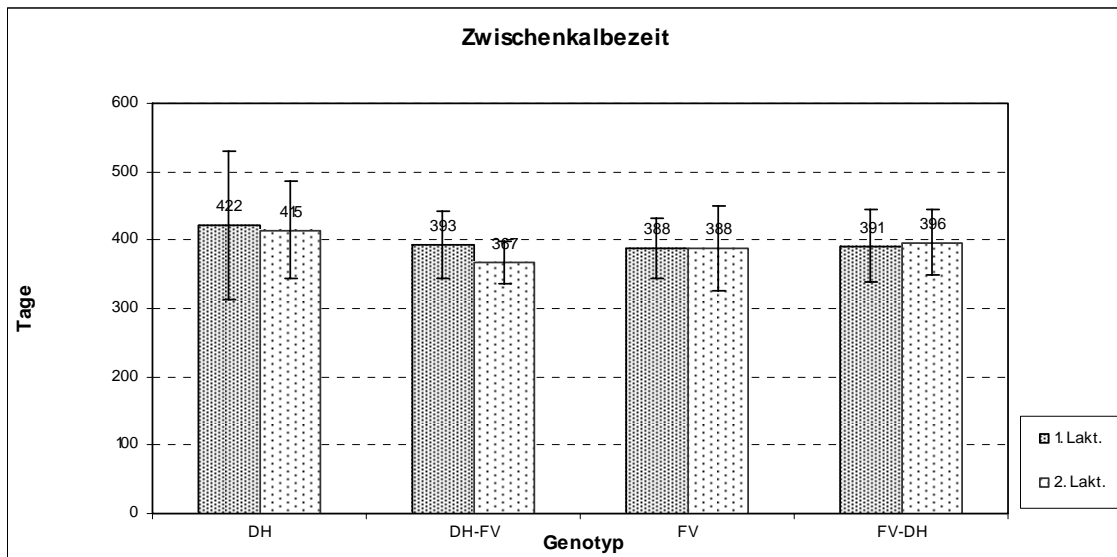
Unter anderem spielt hierfür eine Rolle, dass sich in der Gruppe der DH die meisten Tiere befinden, die eine Milchleistung von über 10.000 kg aufweisen. Da die freiwillige Wartezeit am LVG bei Kühen, die mehr als 10.000 kg Milch geben, von 60 auf 100 Tage hinaufgesetzt wurde, verlängert sich dadurch natürlich auch die Zwischenkalbezeit.

Die Zwischenkalbezeit der Fleckviehkühe liegt in beiden Laktationen konstant bei 388 Tagen. Die niedrigste Zwischenkalbezeit finden wir bei den Kreuzungstieren DH-FV in der zweiten Laktation mit 367 Tagen. Da dabei aber nur 3 Tiere berücksichtigt wurden, ist dieser Wert nicht sehr aussagekräftig.

Allgemein lässt sich sagen, dass außer den reinen Deutschen Holsteins alle Tiere innerhalb der gewünschten Höchstgrenze von 395 Tagen Zwischenkalbezeit liegen.

(DH-FV 1. Laktation: 393 Tage, FV-DH 1. Laktation: 391 Tage, FV-DH 2. Laktation: 396 Tage). Die Heterosis beträgt in der ersten Laktation – 13 Tage, in der 2. Laktation –20 Tage.





**Abb. 24: Zwischenkalbezeit in Tagen**

### 4.3.2 Gützeit

Die Gützeit beschreibt das Intervall zwischen Partus und nachfolgender Konzeption. Es ist die Anzahl von Tagen, in denen die Kuh nach der Kalbung noch nicht wieder aufgenommen hat. Sie sollte möglichst 115 Tage nicht überschreiten. Auch sie ist abhängig von der Länge der freiwilligen Wartezeit. Die Verteilung entspricht der der Zwischenkalbezeit.

Die längste Gützeit ist bei den Deutschen Holsteins mit 136 und 141 Tagen zu finden, gefolgt von der Kreuzung FV-DH in der zweiten Laktation mit 130 Tagen. Fleckvieh hat eine Gützeit von 103 Tagen bzw. 104 Tagen und liegt damit ebenso wie FV-DH mit 113 Tagen in der 1. Laktation und DH-FV mit 110 und 108 Tagen innerhalb der gewünschten Höchstgrenze. FV-DH bleibt aber in der 2. Laktation durchschnittlich 130 lang güst. Dies entspricht einer Heterosis von  $-8$  Tagen in der ersten und  $-3,5$  Tagen in der zweiten Laktation. In der zweiten Laktation konnten bei den Kreuzungstieren nur 8 (DH-FV) bzw. 9 (FV-DH) Tiere ausgewertet werden, sodass diese Ergebnisse nicht sehr aussagekräftig sind und noch sehr vom Zufall abhängen.

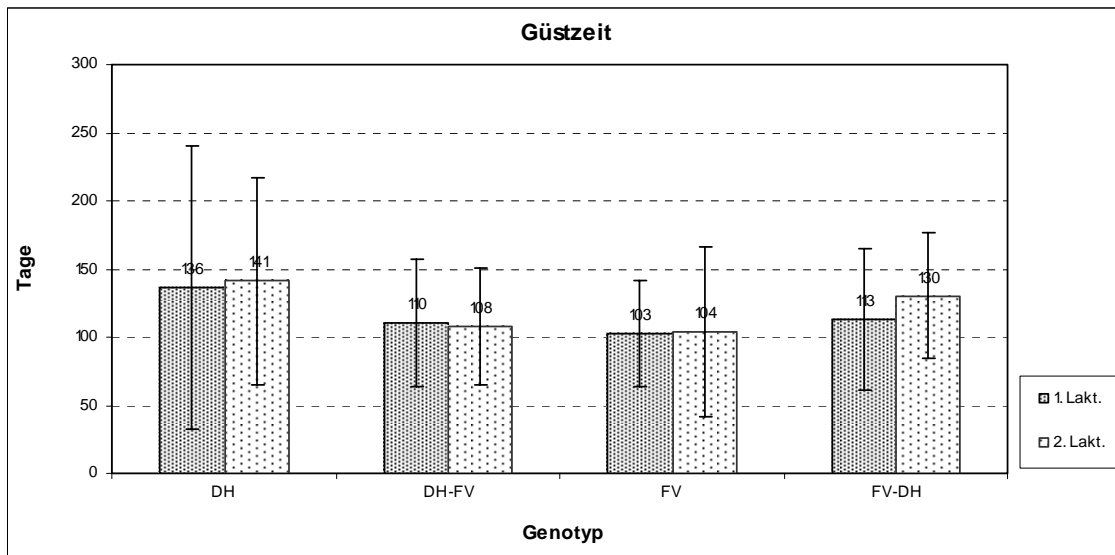


Abb. 25: Güstzeit in Tagen

### 4.3.3 Rastzeit

Die Rastzeit definiert sich als das Intervall zwischen Partus und erster Besamung. Sie ist abhängig von der freiwilligen Wartezeit. Üblicherweise sollte sie zwischen 60 und 80 Tage betragen.

Auch hier haben die Kühe der Rasse Deutsche Holsteins wieder die längsten Zeiten. Sie werden in beiden Laktationen durchschnittlich erst 80 Tage p. p. erstmals besamt, die Tiere der Rasse Deutsches Fleckvieh dagegen schon nach 66 bzw. 67 Tagen. Die höchste Rastzeit weisen die Kreuzungstiere FV-DH in der 2. Laktation mit 83 Tagen auf, wohingegen sie in der 1. Laktation nur bei 70 Tagen liegen. Die Kreuzung DH-FV liegt in beiden Laktationen mit 76 bzw. 70 Tagen zwischen den zwei reinrassigen Gruppen.

Eine Heterosis von 0 Tagen in der ersten Laktation und 3 Tagen in der zweiten Laktation ergibt sich daraus.

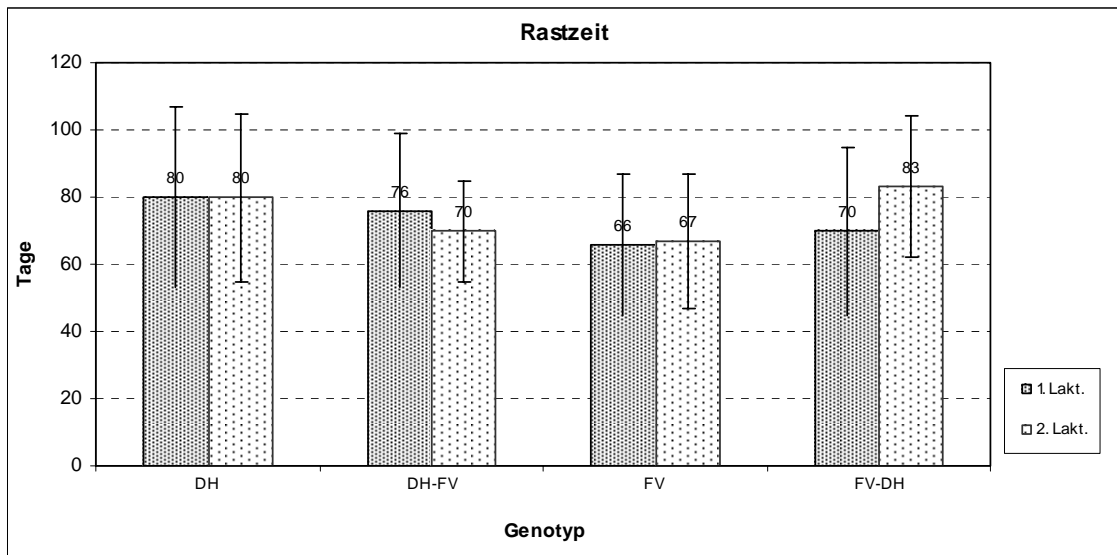


Abb. 26: Rastzeit in Tagen

#### 4.3.4 Verzögerungszeit

Diese beschreibt den Zeitraum zwischen 1. Besamung und erfolgreicher Besamung, d.h. derjenigen Besamung, die zur Konzeption führte. Sie soll um die 20 Tage liegen, also maximal eine Zykluslänge betragen. Die Kuh soll also spätestens in der zweiten Brunst nach der freiwilligen Wartezeit erfolgreich besamt worden sein.

Die längste Verzögerungszeit findet man bei den Holsteins mit 59 bzw. 61 Tagen in der ersten bzw. zweiten Laktation. Die jeweils niedrigsten Zeiten hat die Kreuzung DH-FV mit jeweils 36 Tagen aufzuweisen, gefolgt vom Fleckvieh mit durchschnittlich je 38 Tagen. Die Kreuzung FV-DH zeigt in beiden Laktationen eine recht hohe Verzögerungszeit (45 und 55 Tage). Die Heterosis beträgt hierfür – 8 Tage in der ersten und – 4 Tage in der zweiten Laktation.

Das bedeutet, dass die Deutsche Holsteins erst in der vierten Brunst nach der freiwilligen Wartezeit erfolgreich besamt wurden, die Kreuzungstiere DH-FV auch erst in der dritten oder vierten Brunst. Die restlichen Tiere konzipieren schon in der zweiten oder dritten Brunst.

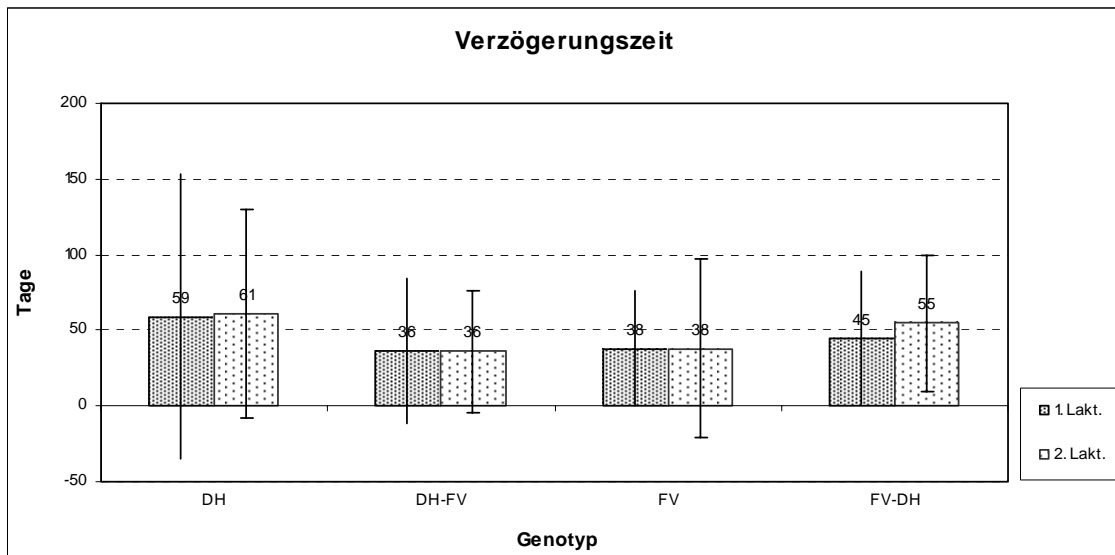


Abb. 27: Verzögerungszeit in Tagen

### 4.3.5 Konzeptionsrate

Sie errechnet sich aus der Formel:

$$(\text{Anzahl tragender Tiere} / \text{Anzahl aller Besamungen}) \times 100$$

Ihr Wert sollte zwischen 50 und 70 % liegen. Sie besagt, wie viele Tiere mit allen Besamungen überhaupt trächtig geworden sind. Damit ist sie ein aussagekräftiger Parameter für die Fruchtbarkeit im Allgemeinen. Allerdings ist zu beachten, dass die Formel, so wie sie oben aufgeführt und auch allgemein anerkannt ist, nur die Tiere mit in die Berechnung einbezieht, die auch wirklich positiv trächtig untersucht wurden. Allerdings konzipieren mehr Tiere als solche, die auch als tragend identifiziert werden. Einige der Tiere nehmen zwar auf, resorbieren die Frucht aber wieder im sehr frühen Trächtigkeitsstadium, und werden daher, obwohl die konzipiert haben, bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Die höchste Konzeptionsrate erzielte in der ersten Laktationen DH-FV mit 62 %. In der ersten Laktation folgen dann FV mit 59 %, Deutsche Holsteins mit 56 % und mit der niedrigsten Rate FV-DH mit nur 53 %.

In der zweiten Laktation folgen auf das Fleckvieh mit 66 % schon die Holsteins mit 52 %, dann DH-FV mit 49 % und zuletzt FV-DH mit nur 47 %.

Das entspricht einer Heterosis von 0 % in der ersten und – 11 % in der zweiten Laktation.

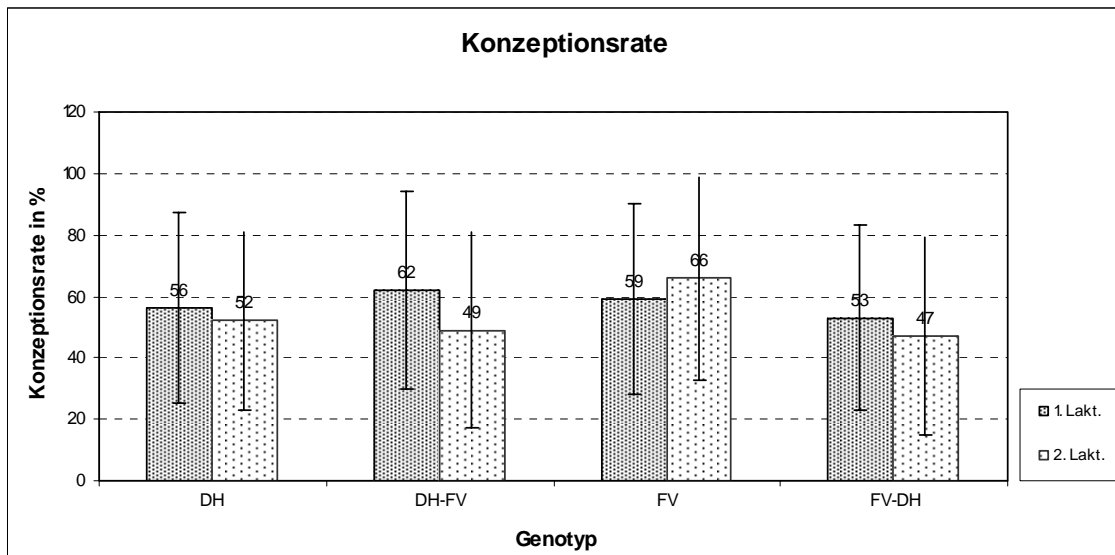


Abb. 28: Konzeptionsrate in %

#### 4.3.6 Erstbesamungserfolg

Er errechnet sich wie folgt:

$$(\text{Anzahl tragender Tiere nach Erstbelegung} / \text{Anzahl aller Erstbelegungen}) \times 100$$

Er sollte mindestens 55 % betragen und gibt an, welcher Prozentsatz der Tiere nach der 1. Besamung trächtig wurde.

Hier führt mit klarem Vorsprung das Fleckvieh in beiden Laktationen mit 30,67 % in der ersten und 39,71 % in der zweiten Laktation. In der ersten Laktation liegen die Kreuzungstiere DH-FV mit 27,59 % an zweiter Stelle, gefolgt von der Rasse Deutsche Holsteins mit 24,14 %. Den niedrigsten Erstbesamungserfolg zeigen in der ersten Laktation die Kreuzungstiere FV-DH mit nur 23,08 %.

In der zweiten Laktation liegen die Deutschen Holsteins mit 18,60 % an zweiter Stelle, erst dann folgen die Kreuzungstiere DH-FV (14,29 %) und FV-DH (12,50 %). Die Heterosis hierfür ist – 2,07 % in der ersten und – 15,49 % in der zweiten Laktation.

Dabei ist zu erwähnen, dass in der zweiten Laktation bei den Kreuzungstieren relativ wenige auswertbare Daten vorhanden waren, sodass diese Ergebnisse noch stark zufallsgeprägt sind.

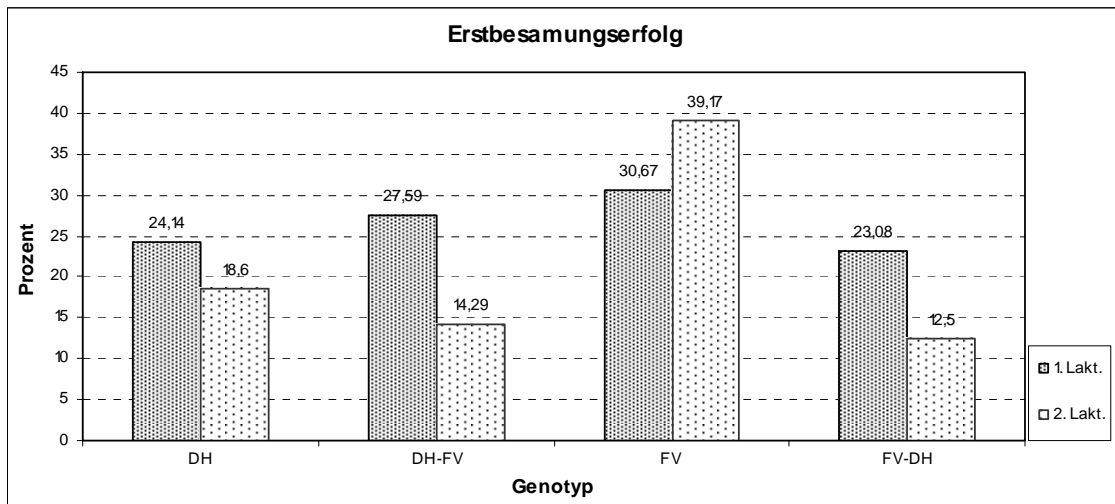


Abb. 29: Erstbesamungserfolg in %

### 4.3.7 Trächtigkeitsindex

Folgende Formel beschreibt diesen Parameter:

(Anzahl der Besamungen bei tragenden Tieren / Anzahl tragender Tiere)

Er sagt aus, wie viele Besamungen durchschnittlich nötig waren, damit ein Tier tragend wurde und sollte maximal 1,7 betragen.

Auch hier erreicht wiederum das Fleckvieh in beiden Laktationen das beste Ergebnis mit einem Trächtigkeitsindex von 2,18 und 2,16.

In der ersten Laktation waren bei den Deutschen Holsteins durchschnittlich 2,36 Besamungen nötig, bis ein Tier aufnahm. Damit liegen sie über der Kreuzung DH-FV mit einem Trächtigkeitsindex von 2,24 und der Kreuzung FV-DH mit 2,29.

In der zweiten Laktation hingegen benötigten beide Gruppen der Kreuzungstiere mehr Besamungen bis zur erfolgreichen Konzeption als die beiden reinrassigen Gruppen, nämlich 2,89 bei DH-FV und 3,00 bei FV-DH. Die Holsteins wurden mit durchschnittlich 2,5 Besamungen trüchtig. Eine Heterosis von  $-0,01$  in der ersten und  $0,62$  in der zweiten Laktation wird daraus errechnet.

Hier gilt ebenfalls, wie beim Erstbesamungserfolg, dass in der zweiten Laktation bei den Kreuzungstieren im Vergleich zu den Reinrassigen nur sehr wenige Daten vorhanden waren und somit diese Ergebnisse nicht sehr aussagekräftig sind.

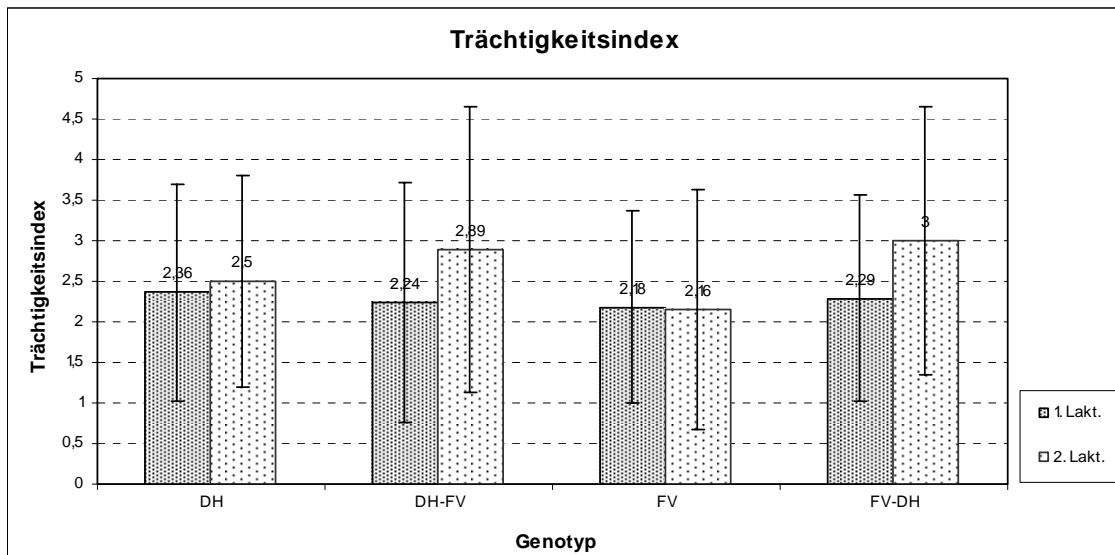


Abb. 30: Trächtigkeitsindex

#### 4.3.8 Besamungsindex

Dieser wird durch nachfolgende Formel beschrieben:

(Anzahl aller Besamungen / Anzahl besamter Tiere)

Er sollte zwischen 1,5 und 2 liegen und besagt, wie oft ein Tier durchschnittlich besamt wurde, unabhängig vom Konzeptionserfolg.

Wiederum zeigt Fleckvieh den niedrigsten Besamungsindex mit 2,35 in der ersten und 2,45 in der zweiten Laktation. In der ersten Laktation wurden die Kreuzungstiere DH-FV durchschnittlich 3,14 Mal besamt, damit öfter als alle anderen (DH 2,60 Mal und FV-DH 2,54 Mal).

In der zweiten Laktation wurden beide Kreuzungsgruppen öfter besamt als die reinrassigen Tiere, DH-FV mit einem Besamungsindex von 3,57 und FV-DH mit 3,50, im Gegensatz zu DH mit 2,79 und FV mit wie oben bereits erwähnt 2,45. Die züchterisch negative Heterosis beträgt in der ersten Laktation 0,37 und in der zweiten 0,92.

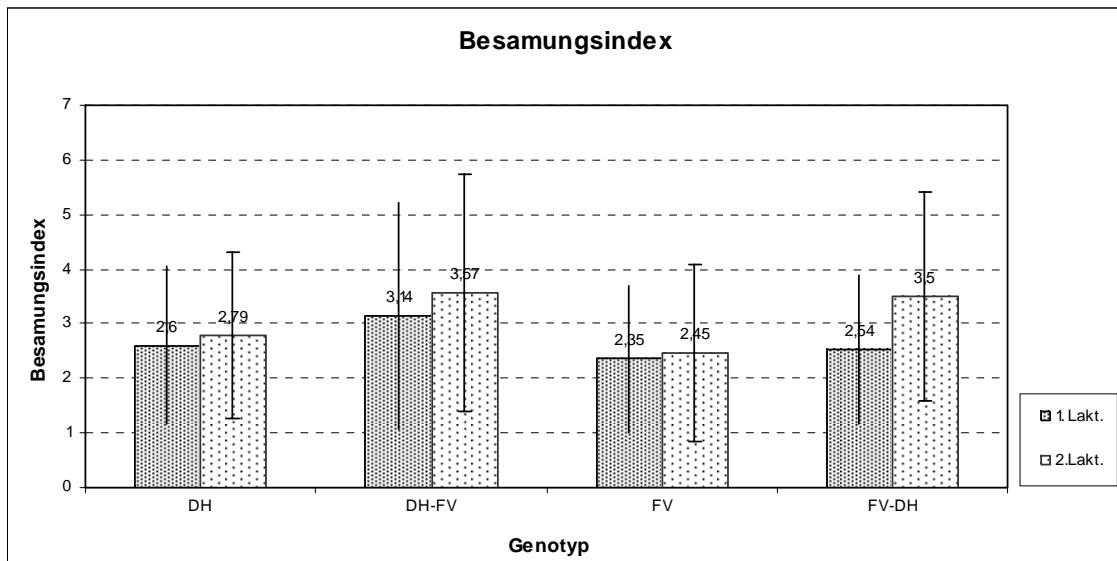


Abb. 31: Besamungsindex

### 4.3.9 Erstkalbealter

Tiere der Rasse Fleckvieh kalben mit 916 Tagen am spätesten, gefolgt von den FV-DH mit 877 Tagen und den DH-FV mit 862 Tagen. Am frühreifsten sind die reinen Holsteins mit einem Erstkalbealter von 853 Tagen. Dies ergibt eine Heterosis von 15 Tagen.

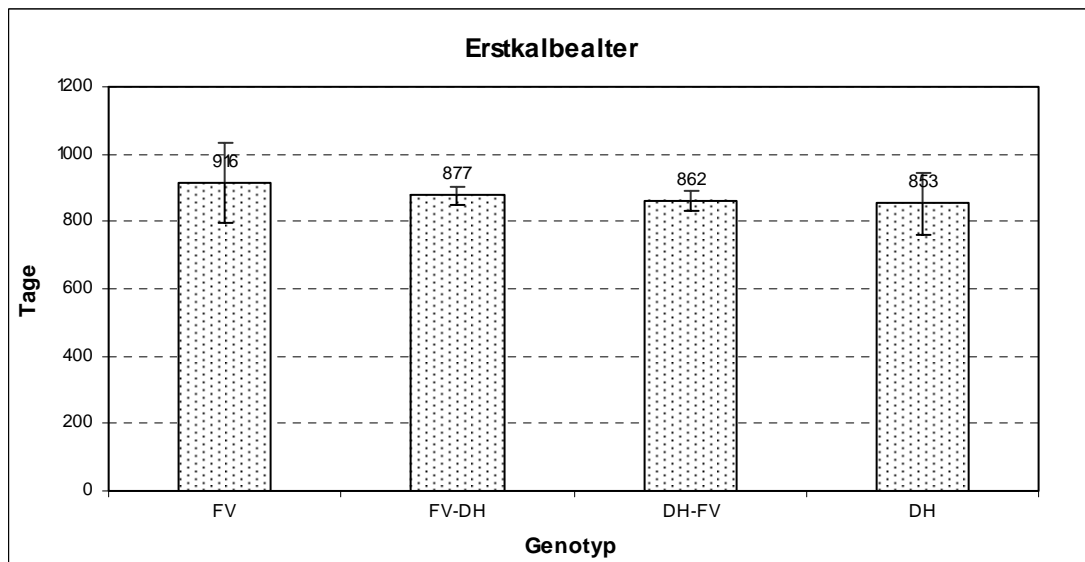


Abb. 32: Erstkalbealter in Tagen



## **4.4 Gesundheit**

1.921 Datensätze gingen in die Auswertung ein. Es sind Mehrfachnennungen möglich, v. a. bei den Euter-, den gynäkologischen und den Klauenerkrankungen. Außerdem war aus den zu Verfügung stehenden Daten nicht genau ersichtlich, ob Nachbehandlungen nicht auch wieder als neue Erkrankung eingegeben wurden.

### **4.4.1 Atmungsapparat**

Erkrankungen, die den Atmungsapparat betreffen, traten im gesamten Untersuchungszeitraum nur bei 5 Kühen auf, die alle der Rasse Deutsche Holsteins angehörten. Dabei handelte es sich in allen 5 Fällen um eine Katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie.

### **4.4.2 Bewegungsapparat**

Dazu zählen alle Erkrankungen, die mit einer eingeschränkten Beweglichkeit einhergehen, außer Erkrankungen der Klauen.

4,63 % aller eingetragenen Diagnosen fallen unter diese Gruppe.

Auf die Anzahl Tiere pro Rasse-/Kreuzungsgruppe (72 DH, 30 DH-FV, 95 FV und 27 FV-DH) bezogen ergibt sich folgendes Ergebnis:

30,5 % der DH-Tiere zeigten Krankheiten des Bewegungsapparats. Sie zeigen hier die niedrigste Erkrankungsrate, gefolgt vom FV mit 42,1%, dem sich FV-DH mit 44,44% anschließen. Bei DH-FV war jede 2. Kuh (50%) betroffen, wobei hier allerdings Mehrfachnennungen möglich sind.

Bezogen auf die Anzahl aller Erkrankungen pro Rassegruppe fallen bei DH nur 3,11 % auf den Bewegungsapparat, bei den anderen Genotypen zwischen 5 – 6 % (DH-FV 5,26 %, FV 5,76 %, FV-DH 5,15 %).

### **4.4.3 Euter**

Mastitis, Stenosen, Incontinentia lactis u.a. fallen unter diese Gruppe von Erkrankungen. Mit 27,75 % aller Nennungen ist dies nach den gynäkologischen Erkrankungen das am zweithäufigsten betroffene Organsystem.

Alle Tiere erkrankten durchschnittlich 2 – 3 Mal mit Symptomen, die das Euter primär betreffen, v. a. ist hier die Mastitis zu nennen.

Die niedrigste Erkrankungsrate, prozentual auf die Anzahl der Tiere jeder Rasse bzw. Kreuzungsgenotyps bezogen, zeigen noch DH-FV mit 183,3 % gefolgt von FV mit

221,1 %. Die beiden anderen liegen mit 263 % und 273,6 % eng beisammen an der Spitze. Hier wurden allerdings auch einige Tiere mehrfach gezählt; wie oben schon erwähnt, geht aus den Aufzeichnungen keine genauere Angabe hervor.

Im Vergleich zu allen Erkrankungen einer Rasse liegen die Erkrankungen des Euters für DH bei 27,82 %, FV bei 30,22%, FV-DH bei 30,47 % und am niedrigsten bei DH-FV bei 19,3 %.

#### **4.4.4 Geburtshilfe**

Nur 5,15 % aller genannten Diagnosen befinden sich in dieser Gruppe. Am häufigsten musste bei den Tieren von DH-FV Geburtshilfe geleistet werden, 8,77 % aller Diagnosen fallen darunter, 83,3 % der Tiere dieser Gruppe waren betroffen. Die leichtesten Geburten hat das Fleckvieh: nur jede fünfte Kuh brauchte Hilfe und mit nur 3,02 % aller Diagnosen nimmt die Geburtshilfe eine untergeordnete Stellung ein.

DH und FV-DH unterscheiden sich wenig, ca. jede 2. Kuh benötigt Hilfe; der Anteil an allen Diagnosen liegt bei 5,65 und 5,58 %.

#### **4.4.5 Gynäkologie**

31,96 % aller genannten Diagnosen fallen unter diesen Sammelbegriff. Alle Tiere waren mindestens 2-mal, meist aber noch öfter von einer Erkrankung, die unter diesen Punkt fällt, betroffen. Hauptsächlich wurden Ovarzysten, Genitalkatarrhe und Metritis genannt. Auch Azyklie und verzögerte Ovulation, sowie unregelmäßige Zyklen traten auf, ebenso wie Erkrankungen der Vagina und der Vulva sowie Gebärmuttervorfälle.

Am wenigsten Probleme hatte auch hier wieder das Fleckvieh, auf die Gesamtanzahl der Tiere der einzelnen Genotypen bezogen, liegt es bei 217,9 %.

Anschließend folgen Tiere der Rasse DH mit 287,5 %, gefolgt wiederum von den Kreuzungstieren, bei denen 390 % (DH-FV) bzw. 307,4 % (FV-DH) der Tiere erkrankten. Wie aus den Ergebnissen ersichtlich ist, kam es auch hier wieder zu Mehrfachzählungen.

Bei den Kreuzungstieren ist auch der Anteil dieser Diagnosegruppe an der Gesamtzahl der Nennungen mit 41,05 % (DH-FV) und 35,62 % (FV-DH) deutlich höher als bei den reinrassigen Tieren, welcher für beide knapp unter 30 % liegt.

#### **4.4.6 Haut, Unterhaut, Haare**

Mit nur 1,67 % aller Nennungen macht diese Gruppe nur einen kleinen Anteil aus. Hauptsächlich betroffen sind DH mit 22,2 % erkrankter Tiere, gefolgt von FV-DH mit 18,5 %. DH-FV mit 6,7 % und FV mit 9,5 % sind nur selten betroffen.

Bei den DH macht der Anteil dieser Gruppe an allen Erkrankungen 2,26 % aus, bei FV-DH 2,15 %, bei FV 1,29 % und bei DH-FV nur 0,7 %.

#### **4.4.7 Hörner, Schwanz**

Diese Gruppe ist mit 0,36 % aller Erkrankungen fast zu vernachlässigen. Bei der Kreuzung FV-DH trat kein einziger Fall auf, 3-mal waren Holsteins betroffen, 3-mal DH-FV und nur 1-mal Fleckvieh.

#### **4.4.8 Infektionskrankheiten**

Hier trat nur einmal eine IBR-Infektion bei einem Kreuzungstier DH-FV auf.

#### **4.4.9 Klauen**

Mit 21,76 % der genannten Erkrankungen spielen die Klauenerkrankungen die drittgrößte Rolle. Es fällt auf, dass die reinrassigen Tiere prozentual auf die jeweilige Gruppengröße mit 205,6 % (DH) und 195,8 % (FV) deutlich öfter betroffen sind als die Kreuzungstiere mit 163,3 % (DH-FV) bzw. 128 % (FV-DH). Diese Ergebnisse sind auf Mehrfachzählungen zurückzuführen.

Beim FV sind dies 26,76 % aller Erkrankungen, bei DH 20,09 %, bei DH-FV 17,19 % und bei FV-DH nur 15,02 %.

Daraus wird ersichtlich, dass vor allem die Fleckviehtiere Probleme mit den Klauen haben, da über  $\frac{1}{4}$  aller Diagnosen auf diese Gruppe fallen.

#### **4.4.10 Kreislaufapparat und Blut**

Hier waren nur 3-mal Tiere der Rasse Deutsche Holsteins erkrankt.

#### **4.4.11 Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten**

Gebärparese, Ketose, Lipomobilisationssyndrom u. a. gehören in diese Gruppe.

Insgesamt fallen 2,5 % aller Erkrankungen darunter. Absolut am häufigsten betroffen waren die Tiere der Rasse Deutsche Holsteins mit 26 Fällen, gefolgt von den Kreuzungstieren FV-DH mit 11 Fällen. Beim Fleckvieh traten nur 10 Fälle auf, bei den DH-FV nur 1 Fall.

Auf die Anzahl Tiere je Rasse/Kreuzungsgenotyp bezogen, ergibt sich damit folgende Reihenfolge:

40,74 % der FV-DH Tiere erkrankten an einer Krankheit dieser Gruppe, gefolgt von 36,1% DH. Bei den Fleckviehtieren waren es nur 10,5 %, bei den DH-FV nur 3,3 %.

4,72 % aller Erkrankungen fielen bei FV-DH unter diese Gruppe, 3,67 % bei den Deutschen Holsteins, hingegen nur 1,44 % beim Fleckvieh und 0,35 % bei DH-FV.

#### **4.4.12 Verdauungsapparat (Magen- und Darmtrakt)**

Absolut und relativ am häufigsten betroffen von Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts sind die Deutschen Holstein-Tiere. 38 Erkrankungen wurden gezählt, das entspricht 52,7 % aller DH-Tiere. Davon litten allein schon 27 Tiere (37,5 %) an einer Dislocatio abomasi sinistra.

Gefolgt werden die DH von den Kreuzungstieren DH-FV mit 15 genannten Fällen (das entspricht immerhin 50 % aller Tiere), wobei auch hier 4 Nennungen eine linksseitige Labmagenverlagerung betrafen.

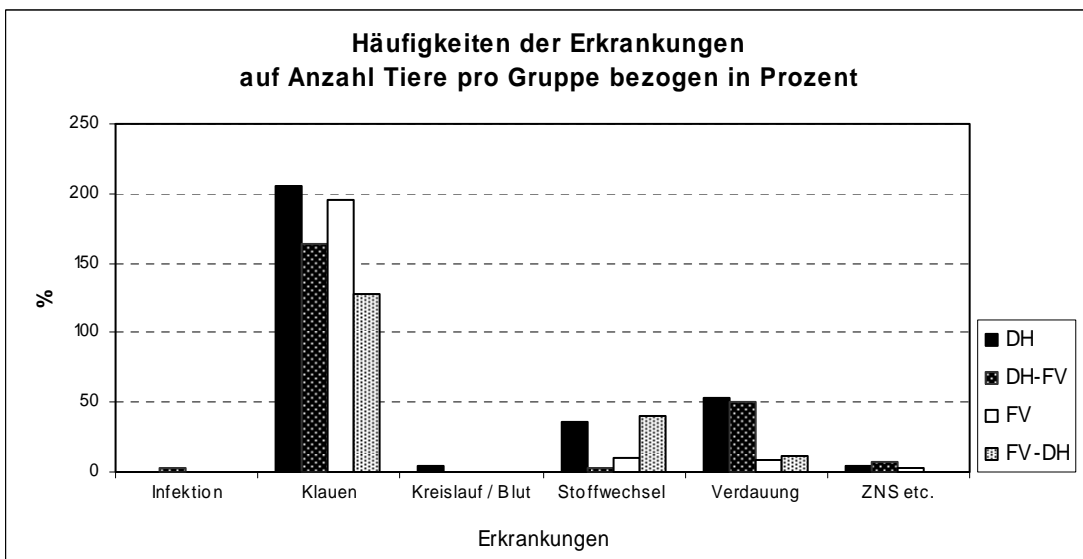
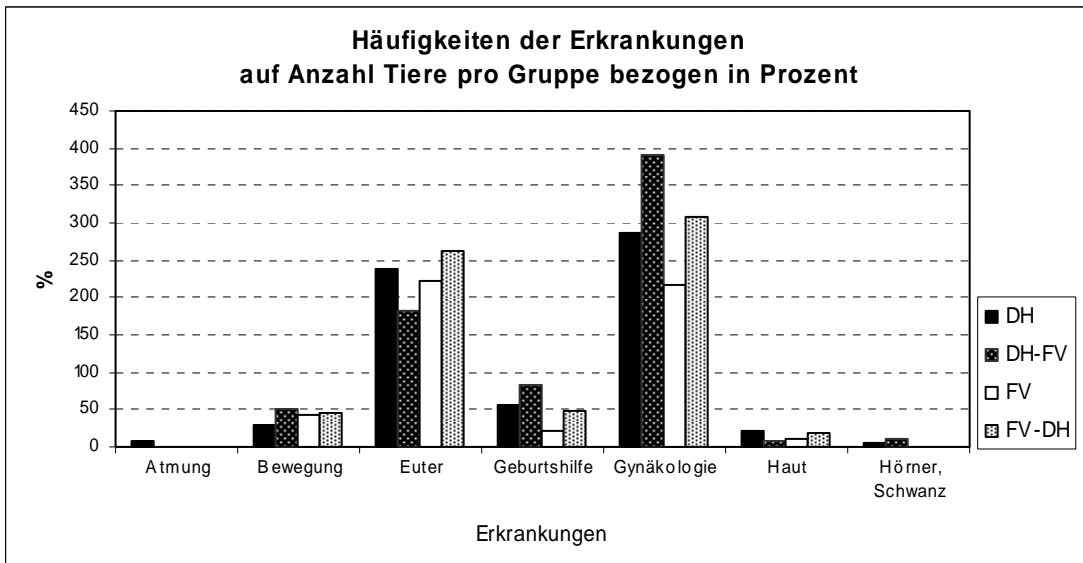
Die beiden anderen Gruppen hatten mit dem Verdauungsapparat deutlich weniger Beschwerden. Nur 8 (8,42 %) der Fleckviehkühe und 3 (11,1 %) der FV-DH-Kühe zeigten Probleme.

Das entspricht einem Anteil an allen genannten Diagnosen von 5,37 % bei DH, 5,26 % bei DH-FV, 1,15 % bei FV und 1,29 % bei FV-DH.

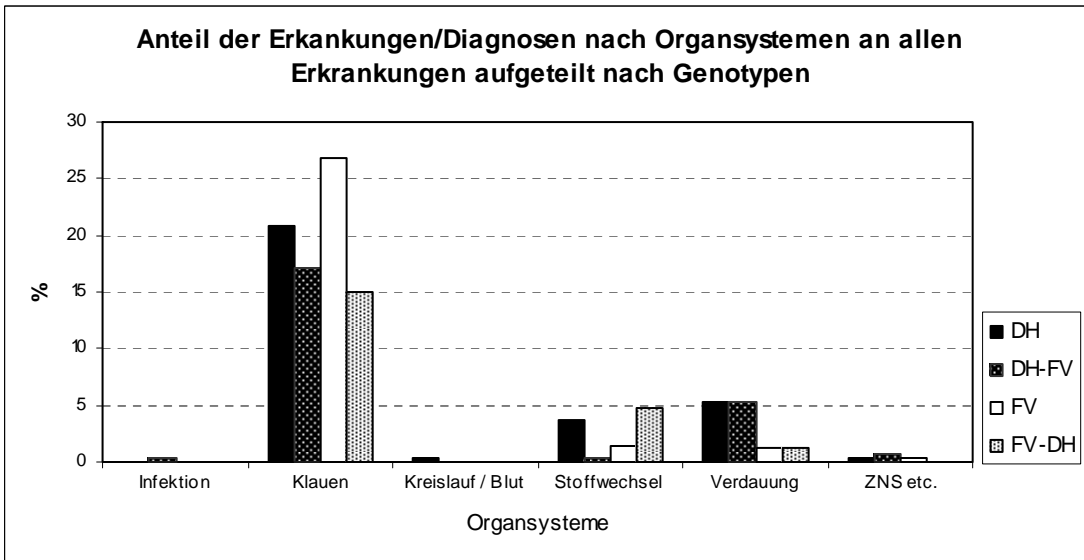
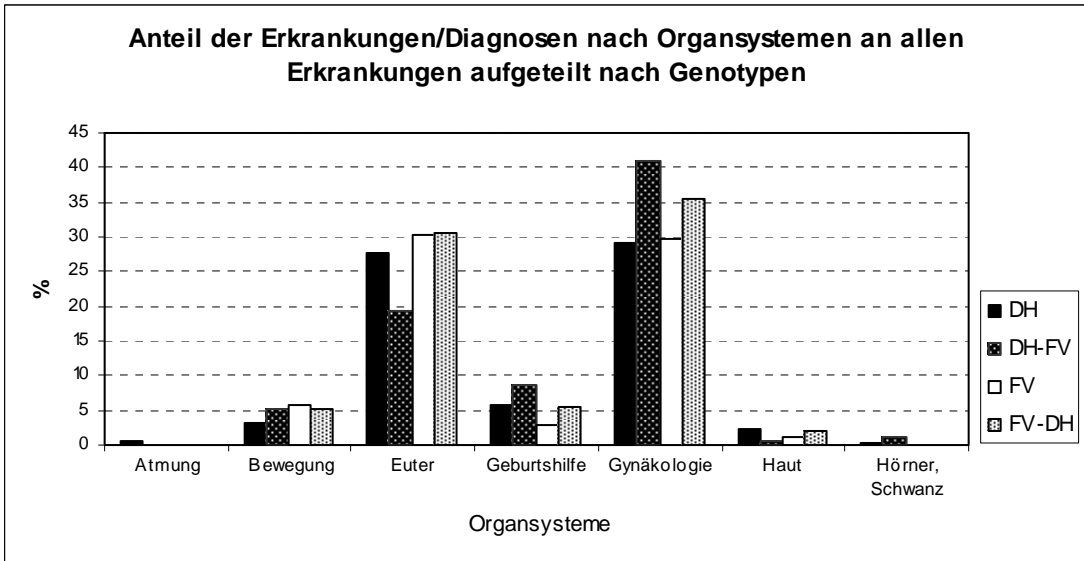
#### **4.4.13 ZNS, Sinnesorgane, Verhalten**

Hier waren nur sehr wenige Nennungen zu verzeichnen.

3-mal waren Deutsche Holstein-Tiere betroffen, 2-mal DH-FV und 3-mal Fleckviehtiere. FV-DH wurden kein einziges Mal genannt.



**Abb. 33 und 34: Häufigkeiten von Erkrankungen/Diagnosen bezogen auf Anzahl Tiere pro Gruppe**



**Abb. 35 und 36: Anteil der Erkrankungen/Diagnosen nach Organsystemen an allen Erkrankungen aufgeteilt nach Genotypen**

## **5 Diskussion**

Gegenstand dieser Arbeit war es, den Einfluss der Kreuzung der Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh auf die Milchleistung, die Milchqualität und allgemeine Gesundheitsmerkmale einschließlich der Fruchtbarkeit im Melkrobotersystem herauszustellen. Dafür wurden die reinrassigen Tiere mit der F1-Generation der Kreuzungen verglichen.

### **5.1 Roboterdaten**

#### **5.1.1 Durchschnittliche Tagesmilchleistung**

Erwartungsgemäß zeigt die Rasse DH mit 25,8 Litern die höchste Tagesmilchleistung. Am wenigsten Milch pro Tag gibt das Fleckvieh mit 22,2 Litern. Die beiden Kreuzungsgruppen liegen dazwischen, noch mit signifikantem Unterschied, DH-FV mit 25 Litern und FV-DH mit 24,5 Litern. Diese Werte sind als Durchschnittswerte für die ganze Laktation zu verstehen. Spitzenkühe können durchaus viel mehr Milch geben, und der internationale Durchschnitt, v. a. in den USA, liegt für Holstein-Friesians deutlich höher, bei 31,5 kg am Tag (Van Raden und Sanders, 2003). In den USA sind sogar Tagesleistungen von über 116 kg beschrieben (Hansen, 2000). Aus den Werten dieser Auswertung ergibt sich eine Heterosis für die Tagesleistung von 0,74 Litern. Dies entspricht 3,08 %, was dem Wert von 5 % nahe kommt, den Weigel (2003) für die Milchleistung beschrieben hat. Für Kreuzungen zwischen *Bos taurus* und *Bos indicus* sind Heterosiswerte von über 30 % für die Tagesmilchleistung gefunden worden (Restle et al., 1998). Diese Heterosis ist möglich, da die Verwandtschaft zwischen zwei verschiedenen Rinderarten natürlich noch geringer ist als die zwischen zwei Rassen. Die Rassen Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh sind zu eng miteinander verwandt, um derart hohe Heterosiseffekte zu erreichen.

#### **5.1.2 Milchmenge pro Gemelk**

Die höchste Milchmenge pro Gemelk geben DH mit 10 Litern, was zu erwarten war, da diese Rasse auch die höchste Tagesmilchleistung zeigt. Die Kreuzungstiere liegen mit 9,8 Litern (DH-FV) und 9,6 Litern (FV-DH) eng dahinter. Die geringste Milchmenge

pro Gemelk gibt das Fleckvieh mit nur 8,4 Litern, welches auch insgesamt die geringste Milchleistung aufweist. Zu Beachten ist, dass diese Werte vom Melkroboter ermittelt wurden, das heißt, die Tiere werden nicht nur zweimal täglich gemolken wie in den meisten konventionellen Melkssystemen. Die Besuchshäufigkeit wurde von Neuhaus (2000) in eben diesem Melkrobotersystem mit 2,216 (DH 1. Laktation) und 2,218 (DH 2. Laktation) und 2,592 (FV 1. Laktation) und 2,467 (FV 2. Laktation) angegeben. Von den Kreuzungstieren lagen damals keine Werte vor. Im Untersuchungszeitraum dieser Arbeit besuchten DH in der ersten Laktation 2,564-mal täglich den Roboter, in der zweiten Laktation 2,698-mal. Die Besuchshäufigkeit des Fleckviehs lag bei 2,566 in der ersten und bei 2,894 in der zweiten Laktation. Die Kreuzungstiere DH-FV zeigten die höchste Besuchshäufigkeit mit 2,799 in der ersten bzw. 3,07 in der zweiten Laktation. FV-DH besuchte den Melkroboter 2,534-mal täglich in der ersten und 2,863-mal täglich in der zweiten Laktation. Ein Grund für die geringere Milchmenge pro Gemelk beim Fleckvieh ist daher auch, dass das Fleckvieh öfter zum melken geht als DH und daher pro Melkzeit weniger Milch gibt, ebenso wie auch die Kreuzungstiere im Vergleich zu DH. Die Heterosis ist positiv und beträgt 0,455 Liter.

### **5.1.3 Milchfluss und Melkdauer**

Den höchsten Milchfluss mit 1,54 Litern / Minute hat DH, welche auch die höchste Milchleistung aufweist. Den zweithöchsten Milchfluss mit 1,48 Litern / Minute zeigt FV-DH, dann folgt DH-FV mit 1,46 Litern / Minute. Den geringsten Milchfluss mit nur 1,43 Litern / Minute zeigt das Fleckvieh, das auch am wenigsten Milch pro Melkzeit gibt. Die durchschnittlichen Werte in Bayern im Jahr 2006 geben ein höheres Minutenmelk an, 1,87 kg in der 1. Laktation und 1,94 kg in der zweiten Laktation (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006). Diese Daten beziehen sich allerdings kaum auf Melkroboterbetriebe, in denen ja die Anzahl der Gemelke am Tag höher ist als in konventionellen Melkbetrieben. Dies kann auch ein Grund für das niedrigere Minutenmelk sein.

Erstaunlich ist, dass DH-FV zwar mehr Milch / Gemelk geben als FV-DH, aber einen niedrigeren Milchfluss aufweisen. Die Heterosis beträgt 0,015 Liter / Minute.

Obwohl DH pro Gemelk die meiste Milch geben, lassen sie sich aufgrund des hohen Milchflusses am schnellsten melken (175 – 240 Sekunden, je nach Viertel). Dies lässt auf eine gute Melkbarkeit schließen, mit kurzer Anrüstzeit, schnell einsetzendem Milch-



fluss, kurzer Nachmelkzeit und wenig Blindmelken. Am längsten werden die Kreuzungstiere FV-DH (193 – 266 Sekunden) gemolken. FV und DH-FV liegen dazwischen. Die Heterosis für die Melkdauer beträgt je nach Viertel zwischen 8,3 und 21 Sekunden. Die hinteren Viertel werden bei allen vier Gruppen länger gemolken als die vorderen. Grund hierfür könnte sein, dass die Hinterviertel mehr Milch geben als die vorderen. Jedes vordere Viertel trägt zu 23 % und jedes hintere Viertel zu 27 % zur Gesamtmilchmenge bei (Scholz et al., 2001 a).

#### **5.1.4 Leitfähigkeit**

Die höchste Leitfähigkeit an allen Vierteln hat die Rasse DH (zwischen 3,98 und 4,85 ms / cm). Die geringste Leitfähigkeit weist dagegen das Fleckvieh auf (zwischen 3,74 und 3,97 ms / cm). Die Kreuzungstiere liegen dazwischen. Für alle Viertel ist die berechnete Heterosis negativ. Das ist aber erwünscht, da eine geringere Leitfähigkeit einen Hinweis auf bessere Eutergesundheit gibt.

Da die Leitfähigkeit ein Indikator für eine Veränderung der Milchqualität ist (Schwarzer, 2000), und mit einer veränderten Milchqualität leichter Mastitiden einhergehen, ist die Rasse DH stärker Mastitis gefährdet als das Fleckvieh. Wie später genauer aufgeführt, ist es auch die Rasse DH, die am meisten Probleme mit Euterentzündungen hat, das Fleckvieh ist am wenigsten anfällig.

Bei Kreuzungstieren FV x DH ist im Vergleich zu DH die Mastitisanfälligkeit vermindert. Auch sind die Ergebnisse Leitfähigkeit und Zellgehalt positiv korreliert, was sich mit den Ergebnissen von Scholz et al. (2001 b) deckt. Das Hintereuter hat bei allen 4 Gruppen eine höhere Leitfähigkeit als das Vordereuter.

## **5.2 LKV-Prüfung**

### **5.2.1 Tagesmilchmenge laut LKV-Prüfung**

Laut LKV-Prüfdaten ergibt sich für die Tagesmilchleistung eine gleiche Verteilung und nur leicht veränderte Werte im Vergleich zur Roboterauswertung (siehe Abb. 13). Die Differenzen können damit begründet werden, dass die LKV-Daten nur 11-mal jährlich über 24 Stunden gesammelt werden, der Melkroboter aber 365 Tage im Jahr Daten aufnimmt.

### **5.2.2 Fettgehalt laut LKV-Prüfung**

Den höchsten Fettgehalt am jeweiligen Tag der Messung zeigten die Kreuzungstiere FV-DH mit 3,97 %, gefolgt von den DH-FV mit 3,95 % und Fleckvieh mit 3,94 %. Den niedrigsten Fettgehalt weist in dieser Auswertung die Milch der Deutschen Holsteins mit 3,85 % auf. Signifikante Unterschiede bestehen nur zwischen DH und den drei anderen Genotypen. Der Heterosiseffekt beträgt somit 0,06 Fettprozent. Diese Beobachtung deckt sich nicht mit den Ergebnissen von Buchberger et al. (1986), laut denen der Fettgehalt bei allen Kreuzungen Holstein-Friesian x Fleckvieh niedriger ist als beim Fleckvieh.

### **5.2.3 Eiweißgehalt laut LKV-Prüfung**

Die Milch von Fleckviehkühen hat einen Eiweißgehalt von 3,74 %, somit einen signifikant erhöhten Gehalt im Vergleich zu FV-DH (3,69 %) bzw. DH-FV (3,63 %). Den signifikant niedrigsten Gehalt hat die Milch der reinen DH mit 3,52 %. Die minimale Heterosis beträgt 0,025 Eiweißprozent. Diese Werte decken sich mit denen von Buchberger et al. (1986), laut denen Kreuzungskühe mit 50 -75 % Red-Holstein-Anteil um 0,06 -0,08 % niedrigere Eiweißgehalte aufweisen als das reine Fleckvieh. Alle Kühe haben aber einen überdurchschnittlich hohen Eiweißgehalt, der in Bayern bei 3,45 – 3,48 % liegt und laut Brade (2004) deutschlandweit am höchsten ist. Die reinen DH mit dem niedrigsten Eiweißgehalt sind auch die Tiere, die den höchsten Zellgehalt aufweisen. Hier spielt die negative Korrelation zwischen Milcheiweißgehalt und Zellzahl eine Rolle. Bei Euterinfektionen mit einer Zellzahl von über 200.000 / ml Milch sinkt der Milcheiweißgehalt ab, da vermehrt Plasmin und Plasminogen ausgeschüttet werden, die zu einem enzymatischen Proteinabbau führen, hauptsächlich von Kasein (Rossow und Richardt, 2003).

### **5.2.4 Harnstoffgehalt**

Der Harnstoffgehalt liegt in allen 4 Gruppen im physiologisch normalen Bereich. Den höchsten Gehalt zeigt DH-FV mit 27,2 mg / dl, gefolgt von FV-DH mit 26,95 mg / dl. FV mit 26,6 mg / dl und DH mit 25,6 mg / dl bilden den Schluss. Kein signifikanter

Unterschied besteht hierbei allerdings zwischen den Kreuzungsgenotypen und FV. Wenn bedacht wird, dass der Referenzbereich für Harnstoff zwischen 15 – 30 mg / dl (maximal 60 – 70 mg / dl) liegt, sind diese Unterschiede zwischen den Rassen kaum erwähnenswert. Es besteht eine Heterosis von 0,9 mg / dl. Alle Gruppen liegen innerhalb des Referenzbereiches. Dies spricht für eine ausgewogene, bedarfsgerechte Fütterung. Es lässt sich eine negative Korrelation zwischen Harnstoffgehalt und Zellzahl feststellen, wie auch von Richardt (2004) beschrieben. Bei klinischen Mastitiden sinkt der Harnstoffgehalt (Grabowski, 2000). Da DH am häufigsten an Euterentzündungen erkrankt sind, ist dies u.a. ein Grund für den niedrigsten Harnstoffgehalt. Außerdem besteht laut Richardt (2004) ein positiver Zusammenhang zwischen Eiweißmenge und Harnstoffgehalt.

### **5.2.5 Zellzahl**

Die höchsten Zellzahlen und damit unter anderem auch einen Indikator für nicht optimale Eutergesundheit zeigen die Deutschen Holsteins mit 182.385 Zellen / ml, gefolgt von den Kreuzungstieren FV-DH mit 105.516 Zellen / ml. Weit weniger Zellen weist die Milch der Fleckviehtiere mit nur 71.153 Zellen / ml und die der Kreuzung DH-FV mit 78.316 Zellen / ml auf. Die erwünschte negative Heterosis beträgt –34.853 Zellen / ml im Gegensatz zu der von Van Raden und Sanders (2003) beschriebenen, die zwar gering, aber positiv ist. Schutz et al. (1994) kommen zu ähnlichem Ergebnis wie in dieser Arbeit, dass Kreuzungstiere (HF x Jersey) durchschnittlich einen niedrigeren Zellgehalt aufweisen als reine Holstein-Friesians. Montgomerie (2005) fand ebenfalls eine negative Heterosis, ebenso wie Egger und Fürst (2005), die von einer erwünschten negativen Heterosis bei der Kreuzung Red-Holstein x Fleckvieh berichten. Allgemein ist zu beachten, dass hier mit einem automatischen Melksystem gearbeitet wurde. Im Melkroboter war die Zellzahl anfänglich höher als im konventionellen System, wie Scholz et al. (2001 b) beim Vergleich der beiden Systeme feststellten. Bei 758.089 untersuchten Fleckviehkühen lag der Zellgehalt durchschnittlich bei 168.000, während bei 54.941 Holsteinkühen der Durchschnitt bei 233.000 lag (Grupp, 2001 a). Somit weist vergleichsweise sowohl DH im Versuch als auch Fleckvieh einen unterdurchschnittlichen Zellgehalt auf. Die Kreuzungstiere liegen dazwischen. Es ist also möglich, durch Kreuzung bei hoher Milchleistung die Zellzahl im Vergleich zu DH zu

verringern und damit die Eutergesundheit zu verbessern. Wirft man einen Blick auf die Auswertung der Gesundheitsdaten, fällt auf, dass die Gruppen DH und FV-DH deutlich öfter an das Euter betreffenden Erkrankungen litten als FV und DH-FV. DH und FV-DH zeigen auch, wie oben bereits erwähnt, höhere Zellgehalte als die anderen beiden Gruppen. Ein Zusammenhang zwischen Zellgehalt der Milch und Mastitisanfälligkeit kann also auch hier aufgezeigt werden.

## **5.3 LKV-Laktationsdaten**

### **5.3.1 Fettgehalt aus LKV-Laktationsdaten**

Den höchsten Fettgehalt im Durchschnitt der Laktation weist die Milch der Kreuzungskühe FV-DH mit 3,84 % auf. Mit einem Fettgehalt von 3,71 % folgen Fleckvieh und DH-FV. Mit 3,64 % schließen sich die Deutschen Holsteins an.

Die Heterosis beträgt 0,1 Fettprozent (2,7 %). Der Heterosiseffekt ist gering. Wolf et al. (2005) beschreiben einen noch niedrigeren Heterosiseffekt von 0,013 Fettprozent für die Kreuzung tschechisches FV x HF. Brade (2004) beschreibt für die Kreuzung HF x FV keinen Heterosiseffekt für den Fettgehalt.

Dagegen schreiben McAllister et al. (1994) von einer Heterosis von 16,5 %, allerdings bei der Kreuzung von HF mit Jersey oder Guernsey. Dies konnte nicht bestätigt werden. Der Fettgehalt in der Milch von Kreuzungstieren Red-Holstein x Simmental betrug in den frühen siebziger Jahren in der ersten Laktation 3,73 % und in der zweiten 3,82 %, im Vergleich zu dem der reinen Simmentaler mit 3,98 % bzw. 3,86 % (Künzi und Crettenand, 1975). Der Fettgehalt in diesem Versuch liegt bei den FV-Kühen darunter, dagegen decken sich die o.g. Angaben mit den Ergebnissen der Kreuzungstiere FV-DH weitgehend. Brade (2004) spricht von einem Fettgehalt im Durchschnitt aller Kühe von 4,16 % (in der ersten Laktation von 4,09 %) bei HF und ebenfalls 4,16 % durchschnittlichem Fettgehalt bei den Fleckviehkühen (in der ersten Laktation 3,51 %). Im Jahr 2005 hatten die Fleckviehkühe in Bayern einen durchschnittlichen Fettgehalt von 4,13 %, die Holsteins nur von 4,10 % (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006). Laut Stockinger (2002) haben Fleckvieh und Schwarzbunte jeweils einen Fettgehalt von 4,1 %. Damit liegen die Tiere im eigenen Versuch unter dem Durchschnitt.

Daraus wird ersichtlich, dass durch Kreuzung von DH x FV die Konzentration der Inhaltsstoffe nicht in dem Maß verbessert werden kann, wie etwa bei der Kreuzung HF x Jersey. Für die Kreuzungen J x BS und J x HF konnte eine sehr hohe Heterosis für Milchleistung und Fettgehalt aufgezeigt werden, nämlich 11 – 18 % für die Milchleistung und 12 – 15 % für den Fettgehalt. Eine andere Kalkulation kommt auf eine Heterosis von 11,2 – 11,9 kg (entspricht 7,5 %) Fettmenge für diese Kreuzungen. Ähnliche Werte ergeben sich bei der Kreuzung von HF x BS (Brade, 1992).

### **5.3.2 Eiweißgehalt aus LKV-Laktationsdaten**

Die Kreuzung FV-DH produziert mit 3,62 % Eiweißgehalt im Durchschnitt die eiweißreichste Milch, gleich anschließend folgen Fleckvieh mit 3,61 % und DH-FV mit 3,53 %. Am eiweißärmsten ist die Milch der reinen DH mit nur 3,39 %. Daraus berechnet sich eine minimale Heterosis von 0,075 Eiweißprozent (1,07 %). Auch Wolf et al. (2005) fanden für die Kreuzung tschechisches FV x HF kaum einen Heterosiseffekt (0 – 0,001). Laut Stockinger (1999) wurde der Eiweißgehalt in Bayern 1999 mit 3,5 % für das Fleckvieh und 3,4 % für die Schwarzbunten angegeben. Im Jahr 2005 lag der Eiweißgehalt in Bayern bei durchschnittlich 3,5 % beim Fleckvieh und bei 3,39 % bei den Schwarzbunten (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006). In vorliegender Auswertung liegen alle Tiere somit über dem Durchschnitt. In einem Kreuzungsversuch zwischen Red-Holstein und Simmental war der Eiweißgehalt der F1-Kreuzung mit 3,28 % sogar niedriger als der der reinen Simmentaler mit 3,42 % (Künzi und Crettenand, 1975). Dies deckt sich nicht mit den Ergebnissen dieser Arbeit.

Die Unterschiede zu den Ergebnissen der LKV-Tagesprüfdaten (gilt auch für den Fettgehalt) lassen sich durch die unterschiedlichen Methoden der Bestimmung der Parameter erklären. Während die LKV-Tagesprüfdaten 11 mal jährlich gemessen werden, errechnen sich die Laktationsdaten aus der Fett- bzw. Eiweiß- und Milchleistungsleistung. Zusätzlich werden bei den LKV-Laktationsdaten nur abgeschlossenen Laktationen (>250 Laktationstage) ausgewertet, während bei den Tages-Prüfdaten durchaus Kühe, die die Laktation noch nicht abgeschlossen haben, in die Auswertung einbezogen werden können. Außerdem liegen die LKV-Tagesprüfdaten erst ab dem 24.10.2000 vor, während die LKV-Laktationsdaten ab dem 01.01.2000 vorhanden sind.

### **5.3.3 Fettmenge pro Laktation**

Am meisten Fett pro Laktation produzieren die Deutschen Holsteins mit 293,8 kg sowie die Kreuzungstiere DH-FV mit 293,2 kg und FV-DH mit 292,9 kg. Den geringsten Fettertrag erzielt Fleckvieh mit 252,9 kg.

In diesem Merkmal lagen die Versuchstiere im bayernweiten Durchschnitt von 252 kg beim FV bzw. leicht unter dem bayernweiten Durchschnitt von 306 kg bei den Deutschen Holsteins (Stockinger, 2002).

Die Kreuzungskühe sind den reinen Fleckviehtieren in der Fettmenge überlegen, was sich mit den Aussagen von Künzi und Crettenand (1975) deckt, laut denen Kreuzungskühe der Rassen Red-Holstein mit Simmental in den Jahren 1971 bis 1973 151 kg Fett in der ersten Laktation und 187 kg in der zweiten Laktation gaben, im Vergleich dazu gaben reine Simmentaler nur 127 bzw. 159 kg Fett.

Die Heterosis ist relativ hoch; sie beträgt 19,75 kg (7,2 %) und deckt sich mit den Angaben von McAllister et al. (1994). Touchberry (1992) gibt einen prozentualen Heterosiseffekt von 7,5 % an. Eine geringere Heterosis wird von Wolf et al. (2005) mit 4,6 kg Fettleistung für die Kreuzung Tschechisches FV mit HF beschrieben. Die Heterosis für die Laktationsleistung Fett bei der Kreuzung Holstein-Friesian x Jersey wurde von Lopez-Villalobos und Garrick, (2002) mit 4,3 % angegeben. Van Raden und Sanders (2003) geben eine Heterosis von 4,4 % an.

### **5.3.4 Eiweißmenge pro Laktation**

Bei der Eiweißmenge lassen die Kreuzungstiere eine minimale Überlegenheit erkennen. FV-DH geben 277,3 kg und DH-FV 279,6 kg Eiweiß pro Laktation. Am wenigsten Eiweiß produziert das Fleckvieh mit nur 247,2 kg. Die Deutschen Holsteins liegen mit 276,1 kg nur geringfügig unter den beiden F1-Kreuzungstypen. Eine Heterosis von 16,78 kg ergibt sich daraus (6,4 %). Wolf et al. (2005) errechneten für die Kreuzung Tschechisches FV x HF nur eine Heterosis von 3,8 kg in der 1. und 4,6 kg in der zweiten Laktation. Die Tiere der aktuellen Auswertung liegen über dem bayernweiten Durchschnitt. 1999 gaben in Bayern Fleckviehkühe 213 kg Eiweiß pro Laktation, Schwarzbunte immerhin 248 kg, somit um 16 % mehr (Stockinger, 2002). Die Heterosis ist etwas höher als die 4,06 % von Lopez-Villalobos und Garrick (2002) gefundene für die Kreuzung HF x Jersey.

### 5.3.5 Laktationsleistung Milch

Die Kreuzungstiere zeigen die höchste (auf Fett- und Eiweißgehalt korrigierte) Milchleistung mit 7969 kg (FV-DH) und 7934 kg (DH-FV). Den geringsten Milchertrag bringen die Fleckviehkühe mit nur 7028 kg. Die Deutschen Holsteins liegen mit 7843 kg korrigierter Milchmenge um ca. 100 kg unter den beiden Kreuzungsgenotypen. Es bestehen allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen Deutschen Holsteins und FV-DH bzw. DH-FV. Die Heterosis von 516 kg entspricht einem prozentualen Effekt von 6,9 %. Betrachtet man allerdings die unkorrigierte Auswertung, dann geben die Deutschen Holsteins erwartungsgemäß mit 8189 kg am meisten Milch, gefolgt von DH-FV mit 7934 kg, FV-DH mit 7673 kg und als Schlusslicht FV mit nur 6865 kg. Die Heterosis ist hier dadurch auch geringer und beträgt nur 276 kg. Mit diesen Laktationsleistungen liegen sowohl das Fleckvieh als auch die Deutschen Holsteins im bayernweiten Durchschnitt. Die Durchschnittsleistung aller geprüften Herdbuchkühe in Bayern liegt für Holstein-Friesians bei 8.092 kg Milch mit 4,16 % (337 kg) Fett und 3,4 % (276 kg) Eiweiß bei 321 Melktagen. Dagegen gibt das Fleckvieh in durchschnittlich 315 Laktationstagen nur 6.469 kg Milch mit 4,16 % (269 kg) Fett, aber 3,51 % (227 kg) Eiweiß (Brade, 2004). In Bayern gaben die Kühe im Jahr 2005 etwas weniger Milch als die Kühe dieser Studie (2000-2004), nämlich FV 6.781 kg und Schwarzbunte 8.070 kg (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006).

Die Differenz von ca. 1.000 kg zwischen Fleckvieh und den F1-Kreuzungen deckt sich mit den Aussagen von Jennie bzw. Schmidlin (laut Geißler, 1982). Laut Schmidlin bestehen 1.387 kg Milchleistungs-, 31,1 kg Fettleistungs- und -0,25%-Fettanteilsunterschiede zwischen reinen Simmentalern und Red-Holstein-Kreuzungen. Laut Jennie geben  $\frac{1}{2}$  Red-Holsteins um ca. 1.000 kg mehr Milch als reine Fleckviehkühe, wobei allerdings Heterosiseffekte zu beachten sind.

In den frühen siebziger Jahren betrug die Milchleistung von reinen Simmentalern in der 1. Laktation 3.193 kg, in der zweiten 4.114 kg; die der Kreuzungstiere Red-Holstein-Simmental dagegen betrug in der 1. Laktation schon 4.051 kg und in der 2. 4.893 kg (Künzi und Crettenand, 1975). Die Heterosis von 6,9 % ist etwas geringer als die von McAllister et al. (1994) angegebenen Werte von 16,6 und 17,9 %. Martinez et al. (1988) schreiben über die Heterosis für die Laktationsleistung der Kreuzung HF x Zebu von genau 18,8 %. Andere Autoren geben niedrigere Heterosiswerte an.

Für die Kreuzung Fleckvieh x HF beträgt die Heterosis für das Merkmal Milchmenge in kg nur 3 % (Brade, 2004). Van Raden und Sanders (2003) berichten von einer Heterosis für die Milchleistung von 3,4 %. Wolf et al. (2005) zeigten eine Heterosisleistung bei der Kreuzung von Tschechischem Fleckvieh mit HF von 90 kg in der ersten und 95 kg in der zweiten Laktation auf.

Durch die Heterosiseffekte in der ersten Generation der Kreuzung FV x DH ist eine Milchleistungssteigerung einschließlich einer erhöhten Fett- und Eiweißmenge bei den Kreuzungstieren zu verzeichnen. Allerdings sind die Unterschiede oft nicht signifikant. Von einer erhöhten Milchleistung der Kreuzungstiere Red-Holstein x Fleckvieh schreibt auch Fürst (2005 a), allerdings machte er die Beobachtung, dass dabei die Inhaltsstoffe zurückgehen, was in dieser Arbeit nicht der Fall ist.

In Neuseeland wurde die Entwicklung der Kreuzung HF x Jersey über 25 Jahre von Lopez-Villalobos et al. (2000 c) hochgerechnet. Daraus ergab sich eine Milchleistungssteigerung von 613 l (24,5 l / Jahr), 30 kg Fett (1,2, kg / Jahr) und 39 kg Eiweiß (1,6 kg % / Jahr). Dies entspricht einer um 0,8 % erhöhten Milchleistung, 0,8 % erhöhten Fettleistung und 1,3 % erhöhten Eiweißleistung. Durch Rotationskreuzung konnte der Ertrag pro Hektar verbessert werden. Die Kreuzung war allerdings nicht rentabel, wenn das Augenmerk nur auf die Milchmenge gerichtet ist. Sinnvoll ist die Kreuzungszucht, wenn Fett- und Eiweißmenge berücksichtigt werden, ebenso wie die Anpassung an bestimmte Klimabedingungen, die Melkbarkeit, das Gewicht und die Langlebigkeit sowie die Fruchtbarkeit.

## **5.4 Fruchtbarkeit**

### **5.4.1 Zwischenkalbezeit**

Mit einer Zwischenkalbezeit von 388 Tagen in beiden Laktationen hat das Fleckvieh die kürzeste Zwischenkalbezeit aller Gruppen, ausgenommen der DH-FV-Kühe, die in der 2. Laktation nur eine ZKZ von 367 Tagen aufweisen. Allerdings wurden hierbei auch nur 3 Tiere in die Auswertung einbezogen, sodass dieses Ergebnis sehr zufallsgeprägt ist. Die reinrassigen Deutschen Holsteins haben in beiden Laktationen die höchste ZKZ (422 und 415 Tage), was aber auch zum Teil an der verlängerten freiwilligen Wartezeit



liegt. Diese wurde für Kühe, die mehr als 10.000 kg Milch pro Laktation geben, von 60 auf 100 Tage hinaufgesetzt. Außer den reinen DH liegen die drei anderen Gruppen innerhalb der gewünschten 395 Tage maximaler ZKZ. Eine Zwischenkalbezeit zwischen 365 und 405 Tagen wird von Feucker (2003) als zufrieden stellend beschrieben. Die Heterosis beträgt für die 1. Laktation -13 Tage und für die 2. Laktation – 20 Tage (3,2 % und 5 %). Eine negative Heterosis bedeutet hier, dass sich die Zwischentragezeit bei der F1-Generation verkürzt. Diese Heterosis ist geringer als die für die Kreuzung HF x Braunvieh, für welche Simianer (Uni Göttingen) laut Brade (2004) 10 % angibt.

Mit diesen Zwischenkalbezeiten liegen die Tiere des Versuchs im bayernweiten Durchschnitt des Jahres 1999. Im Jahr 1999 betrug die Zwischenkalbezeit in Bayern beim Fleckvieh durchschnittlich 391 Tage, bei den Schwarzbunten 407 Tage (Stockinger, 2002). Laut Touchberry (1992) weisen Kreuzungstiere im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Arbeit, ein geringgradig, aber signifikant längeres Kalbeintervall (9,4 Tage) auf als reine HF (402 Tage HF, 393 Tage Guernsey, 400 Tage HF x Guernsey). Kreuzungstiere der Rassen HF, Jersey und Ayrshire haben ein Zwischenkalbezeit von 365 Tagen (Lopez-Villalobos et al., 2000 b).

Dies ist erheblich kürzer als hier festgestellt. Die Fruchtbarkeit wird von der Milchleistung beeinflusst. Fleckviehkühe mit einer Tagesleistung über 30 Liter haben eine um 25 Tage längere Zwischentragezeit und damit auch Zwischenkalbezeit als Kühe mit einer Tagesleistung unter 15 Liter. Kühe mit einem Eiweißgehalt von unter 2,5 % in der 3. Milchkontrolle hatten eine um 21 Tage längere Zwischentragezeit als Kühe mit einem Eiweißgehalt von über 3,8 % (Daubinger et al. 1993).

#### **5.4.2 Gützeit**

Die Gützeit (auch Zwischentragezeit genannt) wird von zahlreichen Autoren aufgrund ihrer ökonomischen Bedeutung als die wichtigste Fruchtbarkeitskennzahl bezeichnet. Sie wird durch die Rastzeit mitbestimmt und Ergebnisse liegen erst relativ spät vor. Diese Kennzahl repräsentiert nicht das Ergebnis der gesamten Herde, da nur tragend gewordene Tiere in die Bewertung eingehen. Für Färsen kann sie nicht berechnet werden. In Beständen mit hohen Abgangsraten wegen Sterilität wird das Ergebnis der Fruchtbarkeitsauswertung „geschönt“ dargestellt. Die ZTZ sollte in Abhängigkeit von der Milchleistung 42 bis 125 Tage betragen. Die Gützeit ist die Zeit zwischen Geburt

und erfolgreicher Belegung (Jahnke et al., 2002). Laut dem Richtwert von Feucker (2003) sollte die Gützeit zwischen 85 und 125 Tagen liegen.

DH bleiben mit 136 Tagen in der 1. und 141 Tagen in der 2. Laktation am längsten güst, Fleckvieh in beiden Laktationen mit 103 bzw. 104 Tagen am kürzesten. Die Kreuzungstiere liegen dazwischen, mit Ausnahme von FV-DH, die in der zweiten Laktation 130 Tage güst blieben. Mit Ausnahme von FV-DH in der zweiten Laktation liegen aber auch die Kreuzungstiere innerhalb der gewünschten Höchstgrenze. In der zweiten Laktation konnten bei den Kreuzungstieren jedoch nur 8 (DH-FV) bzw. 9 (FV-DH) Tiere ausgewertet werden, sodass diese Ergebnisse noch nicht sehr aussagekräftig sind.

Die Heterosis ist auch hier negativ mit -8 Tagen in der 1. und -3,5 Tagen in der 2. Laktation.

### **5.4.3 Rastzeit**

Kühe der Rasse DH weisen die längsten Rastzeiten auf. Sie werden in beiden Laktationen durchschnittlich erst 80 Tage p. p. erstmals besamt, die Tiere der Rasse Deutsches Fleckvieh dagegen schon nach 66 in der 1. bzw. 67 Tagen in der 2. Laktation. Die höchste Rastzeit weisen die Kreuzungstiere FV-DH in der 2. Laktation mit 83 Tagen auf, wohingegen sie in der 1. Laktation nur bei 70 Tagen liegen. Die Kreuzung DH-FV liegt in beiden Laktationen mit 76 bzw. 70 Tagen zwischen den zwei reinrassigen Gruppen. Die Heterosis ist mit 0 Tagen in der ersten und 3 Tagen in der zweiten Laktation berechnet. Die positive Heterosis in der zweiten Laktation ist durch die Werte der Kreuzung FV-DH bestimmt. Dies lässt sich auf die verlängerte freiwillige Wartezeit für Kühe zurückführen, die mehr als 10.000 kg Milchleistung zeigen, da FV-DH die durchschnittlich höchste korrigierte Laktationsleistung aufweist. Die Länge der Rastzeit hängt neben der freiwilligen Wartezeit auch von der Brunstbeobachtung in einem besonderen Maße ab. Werden Brunsten nach der freiwilligen Wartezeit übersehen und damit nicht genutzt, verlängert sich die Rastzeit dementsprechend. Ungewollt lange Rastzeiten deuten auf schlechte Brunstbeobachtung oder gehäufte Brunstlosigkeit hin. Kurze Rastzeiten unter 40 Tage können Ursache für gehäuftes Umrindern sein. Die Rastzeit sollte je nach Leistung der Tiere im Bereich von 42 bis 115 Tagen liegen (Jahnke et al., 2002).

Daher deutet die um 14 Tage durchschnittlich längere Rastzeit der Deutschen Holsteinkühe im Verhältnis zu den Fleckviehkühen darauf hin, dass die Deutschen Holsteins nicht so gute Brunstsymptome zeigen wie die Fleckviehkühe, und dadurch leichter ü-

bersehen werden. Die Kreuzungstiere liegen im Allgemeinen zwischen den beiden reinrassigen Gruppen, am besten zeigen sich anscheinend die Fleckviehkühe. Allgemein liegen aber auch hier die Tiere unter dem bayernweiten Durchschnitt. Fleckviehkühe in Bayern hatten 1999 eine Rastzeit von 75 Tagen, im Gegensatz zu Schwarzbunten, die mit 86 Tagen p. p. erst 11 Tage später das erste Mal gedeckt wurden (Stockinger, 2002).

#### **5.4.4 Verzögerungszeit**

Die längste Verzögerungszeit findet man bei DH mit 59 bzw. 61 Tagen in der ersten bzw. zweiten Laktation. Die jeweils niedrigsten Zeiten hat die Kreuzung DH-FV mit jeweils 36 Tagen aufzuweisen, gefolgt vom Fleckvieh mit jeweils 38 Tagen. Die Kreuzung FV-DH zeigt in beiden Laktationen eine recht hohe Verzögerungszeit (45 und 55 Tage). Dadurch ist auch die längere Günstzeit dieser Gruppe zu erklären. Die Heterosis entspricht – 8 Tagen in der 1. und – 4 Tagen in der 2. Laktation. Von Feucker (2003) wird eine ideale durchschnittliche Verzögerungszeit mit unter 25 Tagen angegeben. Dies konnte für keine der 4 Gruppen erreicht werden. DH werden also durchschnittlich in der 2. Brunst nach der Rastzeit erfolgreich gedeckt, Fleckvieh und DH-FV zwischen 1. und 2. Brunst.

Abhängig ist die Dauer der Verzögerungszeit zum einen von der Fruchtbarkeit im Allgemeinen, also wie leicht eine Kuh aufnimmt, zum anderen von der Brunstbeobachtung. Werden Brunsten nach der Rastzeit nicht erkannt, verlängert sich die Verzögerungszeit. Daraus lässt sich schließen, dass das Fleckvieh und die DH-FV einerseits leichter tragend werden, andererseits sich aber auch besser zeigen als die DH oder FV-DH.

#### **5.4.5 Erstbesamungserfolg**

Das Fleckvieh zeigt in beiden Laktationen mit 30,67 % in der ersten und 39,71 % in der zweiten Laktation den besten Erstbesamungserfolg. In der ersten Laktation liegen die Kreuzungstiere DH-FV mit 27,59 % an zweiter Stelle, gefolgt von der Rasse Deutsche Holsteins mit 24,14 %. Den niedrigsten Erstbesamungserfolg zeigen in der ersten Laktation die Kreuzungstiere FV-DH mit nur 23,08 %. In der zweiten Laktation ändert sich die Verteilung.

DH liegt mit 18,60 % an zweiter Stelle, erst dann folgen die Kreuzungstiere DH-FV (14,29 %) und FV-DH (12,50 %). Die Heterosis hierfür ist – 2,07 % in der ersten und – 15,49 % in der zweiten Laktation. Die negative Heterosis besagt, dass die Kreuzungstie-

re im Durchschnitt in diesem Merkmal den reinrassigen Elterntieren unterlegen sind. Gute Erstbesamungserfolge liegen bei über 60 % für Kühe (Jahnke et al., 2002). Am LVG werden also unterdurchschnittliche Erstbesamungserfolge erzielt. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass am LVG oft Anfänger besamen und der Wechsel zwischen den Tierärzten recht hoch ist. Außerdem herrscht aufgrund des intensiven Lehr- und Versuchsbetriebes eine vergleichsweise große Unruhe in der Herde, die zu den Fruchtbarkeitsproblemen beitragen kann.

#### **5.4.6 Konzeptionsrate**

Die höchste Konzeptionsrate in der 1. Laktation zeigt die Gruppe DH-FV mit 62 %, gefolgt von FV mit 59 %, DH mit 56 % und FV-DH mit nur 53 %. In der 2. Laktation hat das FV mit einer Konzeptionsrate von 66 % das beste Ergebnis, es schließen sich schon die Holstein mit 52 % an. Die Kreuzungstiere zeigen mit 49 % (DH-FV) und 47 % (FV-DH) deutlich schlechtere Konzeptionsraten. Dementsprechend ist die Heterosis in der zweiten Laktation auch negativ, nämlich 11 %. In der ersten Laktation konnte kein Heterosiseffekt festgestellt werden.

Die Konzeptionsrate besagt, wie viel Tiere mit allen Besamungen überhaupt trächtig werden. Sie sollte mindestens 70 % betragen (CD-Intervet, 2001). Die Kreuzungstiere zeigen in diesem Parameter mit Ausnahme von DH-FV in der ersten Laktation schlechtere Ergebnisse als die Reinrassigen. Aber auch hier gilt, dass die Anzahl der Kreuzungstiere in der zweiten Laktation sehr gering war.

#### **5.4.7 Trächtigkeitsindex**

Mit einem Trächtigkeitsindex von 2,18 und 2,16 erreicht wiederum das Fleckvieh in beiden Laktationen das beste Ergebnis.

In der ersten Laktation waren bei den Deutschen Holsteins durchschnittlich 2,36 Besamungen nötig, bis ein Tier aufnahm. Damit liegen sie über der Kreuzung DH-FV mit einem Trächtigkeitsindex von 2,24 und der Kreuzung FV-DH mit 2,29.

In der zweiten Laktation hingegen benötigten beide Gruppen der Kreuzungstiere mehr Besamungen bis zur erfolgreichen Konzeption als die beiden reinrassigen Gruppen, 2,89 bei DH-FV und 3,00 bei FV-DH. Die Holsteins wurden mit durchschnittlich 2,50 Besamungen trächtig. Die Heterosis ist mit -0,01 in der ersten Laktation zu vernachlässigen. In der zweiten Laktation beträgt der Heterosiseffekt 0,71. Dies bedeutet allge-

mein, dass die Kreuzungstiere einen höheren Trächtigkeitsindex haben als die Reinrassigen, also mehr Besamungen pro Trächtigkeit benötigen und dadurch schlechtere Ergebnisse in diesem Parameter aufweisen. Allerdings waren für die Kreuzungstiere in der zweiten Laktation nicht viele Daten vorhanden, so dass diese Ergebnisse nicht sehr aussagekräftig sind. Der Trächtigkeitsindex sollte maximal bei 1,7 liegen (CD-Intervet, 2001). Auch hier liegen die Versuchstiere weit darüber.

#### **5.4.8 Besamungsindex**

Beim Besamungsindex hat das Fleckvieh die besten Werte mit 2,35 in der ersten und 2,45 in der zweiten Laktation. In der ersten Laktation wurden die Kreuzungstiere DH-FV durchschnittlich 3,14-mal besamt, damit öfter als alle anderen (DH 2,60-mal und FV-DH 2,54-mal). In der zweiten Laktation wurden beide Kreuzungsgruppen öfter besamt als die reinrassigen Tiere, DH-FV mit einem Besamungsindex von 3,57 und FV-DH mit 3,50, im Gegensatz zu DH mit 2,79 und FV mit wie oben bereits erwähnt 2,45. Eine unerwünschte positive Heterosis von 0,37 in der ersten und 0,92 in der zweiten Laktation ergibt sich daraus: also zeigen auch hier die Kreuzungstiere eine schlechtere Fruchtbarkeit als die reinrassigen Elternlinien im Schnitt. Der Richtwert liegt bei 1,8 – 2,0 (Heuwieser, 2000). Angestrebt werden sollte ein Besamungsindex unter 1,7 für Kühe (Jahnke et al., 2002). Lopez-Villalobos et al. (2000 b) berichten von einem Besamungsindex von 1,3 KBs pro Trächtigkeit für Kreuzungstiere der Rassen HF, Jersey und Ayrshire. Solche vorteilhaften Ergebnisse konnten in dieser Arbeit nicht nachvollzogen werden.

Dass der Besamungsindex höher ist als der Trächtigkeitsindex besagt, dass einige Tiere trotz wiederholter Besamung nicht trächtig wurden. Je größer die Differenz zwischen den beiden Indices, desto mehr Kühe wurden nicht trächtig und werden deshalb meist gemerzt. Dies führt dann wieder zu einer hohen Replacement-Rate.

Auch ein Einfluss der Milchleistung auf den Besamungsindex wird beschrieben. Beim Vergleich von Milchleistungsprüfungsergebnissen hatten Jungkühe mit einem Besamungsaufwand von 1,00 (Trächtig aus der 1. KB) eine um durchschnittlich 678 kg niedrigere 305-Tage-Leistung und einen anderen Laktationsverlauf im Vergleich zu Jungkühen mit einem Besamungsaufwand von 4 und mehr Besamungen (Jahnke et al, 2002).

### 5.4.9 Erstkalbealter

Tiere der Rasse Fleckvieh kalben mit 916 Tagen (30,5 Monate) am spätesten, gefolgt von FV-DH mit 877 Tagen (29,2 Monate) und DH-FV mit 862 Tagen (28,7 Monate). Am frühreifsten sind die reinen Holsteins mit einem Erstkalbealter von 853 Tagen (28,4 Monate). Die Heterosis errechnet sich daraus mit 15 Tagen (1,7 %). Andere Studien kamen zum gleichen Ergebnis. Kreuzungstiere aus Red-Holstein und Simmental erreichen ihr Endgewicht schneller und sind dadurch frühreifer als reinrassige Simmentaler. Zwischen reinen Red-Holsteins und Simmentaler Fleckviehtieren besteht ein Unterschied von 5,2 Monaten im Erstkalbealter (Geißler, 1982).

Durch die Einkreuzung von Holstein in Fleckvieh ist im Allgemeinen keine Verbesserung der Fruchtbarkeit zu erwarten, wie auch von Fürst (2005b) für die Einkreuzung von Red-Holstein in österreichisches Fleckvieh beschrieben wird. Die Fruchtbarkeit von Holsteins kann in bestimmten Merkmalen durch Einkreuzung von Fleckvieh allerdings verbessert werden.

Als Problem bei der Fruchtbarkeitsanalyse ist zum einen die mit max. 15 % geringe Heritabilität zu nennen, was bedeutet, dass Fruchtbarkeitswerte stark umweltbestimmt sind. Außerdem sind Fehler nicht sofort erkennbar, sondern äußern sich erst nach Monaten. Eine kombinierte Auswertung von Fruchtbarkeitskennziffern ist vonnöten: die Betrachtung einzelner Ziffern ist nicht aussagekräftig.

Laut Rossow (2003a) nehmen Fruchtbarkeitsprobleme in Milchkuhbeständen mit steigender Leistung zu, da es eine physiologische Konkurrenz zwischen Fruchtbarkeit und Milchleistung, v. a. zwischen dem 60. und 120. Tag p. p. gibt. Die Fruchtbarkeit wird gegenüber der Milchleistung zurückgesetzt. Dies ist hormonell gesteuert. Die Kuh hat eine energieaufwendige Phase hinter sich, daraufhin setzt die Eierstocksfunktion ein. Zur gleichen Zeit erreicht aber auch die Milchleistung ihr Maximum. Der Körper kann nicht mehr genügend Energie aus dem Futter zur Verfügung stellen und mobilisiert Körperfett mit allen bekannten negativen Folgen. Die Fruchtbarkeit ist tierindividuell, aber v. a. auch betriebsspezifisch geprägt.

Das Lehr- und Versuchsgut ist Teil der Tiermedizinischen Fakultät der LMU München. Dadurch können die schlechteren Fruchtbarkeitsergebnisse bis zu einem gewissen Grad erklärt werden, da häufig Tiere für Übungs- und Forschungszwecke weiter gehalten werden, die auf privaten Betrieben wegen Unwirtschaftlichkeit verkauft worden wären.

Außerdem herrscht, wie bereits oben erwähnt, aufgrund des intensiven Lehr- und Versuchsbetriebes eine vergleichsweise große Unruhe in der Herde, die zu den Fruchtbarkeitsproblemen beitragen kann.

## **5.5 Gesundheit / Behandlungen**

Die am meisten betroffenen Organsysteme sind die weiblichen Fortpflanzungsorgane, das Euter und die Klauen. Diese drei Gruppen schließen zusammen ca. 80 % aller genannten Diagnosen ein.

Bei den gynäkologischen Erkrankungen ist Fleckvieh mit Abstand am wenigsten betroffen. Die höchste Krankheitsrate in diesem Bereich zeigen die Tiere der Kreuzung DH-FV. Insgesamt erkrankten die Kreuzungstiere, prozentual auf ihre Anzahl bezogen, hier häufiger als die Tiere der reinrassigen Gruppen. Die Kreuzungstiere haben aber auch im Vergleich zu den anderen Gruppen die höchste korrigierte Milchleistung. Daher ist eine mögliche Erklärung hierfür die negative Korrelation zwischen Milchleistung und Gesundheit bzw. Fruchtbarkeit. Beispielsweise ist das Auftreten von Ovarzysten als Adaptionsstörung infolge hoher Belastungen zu erklären: bei exogener oder endogener Belastung wird die nicht lebensnotwendige Fortpflanzungsfunktion abgeschaltet (Platen, 1997).

Eutererkrankungen sind bei allen 4 Gruppen recht häufig, was zu einem gewissen Teil auch an den AMS liegen kann, die besonders zu Anfang des Untersuchungszeitraums noch technische Mängel aufwiesen. Außerdem ist es schwierig, trotz Leitfähigkeitsmessung alle verdächtigen Tiere sofort auszufiltern und den Roboter anschließend gründlich genug zu reinigen, so dass die Übertragungsgefahr größer war als im konventionellen Melksystem. Durch den Einbau eines Zwischendesinfektionssystems wurden diese Unzulänglichkeiten zwischenzeitlich beseitigt.

Die beste Eutergesundheit zeigen die Tiere der Kreuzung DH-FV. DH und FV-DH dagegen liegen dicht beisammen: bei ihnen erkrankten alle Tiere durchschnittlich 2-3-mal an Euter betreffenden Krankheiten. Die Fleckviehtiere liegen zwischen DH-FV und DH bzw. FV-DH in Bezug auf die Häufigkeit von Eutererkrankungen.

Die drittgrößte Gruppe aller Erkrankungen betrifft die Klauen. Bei den Fleckviehtieren macht sie über 25 % aller genannten Diagnosen aus. Hier fällt auf, dass beide Kreuzungen, DH-FV und FV-DH über eine bessere Klauengesundheit verfügen als die reinrassigen Tiere. Am wenigsten häufig betroffen waren Tiere der Kreuzung FV-DH. Am häufigsten erkrankten Tiere der Rasse Deutsche Holsteins, dicht gefolgt von den Fleckviehkühen.

Auch die Geburtshilfe spielt noch eine durchaus wichtige Rolle. Hier haben, ähnlich wie bei den gynäkologischen Diagnosen, die Fleckviehtiere die wenigsten Probleme. DH und FV-DH liegen eng beisammen: ca. jede 2. Kuh braucht Hilfe beim Kalben. Die größten Schwierigkeiten beim Geburtsvorgang scheinen die Kreuzungstiere DH-FV zu haben. Hier erscheint ein Widerspruch zu den Ergebnissen von Stockinger (2002), wo die Fleckviehkühe mit 4 % aller Fleckviehkühe prozentual doppelt so viele tierärztliche Hilfe brauchten wie die Schwarzbunten mit 2 %.

Die reinrassigen Tiere werden oft mit Bullen der jeweils anderen Rasse belegt, um weitere Tiere für den Versuch zu erhalten. In der Literatur ist häufig beschrieben, dass bei Belegung mit einer anderen Rasse die Schwereburtenrate sinkt oder sich zumindest nicht erhöht (Geißler, 1982, Grupp, 2003, Künzi und Crettenand, 1975).

Trotz der Belegung von Holstein-Kühen mit Fleckviehbullen kommt es nicht vermehrt zu Abkalbproblemen.

**Tab. 20: Leichtkalbigkeit (Grupp, 2003)**

Anzahl Kalbungen	Vater x Mutter	Geburten mit tierärztlicher Hilfe	Totgeburten
<b>Kalbinnen</b>			
262.041	Fleckvieh x Fleckvieh	3,70%	5,30%
20.759	HF x HF	2,20%	9,30%
1.695	Fleckvieh x HF	3,90%	8,10%
1.351	HF x Fleckvieh	3,00%	5,30%
<b>Kühe</b>			
566.861	Fleckvieh x Fleckvieh	2,20%	3,20%
35.786	HF x HF	1,00%	4,00%
3.727	Fleckvieh x HF	1,80%	3,50%
3.070	HF x Fleckvieh	1,50%	2,70%

Der LKV Bayern kam zum gleichen Ergebnis:



**Tab. 21: Einfluss der Rasse auf die Abkalbeergebnisse (LKV, 2001)**

Einfluss der Rasse auf die Abkalbeergebnisse

Anzahl Kalbungen	Vater x Mutter	Geburten mit tierärztlicher Hilfe	Totgeburten
<b>Kalbinnen</b>			
252.554	Fleckvieh x Fleckvieh	4,4%	6,0%
18.846	HF x HF	2,6%	11,6%
1.483	Fleckvieh x HF	4,6%	8,2%
1.183	HF x Fleckvieh	3,6%	7,1%
<b>Kühe</b>			
558.410	Fleckvieh x Fleckvieh	2,4%	3,3%
36.626	HF x HF	1,1%	4,2%
4.741	Fleckvieh x HF	1,8%	3,6%
2.798	HF x Fleckvieh	1,4%	4,0%

Ist bei Simmental-Stieren mehr als 50 % Holstein-Blutanteil enthalten, werden weniger Schwer- und Totgeburten als bei reinen Simmental- und F1-Tieren beobachtet. Auch bei F1 und 75 % Red-Holstein-Tieren sinkt tendenziell die Schweregeburtenrate (Geißler, 1982).

Von 8 Red-Holstein-Teststieren, die zum Besamen von Fleckviehkühen verwendet wurden, wurden von Künzi und Crettenand (1975) 2.720 Geburten ausgewertet. Dabei lag die Schweregeburtenrate bei der ersten Abkalbung bei männlichen Kälbern bei 4,29 % und bei weiblichen Kälbern bei 1,31 %. Bei der 2. Abkalbung lag die Rate bei 1,54 % bei männlichen, bzw. bei 0,43 % bei weiblichen Kälbern. Die Rate bei den reinrassigen Kälbern (es wurden 3.365 Geburten von 17 Fleckvieh-Bullen in den gleichen Betrieben ausgewertet) lag höher bei 16,18 % (männlich) und 5,76 % (weiblich) bei der ersten Abkalbung, und bei 6,54 % bzw. 1,65 % bei der 2. Abkalbung. Der Durchschnitt von 59 Simmental-Bullen und 23.010 Geburten in allen Betrieben war auch höher als bei den Kreuzungskälbern (14,2 % und 3,83 % bei der ersten und 7,64 % und 1,74 % bei der 2. Abkalbung). Daher kalben Fleckviehkühe, die mit Red-Holstein-Bullen gedeckt sind, im Durchschnitt leichter, als wenn sie mit Fleckviehtieren belegt werden.

Der Bewegungsapparat erkrankt bei den Deutschen Holsteins am wenigsten häufig; die DH-FV-Tiere haben hiermit die größten Probleme: jede 2. Kuh ist betroffen. FV und FV-DH erkranken ungefähr gleich häufig. Beim Fleckvieh waren 42,1 % der Tiere betroffen, bei FV-DH 44,4 %.

Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten treten hauptsächlich bei Tieren der Rassen DH und v. a. FV-DH auf, Fleckvieh und DH-FV sind kaum betroffen. Je mehr Selektion auf den „Milchcharakter“ betrieben wird, desto größer sind die Stoffwechselprobleme. Durch eine Selektion auf „Milchcharakter“ verliert die Kuh v. a. nach der Kalbung und im 1. Drittel der Laktation sehr viel Substanz, die allein durch Fettabbau nicht auffangbar ist und zu Leberschädigung führt (Grupp, 2001 b). Der Höhepunkt der täglichen Futteraufnahmekapazität ist bei Hochleistungskühen für gewöhnlich zeitlich später als der Höhepunkt der Laktation. Daher ergibt sich am Anfang der Laktation eine negative Energiebilanz (NEB), Körperfett wird mobilisiert, Stoffwechselprobleme entstehen und die Fruchtbarkeit und Gesundheit sinken. Die Züchtung auf Hochleistung führte zu Kühen, die nicht mehr in der Lage sind, hohe Leistungen über mehrere Laktationen zu halten. Dies wiederum führt zu früherer Merzung, da schon in der 1. Laktation alle Reserven aufgebraucht werden. Die phänotypische NEB ist eine Kombination aus der genetischen Veranlagung für die Milchleistung, der Futteraufnahmekapazität, des Körperfettgehalts und von Interaktionen mit der Umwelt. Die gesteigerte Futteraufnahmekapazität, die für eine hohe Milchleistung nötig ist, kann nicht erreicht werden, wenn nur auf Milchleistung gezüchtet wird. Dies führt zu Einschmelzung von Körperfett bei hoher Leistung mit allen negativen Folgen (Coffey et al., 2004).

Der Verdauungsapparat erkrankt zum großen Teil bei Deutschen Holsteins und DH-FV, bei denen auch ein hoher Anteil an linksseitiger Labmagenverlagerung vorkam. Fleckvieh und FV-DH sind hiervon kaum betroffen. Dies deckt sich nur zum Teil mit den Aussagen anderer Autoren.

Zwischen 1939 und 1941 wurden Verdauungsprobleme bei Reinrassigen Fleischrindern im Vergleich zu Kreuzungstieren untersucht. Reinzuchttiere waren zu 1,31 % erkrankt, im Gegensatz zu Kreuzungstieren mit nur 0,94 % (1939 – 40), bzw. 4,16 % zu 1,75 % (1940 – 41) (Philipp et al. in: Kieler, 2003). Laut Winter (1954) weisen Kreuzungstiere in der Pansenflora weniger „Fäulnisenzyme“ auf als Reinrassige aufgrund von Heterosiswirkungen und haben dadurch eine bessere Verdauungsfunktion. Eine Bestätigung dieser Aussage war in der Literatur allerdings nicht zu finden.

Erkrankungen der Haut, der Haare und der Unterhaut betreffen mehr DH und FV-DH. DH-FV und FV erkrankten nicht einmal halb so oft.

Für die anderen Organsysteme, die noch ausgewertet wurden, liegen zu wenige Werte vor, um allgemeingültige Aussagen treffen zu können.

Außer bei den Erkrankungen des Bewegungsapparats und der Klauen ist das Fleckvieh am wenigsten krankheitsanfällig. Dies erklärt sich eventuell aus der von mehreren Autoren beschriebenen negativen Korrelation zwischen Milchleistung und Gesundheit, da das Fleckvieh auch die geringste Milchleistung aufzuweisen hat.

Eine Arbeitsgruppe des US-Wissenschaftlers Rogers (1999) wertete 104 Nachkommen von U.S.-Holstein-Bullen aus den USA, Dänemark und Schweden aus. Dabei ergab sich eine hohe negative genetische Korrelation zwischen Milcheiweißmenge bzw. Milchtyp und Krankheitsresistenz bzw. Fruchtbarkeit. Ein Versuch der University of Minnesota, der seit 1964 läuft, zeigt eine negative Korrelation zwischen Milchleistung und Gesundheit, ebenso wie zwischen Körpergröße und Gesundheit. Der Rinderbestand wurde dort in 2 Gruppen eingeteilt, eine Gruppe wurde nur mit Bullen besamt, die ähnliche Eigenschaften aufwiesen wie im Jahre 1964, die andere Gruppe mit den jeweiligen Spitzenbulln, um den Zuchtfortschritt zu nutzen. Diese Spitzengruppe hatte im Laufe der Jahre eine deutlich höhere Milchleistung als die Kontrollgruppe (1998: 10.959 kg im Vergleich zu 6.454 kg der Kontrollgruppe), aber auch deutlich höhere Tierarztkosten. Die Mastitisanfälligkeit in der Spitzengruppe steigt deutlich an, der Fett- und Eiweißgehalt bleibt gleich. Anfangs zeigen sich noch keine großen Unterschiede im Stoffwechsel, der Verdauung und der Fruchtbarkeit, die Unterschiede werden aber mit der Länge des Versuchs größer. Probleme mit der Verdauung (linke Labmagenverlagerungen), Ketosen und Fruchtbarkeitsstörungen steigen. Daher lässt sich zusammenfassend sagen, dass eine Selektion nur auf den Milchtyp (dadurch werden die Tiere auch größer) auf Dauer zu Gesundheitsproblemen führen kann (Hansen, 2000).

Eine Auswertung unter skandinavischen Milchrinderpopulationen zeigte, dass bei steigender Erstlaktationsleistung öfter Mastitiden, Ketosen und Gliedmaßen- sowie Klauenproblematiken beobachtet werden können und die Nutzungsdauer sinkt. Bei Betrachtung einer Korrelation zwischen der Eiweißmenge und bestimmten Gesundheitsmerkmalen stellt man fest, dass alle Korrelationen negativ sind, d. h. je höher die Eiweißmenge, desto öfter treten auch Krankheiten auf. Art, Schweregrad und Dauer der klinischen Erkrankungen beeinflussen nachteilig die Milchmengenleistung (Grabowski, 2000). Laut Teodoro und Madalena (2005) besteht kein Einfluss der Rasse auf die

Krankheitshäufigkeit. Sie werteten Krankheitshäufigkeiten bei Kreuzungen von *Bos taurus* x *Bos indicus* aus. Dabei waren 44,4 % der Erkrankungen Mastitiden, 16,7 % Nachgeburtverhalten und 40,3 % andere Erkrankungen. Insgesamt wurden 51,4 % der Kühe wegen Krankheit behandelt. Die Vaterrasse hatte keinen großen Einfluss auf die Krankheitsinzidenz. Hauptgründe für den Abgang aus der Herde waren zu 25,3 % das Alter, zu 44 % Fruchtbarkeitsprobleme, zu 14,7 % Mastitiden und andere Euterprobleme und zu 16 % andere Ursachen.

## 6 Schlussfolgerung

Durch relativ hohe Heterosiseffekte ist in der F1-Kreuzungsgeneration eine Leistungssteigerung in der Milch-, Fett- und Eiweißmenge im Vergleich zum Durchschnitt der Ausgangsrassen Deutsche Holsteins (DH) bzw. Fleckvieh (FV) möglich. Durch die Kreuzung von DH und FV können auch die prozentualen Werte der Milchinhaltsstoffe geringfügig verbessert werden.

Im Hinblick auf die Deutschen Holsteins wird durch Fleckvieheinkreuzung eine bessere Eutergesundheit erreicht, im Hinblick auf Fleckvieh durch Holsteineinkreuzung eine bessere Melkbarkeit.

Nach den vorliegenden Ergebnissen kann die Fruchtbarkeit in Fleckviehherden nicht durch Einkreuzung von Deutschen Holsteins verbessert werden, dafür ist eine Managementoptimierung nötig.

Hingegen kann die Klauengesundheit in Fleckviehherden durch Einkreuzung von Deutschen Holsteins verbessert werden. Zu beachten ist jedoch, dass die F1-Kreuzungstiere mehr Geburtsschwierigkeiten haben können als die Reinzuchttiere.

Allein für die Inhaltsstoffe ist es relevant, ob bei der F1-Kreuzung der Vater DH und die Mutter FV ist oder umgekehrt. FV-DH hat eine eiweiß- und fettreichere Milch als DH-FV. Aber aufgrund der höheren Milchleistung von DH-FV sind die Unterschiede in den Mengenmerkmalen kaum erwähnenswert. Für alle anderen Parameter lässt sich keine so deutlich Abhängigkeit herausarbeiten.

## 7 Zusammenfassung

Durch einen Vergleich von reinrassigen Tieren der Rassen Deutsches Fleckvieh (FV) und Deutsche Holsteins (DH) mit ihrer F1-Kreuzungsgeneration, aufgegliedert nach FV-DH (FV-Vater, DH-Mutter) und DH-FV (DH-Vater, FV-Mutter), wurde der Einfluss der Kreuzung dieser Rassen auf die Milchleistung, Milchqualität, Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen untersucht. Die Kühe wurden dabei in einem Automatischen Melksystem (Roboter) gemolken. Außerdem wurde der Medikamentenverbrauch, ebenfalls aufgegliedert nach Genotypen, untersucht.

Daten für die statistische Auswertung wurden über 4 Jahre, von 2000 – 2004, im Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München gesammelt. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 224 Kühe in die Auswertung einbezogen, davon 72 Deutsche Holsteins (DH), 95 Fleckvieh (FV), 30 DH-FV und 27 FV-DH. Es wurden nur Daten der ersten und zweiten Laktation ausgewertet. Leicht verminderte Tierzahlen ergaben sich bei den Auswertungen der parallelen LKV-Prüfergebnisse für abgeschlossene Laktationen (>250 Laktationstage) bzw. für die einzelnen Prüftage.

In den Mengeneigenschaften sind die F1-Kreuzungstiere dem Deutschen Fleckvieh aber nicht den Deutschen Holsteins überlegen. Die Heterosiseffekte betragen 19,75 kg für Fett, 16,7 kg für Eiweiß und 276 kg für (unkorrigierte) Milch, jeweils bezogen auf eine komplette Laktation. Eine Verbesserung der prozentualen Inhaltsstoffe durch Kreuzung scheint möglich zu sein. Der Heterosiseffekt beträgt  $\leq 0,1$  Prozent für den Fett- bzw. Eiweißgehalt (basierend auf den abgeschlossenen Laktationsdaten).

Die niedrigste Leitfähigkeit und die geringste Zellzahl hat die Milch der Fleckviehkühe. Am höchsten sind die Werte bei den Deutschen Holsteins. Diese beiden Parameter sind Indikatoren für die Eutergesundheit. Ein züchterisch positiver Heterosiseffekt ist nachweisbar. In Bezug auf die Deutschen Holsteins ist durch Kreuzung eine Verbesserung der Eutergesundheit möglich.

Die beste Melkbarkeit weisen dagegen die Deutschen Holsteins auf. Hier bereiten die Fleckviehkühe am meisten Probleme. Durch Kreuzung kann die Melkbarkeit im Vergleich zum Fleckvieh verbessert werden; im Vergleich zu den Deutschen Holsteins haben die F1-Kreuzungstiere allerdings eine schlechtere Melkbarkeit.

Die beste Fruchtbarkeit zeigen dagegen wiederum die reinrassigen Fleckviehkühe. Die längsten Güt-, Rast- und Verzögerungszeiten und damit auch Zwischenkalbezeiten in der 1. und 2. Laktation haben die Deutschen Holsteins. Die F1-Kreuzungstiere finden sich zwischen Fleckvieh und Deutschen Holsteins, außer bei der Verzögerungszeit; hier sind die DH-FV allen andern überlegen und zeigen die kürzeste Verzögerungszeit. Auch bei der Konzeptionsrate, dem Erstbesamungserfolg, dem Trächtigkeitsindex und dem Besamungsindex tritt die Überlegenheit des Fleckviehs hervor. Die Deutschen Holsteins sind hierin durchschnittlich den F1-Kreuzungstieren noch überlegen.

Um die Fruchtbarkeit in Fleckviehbetrieben zu verbessern, ist eine Einkreuzung von Deutschen Holsteins (DH) nach den eigenen Ergebnissen nicht sinnvoll. Um dagegen das Generationsintervall in Betrieben mit Deutschen Holsteins zu verkürzen, kann Fleckvieh eingekreuzt werden. Das geringste Erstkalbealter haben die Deutschen Holsteins. Die Fleckviehkühe sind am ältesten, wenn sie das erste Mal kalben.

Die am häufigsten von tiermedizinischen Diagnosen betroffenen Organsysteme sind das Euter, die Fortpflanzungsorgane und die Klauen. Das Fleckvieh hat relativ die meisten Probleme mit den Klauen, dagegen am wenigsten gynäkologische Schwierigkeiten. Am anfälligsten für Mastitiden sind die Deutschen Holsteins. Die Eutergesundheit kann durch Kreuzung verbessert werden. Auch Stoffwechsel- und Verdauungsprobleme finden sich am häufigsten bei den reinrassigen Deutschen Holsteins. Das Fleckvieh ist hier am wenigsten betroffen. Geburtshilfe musste häufiger bei den F1-Kreuzungstieren als bei den Reinrassigen geleistet werden.

## Summary

### **The influence of cross-breeding of German Holsteins and German Fleckvieh cattle on milk yield, milk quality and signs of general health in an automatic milking system**

The influence of cross-breeding on milk yield, milk quality, herd longevity and reproductive efficiency of dairy cows was examined in a comparison between purebred animals of the breeds German Fleckvieh (FV) and German Holstein (DH) with their F1-crossbreeding generation, separated according to FV-DH (FV-father, DH-mother) and DH-FV (DH-father, FV-mother). The cows were milked in an automated milking system (robot). In addition to the performance parameters, the frequency and reason of veterinary treatment was examined, subdivided by genotype.

Data for statistical analysis were collected at the Livestock Center of the Veterinary Faculty of Ludwig-Maximilians University Munich from the year 2000 to 2004. Totally, 224 different cows were used for the evaluation of the data from the automatic milking system: 72 German Holstein (DH), 95 German Fleckvieh (FV), 30 DH-FV and 27 FV-DH. Only data of the first and second lactation were evaluated. The number of cows analyzed was slightly reduced in the data of the “Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.” (LKV).

In the milk quantity properties, the F1 crossbreds (DH-FV, FV-DH) were superior in comparison with Fleckvieh, but as expected not in comparison with German Holsteins. The heterosis effect is positive with: 19.75 kg fat, 16.7 kg protein, and 276 kg milk, per lactation respectively. A slight improvement of the milk content traits through cross-breeding seems possible. The heterosis effect amounts to  $\leq 0.1$  percent fat or protein, respectively (based on the complete lactation data of the LKV).

The lowest electrical conductivity and the lowest somatic cell count are reached in the German Fleckvieh milk.

The highest levels are reached by German Holsteins. Both parameters are indicators for udder health. A heterosis effect is verifiable.



German Holsteins show the best milkability in comparison with German Fleckvieh cows. Through crossbreeding, the milkability (milk flow) can be improved in comparison with German Fleckvieh; whereas, in comparison with German Holsteins, the F1-crossbred animals have an inferior milkability.

Purebred German Fleckvieh shows the best reproductive efficiency. The longest open, rest, and delay periods and therefore also intermediate calving times in the 1st and 2nd lactation are reached by German Holsteins. The F1-crossbred animals are found between German Fleckvieh and German Holsteins, except for the delay time; here the DH-FV animals are superior to all others and show the shortest delay times. In addition, the conception rate, the first insemination result, the pregnancy index and the insemination index highlight the superiority of the German Fleckvieh for the reproduction traits. The German Holsteins show slightly better reproduction results in comparison with the F1-crossbred animals.

In order to improve the fertility on dairy farms using German Fleckvieh, crossbreeding with German Holsteins (DH) is not useful. On the other hand, in order to shorten the generation interval on farms with German Holsteins (DH), German Fleckvieh can be used on the male side for breeding. German Holsteins have the lowest age of primal calving. German Fleckvieh cows are the oldest when they give birth for the first time.

The udder, the reproductive organs, and the claws are the organic systems most often affected by infections. German Fleckvieh has the severest problems with claws, but also the least gynaecological difficulties.

German Holsteins are most susceptible for clinical mastitis. Udder health can be improved through crossbreeding. Metabolic and digestive disorders are also found most often in purebred German Holsteins. German Fleckvieh cows are least affected. Birth assistance must be given more often for F1-crossbred animals than for purebred animals.

## 8 Literaturverzeichnis

- Ahlborn-Breier, G. and Hohenboken, W.D., 1991  
Additive and nonadditive genetic effects for milk production in dairy cattle: Evidence for major individual heterosis  
Journal of Dairy Science, Vol. 74, S. 592 - 602
- Averdunk, G., Gottschalk, A., Kräußlich, H. und Schwarz, E., 1975  
Vorläufige Ergebnisse aus der Kreuzung von Rotbunten Holstein-Friesian mit Fleckvieh in Bayern  
Bayerisches-Landwirtschaftliches-Jahrbuch, Vol. 6, S. 757 – 758
- Baumung, Roswitha, 2005  
Genetische Grundlagen und Methoden der Kreuzungszucht  
Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg, 2005
- Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006  
Rinderzucht in Bayern – Fakten und Daten 2006  
[http://www.stmlf.bayern.de/landwirtschaft/tier/rinder/17089/faltblatt\\_2006.pdf](http://www.stmlf.bayern.de/landwirtschaft/tier/rinder/17089/faltblatt_2006.pdf)  
(Stand: 12.12.2006)
- Beckett, R.C., Ludwick, T.M., Rader, E.R., Hines, H. and Pearson, R., 1979  
Specific and general combining abilities for production and reproduction among lines of Holstein cattle  
Journal of Dairy Science, Vol. 62, S. 613 - 620
- Besamungsstation München Grub  
Wie funktioniert unser Kreuzungsprogramm Fleckvieh x Holstein-Friesian  
[http://www.fleckvieh.de/Deutsch/D\\_07\\_1\\_1.htm](http://www.fleckvieh.de/Deutsch/D_07_1_1.htm)  
(Stand 26.8.2006)
- Brade, E., 2004  
Landeszuchtverband Sachsen  
Möglichkeiten des Einsatzes von Kreuzungszuchtprogrammen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit  
SRV-Journal 2004, Meißen  
<http://www.srv.de/service/journal/pdf/kreuzungszuchtprogramm.pdf>
- Brade, W., 1992  
Crossbreeding effects in the development of the synthetic Black and White (SMR) dairy cattle in East Germany  
Livestock Production Science, Vol. 32, S. 203 – 218
- Buchberger, J., Graml, R. und Klostermeyer, H., 1986  
Einfluss der Rassen Fleckvieh und Pinzgauer, der Kreuzung Fleckvieh x Pinzgauer und Fleckvieh x Red Holstein sowie pleiotrope Wirkungen von Milchproteingentypen auf Milchleistungseigenschaften  
Bayerisches-Landwirtschaftliches-Jahrbuch, Vol. 7, S. 817 – 831

- Caraviello, D.Z., 2004  
 Crossbreeding Dairy Cattle  
 Reproduction and Genetics No. 610, Dairy Updates 2004; <http://babcock.cals.wisc.edu>
- Coffey, M.P., Simm, G., Oldahm, J.D., Will, W.G. and Brotherstone, S., 2004  
 Genotype and Diet Effects on Energy Balance in the First Three Lactations of Dairy Cows  
 Journal of Dairy Science, Vol. 87, S. 4318 – 4326
- Da, Y., Grossmann, M., Misztal, I. and Wiggangs, G.R., 1992  
 Estimation of genetic parameters for somatic cell score in Holsteins  
 Journal of Dairy Science, Vol. 68, S. 3360
- Daubinger, K., Averdunk, G., Kalm, E. und Preisinger, R., 1993  
 Verbesserung der Fruchtbarkeit beim Rind durch Nutzung von Informationen aus der Milchleistungsprüfung und Besamung  
 Archiv für Tierzucht, Vol. 36, 3 / 4, S. 227 - 244
- DeKruif, A., Mansfeld, R. und Hoedemaker, M., 1998  
 Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind  
 Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- Demeke, S., Nesor, F.W.C., Schoeman, S.J., Erasmus, G.J., VanWyk, J.B. and Gebrewolde, A., 2000  
 Crossbreeding Holstein-Friesian with Ethiopian Boran cattle in a tropical highland environment: preliminary estimates of additive and heterotic effects on milk production traits  
 South African Journal of Animal Science, Vol. 30(Supplement 1), S. 32, 33
- Dohy, J., 1975  
 Kreuzungszucht und Selektion zur Spezialisierung der Rindertypen in Ungarn  
 Bayerisches-Landwirtschaftliches-Jahrbuch, Vol.6, S. 762 – 765
- Doepel, L.H., Lapierre, H. and Kennely, J.J., 2002  
 Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake  
 Journal of Dairy Science, Vol. 85, S. 2315 - 2334
- DVG., Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (Hrsg.), 1994  
 Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem  
 3. Aufl., DVG, Gießen/D
- Egger-Danner, Ch. und Fürst, Ch., 2005  
 Analyse von Heterosiseffekten in österreichischen Rinderpopulationen  
 Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR Salzburg, 2005  
[www.zar.at/download/Seminar2005.pdf](http://www.zar.at/download/Seminar2005.pdf)  
 (Stand 26.8.2006)

- Feucker, W., 2003  
Bewertung von Kennziffern der Besamung, Fruchtbarkeit und Reproduktion beim Rind  
Portal Rind, <http://www.portal-rind.de/portal/index.php>  
(Stand 26.8.2006)
- Freyer, G., Hernandez-Sanchez, J. And Cassell, B.G., 2005  
A note on inbreeding in dairy cattle breeding  
Archiv für Tierzucht, Dummerstorf, Vol. 48 (2), S.130-137
- Fruchtbarkeitsmanagement beim Milchrind Teil 1 und 2, 2001  
CD-ROM  
Intervet Deutschland GmbH, Unterschleißheim  
Vet Media, Freie Universität Berlin
- Fürst, Ch., 2005 a  
Züchterische Strategien hinsichtlich zukünftiger Anforderungen an Milch und Milch  
inhaltsstoffe  
32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2005  
[www.gumpenstein.at/publikationen/tzt05/fuerst.pdf](http://www.gumpenstein.at/publikationen/tzt05/fuerst.pdf)
- Fürst, Ch., 2005 b  
Zucht auf Lebensleistung und Inhaltsstoffe unter Berücksichtigung der Ökonomie  
Landtag der Milchviehhaltung OÖ, 6.12.-7.12.2005  
[http://www.afema-ev.de/3.1/afema-ev.de/data/media/2365/Landtag-  
Milchviehhaltung-F%FCrst.pdf](http://www.afema-ev.de/3.1/afema-ev.de/data/media/2365/Landtag-Milchviehhaltung-F%FCrst.pdf)
- Geißler, B., 1982  
Zur Ökonomie der Einkreuzung von Red Holstein in Deutsches Fleckvieh  
Bayerisches-Landwirtschaftliches-Jahrbuch, Vol. 59 (4), S. 417 – 433
- Grabowski, N.Th., 2000  
Körpergewichtsentwicklung, Milchinhaltstoffe und Milchmengenleistung als Kriterien  
zur laktationsbegleitenden Beurteilung des Gesundheitszustandes hochleistender DSB-  
Kühe in Laufstallhaltung  
Dissertation der Tiermedizin, Hannover
- Grupp, Th., 2001 a  
Fleckvieh – Harmonie und Leistung (II)  
Fleckviehwelt, Vol. 89, S. 4 – 6  
[http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW\\_89/grub-4-6.pdf](http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW_89/grub-4-6.pdf)
- Grupp, Th., 2001 b  
Milchcharakter – schließt Bemuskelung hohe Milchleistung aus?  
Fleckviehwelt, Vol. 90, S. 7 – 9  
[http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW\\_90/grub-7-9.pdf](http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW_90/grub-7-9.pdf)
- Grupp, Th., 2003  
An economical revolution – Pure breeding with Fleckvieh and crossbreeding with  
Fleckvieh x Holstein Friesian

[http://www.fleckvieh.de/FVWelt/Engl\\_02/seite8+9.pdf](http://www.fleckvieh.de/FVWelt/Engl_02/seite8+9.pdf)  
(Stand 26.8.2006)

Hamann, J., 1999

Elektrische Leitfähigkeit als Mastitisindikator.

In: DVG., Deutsche veterinärmedizinische Gesellschaft: Tagung des Arbeitskreises „Eutergesundheit“ über Trends in der Milchproduktion – Wandel in der Mastitisbekämpfung, Hannover/D, S.67 - 75

Hansen, L.B., 2000

Symposium: Selection for Milk Yield

Consequences of Selection for Milk Yield from a Geneticist's Viewpoint

Journal of Dairy Science Vol. 83, S. 1145 - 1150

Heuwieser, W., 2000

Fit für die nächste Generation: Hohe Leistungen bedeuten nicht automatisch eine schlechte Fruchtbarkeit

DLZ-Sonderheft 13, S. 102 – 106

Holdaway, R.J., Holmes, I.J. and Steffert, I.J., 1996

A comparison of indirect methods for diagnosis of subclinical intramammary infection in lactating dairy cows 1: the effects of bacterial infection, stage of lactation and age of cow on eight parameters in foremilk from individual quarters with an initial study of differences between milk fractions

Australian Journal of Dairy Techn., Vol. 51, S. 64 – 71

IHTM., Institut für Hygiene und Technologie der Milch (Hrsg.), (1995)

Anleitung zur Milchuntersuchung und Milchbeurteilung sowie Biotechnik des maschinellen Milchentzuges.

Tierärztliche Hochschule, Hannover

Jahnke, B., Wolf, J., Kobus, B., 2002

Sicherung einer guten Fruchtbarkeit in Hochleistungsherden

Fo-Nummer: 30/04/31/96/01, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft

und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Jäkel, L., 2003

Fruchtbarkeitsmanagement beginnt im letzten Laktationsdrittel

Portal Rind, <http://www.portal-rind.de/portal/index.php>

(Stand 26.8.2006)

Kieler, K.C., 2003

The Effects of Crossbreeding on Dairy Cattle Reproduction

Master-Thesis, University of Wisconsin-Platteville

Kirchgessner, M., Roth-Maier, D.A. and Röhrmoser, G., 1984

Urea contents in milk of cows with energy or protein deficiency and subsequent refeeding.

Z. Tierphysiol., Vol. 53, S. 264 – 270

Kitchenham, B.A., Rowlands, G.J. and Shorbagi, H., 1975  
Relationships of concentrations of certain blood constituents with milk yield and age of cows in dairy herds  
Res. vet. Sci., Vol. 18, S. 249 - 252

Klaas, I., Wessels, U., Rothfuß, H. und Schallenberger, E., 1999  
Fruchtbarkeitsstörungen und Mastitis  
Bauernblatt Vol. 20, S. 46 – 47

Kräußlich, H., Osterkorn, K. und Richter, H., 1977  
Der Einfluss der Rastzeit auf verschiedenen Fruchtbarkeitsparameter  
Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift, Vol. 90 (3), S. 55 – 57

Kräußlich, H., 1999  
Gibt es Alternativen zur Reinzucht?  
Züchtungskunde, 1999, 71 (6), S. 495 – 506

Kräußlich, H., 2002  
Die Zukunft der Fleckviehzucht  
Fleckviehwelt, Vol. 92, S. 4 – 9  
[http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW\\_92/grub-4-9.pdf](http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW_92/grub-4-9.pdf)

Kräußlich, H., 2003  
Welchen Zuchtfortschritt braucht die Fleckviehzucht?  
Fleckviehwelt, Vol. 99, S. 4 - 7,  
[http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW\\_99/seite%204-7.pdf](http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW_99/seite%204-7.pdf)

Künzi, N. und Crettenand, J., 1975  
Erfahrungen mit der Einkreuzung von Red-Holstein-Stieren in das Schweizer Fleckvieh  
Bayerisches-Landwirtschaftliches-Jahrbuch, Vol.6, S. 759 – 762.

Lasley, J.F., 1987  
Genetics of Livestock improvement  
Englewood Cliffs: Prentice-Hall

Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim  
Tierärztliche Fakultät der Universität München  
Jahresberichte 2000 – 2004

Lerner, I.M., 1954  
Genetic Homeostasis  
Verlag Oliver and Boyd, Edinburgh

LKV Bayern, 2001  
Abkalbeergebnisse nach Rassen  
<http://www.zv-pfaffenhofen.bayern.de/Start/news/Votr%C3%A4ge/Abkalbeergebnisse%20nach%20Rassen.pdf>  
(Stand 26.8.2006)

- Lopez-Villalobos, N., Garrick, D.J., Holmes, C.W., Blair, H.T. and Spelman R.J., 2000 a  
 Profitabilities of Some Mating Systems for Dairy Herds in New Zealand  
 Journal of Dairy Sciences, Vol. 83, S. 144 - 153
- Lopez-Villalobos, N., Garrick, D.J., Blair, H.T. and Holmes, C.W., 2000 b  
 Possible Effects of 25 Years of Selection and Crossbreeding  
 on the Genetic Merit and Productivity of New Zealand Dairy Cattle  
 Journal of Dairy Science Vol. 83, S. 154 - 163
- Lopez-Villalobos, N., Garrick, D.J., Holmes, C.W., Blair, H.T. and Spelman R.J., 2000 c  
 Effects of Selection and Crossbreeding Strategies on Industry Profit in the New Zealand  
 Dairy Industry  
 Journal of Dairy Sciences, Vol. 83, S. 164–172
- Lopez-Villalobos, N. and Garrick, D.J., 2002  
 Economic Heterosis and Breed Complementarity for Dairy Cattle in New Zealand  
 7<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 19. – 23. August  
 2002, Montpellier, Frankreich
- Lotthammer, K.H. und Wittowski, G., 1994  
 Furchtbarkeit und Gesundheit der Rinder  
 Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Lush, J.L., 1994.  
 The Genetics of Populations.  
 Special Report No. 94, Iowa State University, Ames
- Madalena, F.E., Lemos A.M. and Teodoro, R.L., 1990 a  
 Dairy Production in Holstein-Friesian and Guzera Crosses  
 Journal of Dairy Science, Vol. 73, S. 1872 - 1886
- Madalena, F.E., Teodoro, R.L., Lemos, A.M., Monteiro, J.B.N. and Barbosa, R.T., 1990 b  
 Evaluation of Strategies for Crossbreeding of Dairy Cattle in Brazil  
 Journal of Dairy Science Vol. 73, S.1887-1901
- Martinez, M.L., Lee, A.J. and Lin, C.Y., 1988  
 Age and Zebu-Holstein Additive and Heterotic Effects on Lactation Performance and  
 Reproduction in Brazil  
 Journal of Dairy Science, Vol. 71, S.800 – 808
- Mayrhofer, G., Stur, I. und Schleger, W., 1978  
 Muttereinfluss auf Tragzeitdauer und Zwischenkalbezeit beim österreichischen  
 Fleckvieh  
 Wiener Tierärztliche Monatsschrift, Januar 1978, Vol. 65 (1), S. 22 – 24

- McAllister, A.J. 2002  
Is Crossbreeding the Answer to Questions of Dairy Breed Utilization?  
2001 International Animal Agriculture and Food Science Conference, Indianapolis,  
July 24-28  
Journal of Dairy Science Vol. 85, S. 2352–2357
- Mc Allister, A.J., Lee, A.J., Batra, T.R. and Lin, C.Y., 1994  
The Influence of Additive and Nonadditive Gene Action on Lifetime Yields and Profit-  
ability of Dairy Cattle  
Journal of Dairy Science, Vol. 77, S. 2400 – 2414
- McClintock, S., Poole, R., Beard, K. and Goddard, M., 2002  
Cross Breeding in Dairy Cattle: The Effect on Calving Ease  
7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France
- McDowell, R.E., 1982.  
Crossbreeding as a system of mating for dairy production.  
Southern Cooperative Series Bulletin No. 259. Louisiana  
Agricultural Experiment Station, Baton Rouge, LA.
- McDowell, R.E., Wilk, J.C. and Talbot, C.W., 1996  
Economic Viability of Crosses of *Bos taurus* and *Bos indicus* for Dairying in Warm  
Climates  
Journal of Dairy Science, Vol. 79, S.1292 – 1303
- Meyer, H., Trilk, J. und Schönmath, G., 1991  
Milchleistungsvermögen von Kühen der Rassen Schwarzbuntes Milchrind (SMR),  
Schwarzbuntes Rind (SR) und Holstein Friesian (HF)  
Archiv für Tierzucht, Berlin, Vol. 34:2, S. 83 – 92
- Monardes, H.G. and Hayes, J.F., 1985  
Genetic and phenotypic relationships between lactation cell counts, milk yield and  
composition of Holstein cows.  
Journal of Dairy Science, Vol. 68, S. 1250 - 1256
- Montgomerie, W.A., 2005  
Ten Years Experience of Multi-Breed-Evaluation and Crossbreeding in New Zealand  
Bulletin 33, Proceedings of the Interbull meeting UPPSALA, Sweden June 2-4, 2005,  
98-101  
<http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin33/Montgomerie.pdf>
- Neuhaus, U., 2001  
Einführung eines Automatischen Melksystems in einen Betrieb: Erfahrungen mit Kühen  
der Rasse Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins  
Dissertation der Tiermedizin, München
- Neumann, K. und Schönmath, G., 1992  
Auswirkungen der Anpaarung von Bullen großrahmiger Fleischrassen auf die Milch-  
leistung von Kühen der Rasse Schwarzbuntes Milchrind (SMR)  
Archiv für Tierzucht, Berlin, Vol. 34:2, S. 93 – 101



- Ngkwai Hank, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E. and Monardes, H.G., 1987  
Variation in milk protein concentrations associated with genetic polymorphism and environmental factors  
Journal of Dairy Science, Vol. 70, S. 563 - 570
- Pearson, L. and McDowell, R.E., 1968  
Crossbreeding of dairy cattle in temperate zones: a review of recent studies  
Anim. Breed. Abstr. 36:1.
- Platen, M., 1997  
Physiologie und Management der Beziehungen zwischen Fruchtbarkeit und Milchproduktion bei Hochleistungskühen  
Dissertation der Agrarwissenschaften, Berlin
- Pribyl, J., Misztal, I., Pribylova, J. and Seba, K., 2003  
Multiple-breed, multiple-traits evaluation of beef cattle in the Czech Republic  
Czech Journal of Animal Sciences, Vol. 12, S. 519 – 532
- Restle, J., Senna, D.B., Vaz, F.N. and Vaz, R.Z., 1998  
Heterosis and Breed Effect for Milk Production of Beef Cows until Early-Weaning at 90 Days  
6<sup>th</sup> World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, Vol. 23:263
- Richardt, W., 2004  
Milchinhaltsstoffe als Indikatoren für die Fütterung und Gesundheit von Milchkühen  
Themen zur Tierernährung, Fachtagung 2003/2004  
[http://www.vilomix.com/start.html?http://www.vilomix.com/pages/themen\\_2004.html](http://www.vilomix.com/start.html?http://www.vilomix.com/pages/themen_2004.html)  
(Stand 26.8.2006)
- Rogers, G.W., Banos G. and Sander-Nielsen, U., 1999  
Genetic correlations among protein yield, productive life, and type traits from the United States and diseases other than mastitis from Denmark and Sweden  
Journal of Dairy Science, Vol. 82, S. 1331 - 1338
- Rossow, N., 2003 a  
Warum nehmen Fruchtbarkeitsprobleme in Milchkuhbeständen mit hoher Leistung zu?  
Portal Rind, <http://www.portal-rind.de/portal/index.php>  
(Stand 26.8.2006)
- Rossow, N., 2003 b  
Die Energiebilanzsituation der Milchkuh in der Früh-laktation  
Portal Rind, <http://www.portal-rind.de/portal/index.php>  
(Stand 26.8.2006)
- Rossow, N. und Richardt, W., 2003  
Nutzung der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die Fütterungs- und Stoffwechselkontrolle  
Portal Rind, <http://www.portal-rind.de/portal/index.php>  
(Stand 26.8.2006)

Ruvuna, F., McDowell, R.E., Cartwright, T.C. and McDaniel, B.T., 1995  
Growth and Reproduction Characteristics of Purebred and Crossbreed Dairy Cattle in First Lactation  
Journal of Dairy Science, Vol. 69, S. 782 – 793

Schoeman, S.J, Aziz, M.A. and Jordaan, G.F., 2002  
The influence of multicollinearity on crossbreeding parameter estimates for weaning weight in beef cattle  
South African Journal of Animal Science 2002, 32 (4) S. 239 – 346

Scholz, A., Neuhaus, U., Nüske, S., Kragenings, G. und Förster, M., 2001 a  
Milchleistung und Besuchshäufigkeit von Kühen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins in einem automatischen Melksystem  
Züchtungskunde, Vol. 73 (1), S. 12 – 22

Scholz, A., Neuhaus, U., Nüske, S., Kragenings, G. und Förster, M., 2001 b  
Milchqualität bei Kühen der Rasse Deutsche Holsteins und Deutsches Fleckvieh im Vergleich von konventioneller und Roboter-Melktechnik  
Züchtungskunde, Vol. 73 (1), S. 23 – 32

Schutz, M.M., VanRaden, P.M. and Wiggangs, G.R., 1994  
Genetic Variation in Lactation Means of Somatic Cell Score for Six Breeds of Dairy Cattle  
Journal of Dairy Science, Vol. 77, S. 284 – 293

Schwark, H.J., 1985  
Quantitative Merkmale in der Züchtung.  
In: Schwark, H.J.: Rinderzucht. DLV Berlin, S. 211-221.

Schwarzer, K., 2000  
Auswirkungen eines Melkroboters auf die Eutergesundheit und die Milchhygiene  
Dissertation der Tiermedizin, München

Stockinger, Ch., Zickgraf, W., 2002  
Rinderrassen (Kurzbeschreibung)  
LfL – Agrarökonomie  
[http://www.landw.uni-halle.de/lb/lehre/poe/kap09\\_1.pdf](http://www.landw.uni-halle.de/lb/lehre/poe/kap09_1.pdf)  
(Stand 26.8.2006)

Stockinger, Ch., 2002  
Zweinutzungsrasse oder Spezialrasse? (Trend, Vor- und Nachteile, Prognosen)  
Tagungsband der 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2002 zum Thema Milchproduktion und Rindermast der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein  
LfL - Agrarökonomie  
<http://www.raumberg-gumpenstein.at/publikationen/tzt2002/stockinger.pdf>  
(Stand: 12.12.2006)

- Stojic, P., Vidic-Djedocic, R., Bogdanovic, V. and Nikolic, R., 2003  
Effects of herd's level of production on heritability of yield traits in crossbreed black and with first-calving cows  
6<sup>th</sup> World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, Vol. 23:331
- Stufflebeam, C.E., 1989  
Genetics of Domestic Animals  
Engelwood Cliffs: Prentice-Hall
- Swalve, H., 1993  
Zucht auf Milch, Fett und Eiweiß bleibt in der Diskussion  
Milchrind 2, S. 35-36.
- Swan, A.A, Kinghorn, B.P., 1992  
Symposium: Dairy Crossbreeding: Evaluation and Exploitation of Crossbreeding in Dairy Cattle  
Journal of Dairy Science Vol. 75, S. 624 - 639
- Teodoro, R. L. and Madalena, F.E., 2002  
Evaluation of crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss sires x Holstein-Friesian/Gir dams. 2. Female liveweights  
Genet. Mol. Res., Vol. 1 (1), S. 25-31
- Teodoro, R. L. and Madalena, F.E., 2005  
Evaluation of crosses of Holstein, Jersey or Brown Swiss sires x Holstein-Friesian/Gir dams. 3. Lifetime performance and economic evaluation  
Genet. Mol. Res., Vol. 4 (1), S. 84-93
- Touchberry, W., 1970  
A Comparison of the General Merits of Purebreed and Crossbreed Dairy Cattle resulting from twenty years (four generations) of Cross Breeding  
*Proceedings of the 19th National Poultry Breeders Round Table*. Kansas City, Missouri, Poultry Breeders of America, 18-62.  
<http://www.poultryscience.org/pba/1952-2003/1970/1970%20Touchberry.pdf>  
(Stand 7.8.2006)
- Touchberry, W., 1992  
Crossbreeding Effects in Dairy Cattle: The Illinois Experiment, 1949 to 1969  
Journal of Dairy Science, Vol. 75, S. 640 – 667
- Van Raden P.M., 1992  
Accounting for Inbreeding and Crossbreeding in Genetic Evaluation of Large Populations  
Journal of Dairy Science, Vol. 75, S. 3136 - 3144
- Van Raden, P.M. and Sanders, A.H., 2003  
Economic Merit of crossbreed and purebreed dairy cattle  
Journal of Dairy Science Vol. 86, S. 1036 - 1044

VIT (2005)  
Milchleistungsprüfung  
[http://www.vit.de/Additor/Binary1609/VITJB2005\\_1\\_VW.pdf](http://www.vit.de/Additor/Binary1609/VITJB2005_1_VW.pdf)  
(Stand 26.8.2006)

Weigel, K.A., 2003  
Role of Crossbreeding in Dairy Cattle Improvement  
[http://www.wisc.edu/dysci/uwex/genetics/pubs/15\\_Role\\_of\\_Crossbreeding\\_in\\_Dairy\\_Cattle\\_Improvement.pdf](http://www.wisc.edu/dysci/uwex/genetics/pubs/15_Role_of_Crossbreeding_in_Dairy_Cattle_Improvement.pdf)  
(Stand 26.8.2006)

Weigel, K.A and Barlass, K.A., 2003  
Results of a Producer Survey Regarding Crossbreeding on US Dairy Farms  
Journal of Dairy Science Vol. 86, S. 4148 – 4154

Weiher, O. und Neumann, W., 1991  
Gebrauchskreuzung mit Fleckvieh  
Tierzüchter, Vol 43:4, S. 158 – 159

Winter, L.M., 1954  
Animal Breeding  
Verlag John Wiley and Sons, New York

Wolf, J, Zavadilova, L. and Nemcova, E., 2005  
Non-additive effects on milk production in Czech dairy cows  
J. Anim. Breed. Genet. 122, S. 332–339

Young, C.W. and Seykora, A.J., 1996  
Estimates of inbreeding and relationship among registered Holstein females in the United States  
Journal of Dairy Science, Vol. 79, S. 502 - 505

ZAHTM., Zentrumsabteilung Hygiene und Technologie der Milch, 1998  
Kompendium der Milchhygiene.  
Tierärztliche Hochschule, Hannover

## 9 Anhang / Tabellen

### Gesundheit / Behandlungen

Die Diagnose von Krankheiten wird im Managementsystem des LVG's mit Ziffern bezeichnet. Für die Auswertung wurden Klassen gebildet, die sich auf Organsysteme beziehen. Es ergeben sich dadurch die Organsysteme von 1 – 23. Als Problem ergab sich, dass auch für Nachbehandlungen diese Diagnosen eingegeben werden. Dadurch kann es vorkommen, dass eine Diagnose öfter ausgewertet wird, als sie tatsächlich gestellt wurde.

Die **Organsysteme** sind:

- 1 = Prophylaxe und Routine (wurde nicht mit ausgewertet)
- 2 = Atmungsapparat
- 3 = Bewegungsapparat
- 4 = Euter
- 5 = Geburtshilfe
- 6 = Gynäkologie
- 7 = Harnapparat
- 8 = Haut, Haare, Unterhaut
- 9 = Hörner, Schwanz
- 10 = Infektionskrankheiten
- 11 = Klauen
- 12 = Kreislaufapparat und Blut
- 13 = Körperhöhlen, Leber, Pankreas, Endokrine Organe
- 14 = Lymphapparat
- 15 = Missbildungen und Erbleiden
- 16 = Männlicher Geschlechtsapparat
- 17 = Nabel
- 18 = Parasitäre Erkrankungen
- 19 = Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten
- 20 = Verdauungsapparat (Magen- und Darmtrakt)
- 21 = Verdauungsapparat (Maul, Rachen, Ösophagus)
- 22 = Vergiftungen, physikalische und chemische Noxen

### **Medikamentenverbrauch:**

Für die Auswertung des Medikamentenverbrauchs wurden Standardbehandlungen definiert.

Dabei wurde für Bursitiden und Tarsitiden jeweils der komplizierter Fall angenommen, bei dem neben lokaler Behandlung auch eine systemische antibiotische und antiphlogistische Therapie notwendig ist. Das gleiche gilt für die Diagnose „Krongelenkentzündung“. Bei der Distorsion wurde eine hochgradige Schmerzhaftigkeit zu Grunde gelegt, so dass hier auch Antiphlogistika Anwendung finden. Bei der Enteritis catarrhalis ging man davon aus, dass die Tiere auch Fieber haben und entsprechend zu behandeln sind. Dagegen wurde für alle Grade des Genitalkatarrhs und für alle Mastitiden ein fieberfreier Verlauf angenommen.

Die Mengen der Medikamente sind dabei fest definiert und der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Nur bei der Auswertung der Vet-Sept-Lösung sind unterschiedliche Mengen zu beachten, je nach Diagnose. Auch bei Nachbehandlungen wird von den Tierärzten die anfängliche Diagnose eingetragen. Daher können v. a. beim Medikamentenverbrauch verfälschte Ergebnisse auftreten.

Ausgewertet wurde nur die Anzahl des Medikamenteneinsatzes, nicht die Menge.

Bei den unter Medikament 1 aufgeführten Medikamenten handelt es sich um die Medikamente, die immer an erster Stelle bei der jeweiligen Diagnose verwendet werden.

Die unter Medikament 2 aufgeführten Mittel werden meist zusätzlich zu den Medikamenten 1 angewandt. Sehr selten werden bei bestimmten Diagnosen 3 Medikamente eingesetzt, das Dritte entspricht dem Medikament 3.

Bei manchen Medikamenten sind Alternativen möglich, diese wurden aber nicht mit in die Auswertung einbezogen.

Tab. 22: Medikamentenverbrauch je nach Diagnose

Medikamentenverbrauch 1															
Diagnose A-K	Medikament 1	Menge 1	Einheit 1	Medikament 2	Menge 2	Einheit 2	Medikament 3	Menge 3	Einheit 3	Alternative 1	Menge A1	Einheit A1	Alternative 2	Menge A2	Einheit A2
Abort															
Abszelen der Afterklaus	Aureomycin-Spray	10	ml												
Abszess	Suniflan	80	g	Verisept	5	ml	H2O2	3	ml						
Amaurosis															
Ansaugen	Nasentropfen/Starchein	1	St.							Spirale	1	St.			
Azkykle	Estrumate	2	ml												
Ballegehwir															
Ballenhornläule	Aureomycin-Spray	10	ml												
Ballenpneumone	Excenel	80	g												
Bursitis	Suniflan	80	g												
Bursitis kompliziert	Suniflan	80	g	Cobactan	20	ml	Romifen	15	ml						
Calcium-Mangel	Phoscanol	500	ml												
Carapitis	Suniflan	80	g												
Carapitis kompliziert	Suniflan	80	g	Cobactan	20	ml	Romifen	15	ml						
Cataracta lentis															
Cataracta lentis	Veroscon-Augensalbe	1	St.												
Conjunktivitis	Zinksalbe	80	g												
Dermatitis	Aureomycin-Spray	10	ml												
Dermatitis digitalis	Aureomycin-Spray	10	ml												
Dermatitis interdigitalis	Aureomycin-Spray	10	ml												
Distorsion	Suniflan	80	g												
Distorsion hydr. Schmerzhaft	Suniflan	80	g	Romifen	15	ml									
Doppelsohle															
Enteritis catarrhalis	Buscopan	20	ml												
Enteritis catarrhalis mit Fieber	Buscopan	20	ml	Baytril	20	ml				Borgal	40	ml			
Euterabszess	Suniflan	80	g	Verisept	5	ml	H2O2	3	ml						
Euterabszess	Verisept	10	ml	Zinksalbe	80	g									
Euterabszess	Dimazon	10	ml												
Euterabszess	H2O2	3	ml	Zinksalbe	80	g									
Euter-Schenkel-Dermatitis															
Festliegen traumatisch															
Festliegen unbakterieller Ursache	Anopyrin	1	l	Caloriphos	500	ml	NaCl 0,9%	4	l						
Frucht relativ zu groß	Sensiblex	10	ml												
Genitalkatharr IV. Grades mit Fieber	Verisept	70	ml	Estrumate	2	ml									
Genitalkatharr I. Grades															
Genitalkatharr II. bis III. Grades	Verisept	70	ml							Estrumate	2	ml			
Genitalkatharr IV. Grades (Pyo)	Verisept	70	ml	Estrumate	2	ml									
Hinterendläge															
Hornsplatt															
Hyperplasia interdigitalis	Aureomycin-Spray	10	ml	Isocain	12	ml									
Hypokalzämische Celluloparrese	Caloriphos	500	ml												
IBR	Bayovac-Vakzine	1	Ds.												
Inaktivität der Pansenflora und -fauna	Pansenstimulans	3	Btl.												
Incontinentia lactis															
Insuffizienz der Pansen-Hauben-Motrik	Pansenstimulans	3	Btl.												
Insuffizienz der Vormagenflora und -fauna	Pansenstimulans	3	Btl.												
Karantalschlechtige Bronchopneumonie	Baytril	15	ml												
Ketose	Anopyrin	1	l	Glucose 40%	500	ml	Voren	15	ml	Borgal	15	ml			
Ketose latent	Nafrumpropionat	600	g												
Klauenerhe	Excenel	1	g	Romifen	15	ml									
Klauenspitzenverletzung															
Krämpflichkeit	Vit. E-Setien	20	ml												
Kreislaufschwäche	Plainport	15	ml												
Kronleukentzündung	Suniflan	80	g												
Kronleukentzündung kompliziert	Suniflan	80	g	Cobactan	20	ml	Romifen	20	ml						
Kronsaumpneumonie	Excenel	1	g												

**Medikamentenverbrauch 2**

Diagnose M-Z	Medikament 1	Menge 1	Einheit 1	Medikament 2	Menge 2	Einheit 2	Medikament 3	Menge 3	Einheit 3	Alternative 1	Menge A1	Einheit A1	Alternative 2	Menge A2	Einheit A2
Lähmung des N. radialis															
Lederhautverletzung	OP														
Linkss. Labmangenerkrankung	Amylin	1	l	Glucose 40%	500	ml	Voren	15	ml						
Liponobilisationsyndrom	Lose Ward														
Mangelhafte Cervixweitung	Sensiblex	10													
Mastitis catarrhalis acuta	Ubrocetan	3	Tb												
Mastitis catarrhalis acuta mit Fieber	Ubrocetan	3	Tb	Cobactan	20	ml									
Mastitis catarrhalis chronica	Cefacetril	3	Tb												
Mastitis ohne Fieber	Cefacetril	3	Tb												
Mastitis apyostomatosa	Cefacetril	3	Tb												
Metritis	Velisept	70	ml	Estumate	2	ml									
Otitis externa	Bayfill	15	ml												
Ovarzyste	Ovogest 1500	10	ml												
Panasympomie mit schaumiger Gärung	Bayfill	100	ml												
Pericarditis	Sunitan	80	g												
Phlegmona interdigitalis	Excenel	1	g	Romifen	15	ml									
Pododermatitis	Isocain	16	ml	Böhner-Band	1	Einheit									
Prolaps, über nicht perforiert	Isocain	5	ml	Böhner-Band	1	Einheit									
Prolaps vaginae															
Quetschung der Beckenvenen	Streptihen	6	St.	Velisept	40	ml									
Retentio secundinarum															
Rustentrittschies Sohlengeschwür															
Scham- / Schedenenge															
Schleimnisse	Isocain	5	ml	Nahmaterial											
Schnittwunde	NaCl 0,9%	5	l	Ringer-Lactat	1	l	Voren	15	ml						
Schrock															
Schulfaulde															
Schwanzfraktur															
Schwanzverletzung															
Schwengeburt															
Seitenkopflage															
Septis	Bayfill	15	ml	Voren	15	ml									
Sohlenspitzengeschwür															
Sohlenswundgeschwür															
Stalkläuen															
Stellungfehler															
Tarsitis	Sunitan	80	g												
Tarsitis kompliziert	Sunitan	80	g	Cobactan	20	ml	Romifen	15	ml						
Torsio uteri	Uterusrelaxans	15	ml												
Ungenügende Öffnung der Cervix	Sensiblex	10	ml												
Vaginitis	Velisept	5	ml												
Verzögerte Ovulation	Receptal	4	ml												
Vulvovaginitis															
Wehenschwäche	Sensiblex	10	ml												
Wundinfektion	Bayfill	15	ml												
Zerreißung der Aduktoren															
Zerrung															
Zitzenquerriß nicht perforiert															
Zitzenverletzung nicht perforiert															
Zwillingesgeburt															
Zyklus unregelmäßig															



## **Medikamenteneinsatz**

### **Medikament 1 (1.606 Datensätze)**

#### Amynin

Amynin wird zum Leberschutz eingesetzt. Es findet Anwendung bei der Behandlung des Lipomobilisationssyndroms und der akuten Ketose. Bei 10 % aller DH-FV-Kreuzungen wurde es angewendet, ebenso bei 5,6 % der Deutschen Holsteins. Fleckvieh (2,1 %) und FV-DH (3,7 %) wurden nicht so oft damit behandelt.

#### Aureomycin-Spray

Dieses Medikament findet Verwendung bei der lokalen Behandlung von Klauenerkrankungen. Von DH wurde jedes Tier statistisch gesehen mindestens einmal damit behandelt, nämlich 122,3 %. Dagegen wurde es nur bei 53,3 % der DH-FV-Tiere, 86,3 % des Fleckviehs und 33,3 % der FV-DH-Kreuzungen angewendet.

Das ist verständlich, wenn man bedenkt, dass die reinrassigen Tiere öfter an Erkrankungen der Klauen leiden als die Kreuzungen.

#### Bayovac-Vakzine

Dies ist ein BHV1(Bovines-Herpes-Virus 1)-Impfstoff und wird zur Vorbeugung von IBR(Infektiöse bovine Rhinotracheitis)-Erkrankungen verwendet. Er wurde nur bei einem DH-FV-Tier angewendet.

#### Baytril

Dieses Antibiotikum ist ein Enrofloxacin und gehört zur Gruppe der Gyrase-Hemmer.

Es wird bei Atemwegserkrankungen und allgemeinen septischen Erscheinungen eingesetzt.

16,7 % der Deutschen Holsteins wurden damit behandelt, dagegen nur 3,3 % der DH-FV und nur 1,1 % der Fleckviehtiere. Bei der Kreuzung FV-DH wurde es nicht verwendet.

### Buscopan

Buscopan (Butyl-Scopolamin und Metamizol) wirkt krampflösend im Magen-Darm-Trakt und wird bei Enteritis catarrhalis eingesetzt. Es wurde nur selten verwendet, 3-mal bei den Deutschen Holsteins und 2-mal beim Fleckvieh (entspricht 4,2 % der DH und 2,1 % des FV). Die F1-Kreuzungstiere wurden nicht damit behandelt.

### Caloriphos

Es enthält Kalzium und Phosphor und wird zur Behandlung der hypocalcämischen Gebärfähigkeit verwendet. 13,9 % der Deutschen Holsteins benötigten dieses Medikament, beim Fleckvieh und Kreuzung FV-DH waren es nur 7,4 %. DH-FV wurden nicht damit behandelt.

### Cefacetril

Cefacetril ist ein Antibiotikum der Gruppe Cephalosporine. Es wird zur Behandlung von Mastitiden intramammär angewandt. Es ist eines der meist verwendeten Medikamente. Dadurch sind Mehrfachnennungen möglich.

Zu 261,1 % Deutsche Holsteins, 211,1% FV-DH, 202,1 % Fleckvieh und 167 % DH-FV wurden damit behandelt. Somit wurde durchschnittlich jedes Tier mindestens einmal, meistens aber zweimal und öfter damit versorgt.

### Dimazon

Der Wirkstoff von Dimazon ist Furosemid, welches als Schleifendiuretika wirkt, und somit zur Behandlung des nicht entzündlichen Euterödems angewandt wird.

Nur jeweils 3 Tiere der reinrassigen Gruppen Deutsche Holsteins und Fleckvieh wurden damit behandelt (4,2 % DH, 3,2 % FV) und keines der Kreuzungstiere.

### Estrumate

Hierbei handelt es sich um ein Prostaglandin  $2\alpha$ . Es bewirkt eine Luteolyse, und wird daher bei Azyklie, ausgelöst durch eine Corpus luteum persistens, eingesetzt. Weitere Indikationen sind Stillbrünstigkeit und Pyometritiden.

Es wurde bei 3 der 4 Gruppen in etwa gleich oft verwendet; 25,9 % der FV-DH, 23,3 % der DH-FV, 20,8 % der DH und nur 11,6 % des FV wurden damit behandelt.

#### Excenel

Dieses Antibiotika (Ceftiofur-Natrium) wird zur Behandlung von entzündlichen Klauenkrankungen, wie Kronsaumphlegmone und Klauenrehe eingesetzt. Prozentual am häufigsten wurde es bei den Kreuzungstieren DH-FV eingesetzt, 43,3 % aller Tiere wurden damit behandelt. Beim Fleckvieh waren es 34,7 %, bei den FV-DH 14,8 % und bei den Deutschen Holsteins nur 12,5 %.

#### Wasserstoffperoxyd

Es findet hauptsächlich Verwendung als Desinfektions- und Reinigungsmittel bei der lokalen Behandlung der Euter-Schenkel-Dermatitis. Auffällig ist, dass 44,5 % der FV-DH Kreuzungstiere damit behandelt wurden, aber nur 1,4 % der Deutschen Holsteins, 3,3 % DH-FV und 1,1 % der Fleckviehtiere.

#### Isocain

Dieses Lokalanästhetikum wird zur lokalen Schmerzausschaltung bei Operationen und Wundversorgungen verwendet. Bei 37 % der FV-DH-Kreuzungen fand es Anwendung, auch beim Fleckvieh wurde es mit 13,7 % relativ häufig benötigt. Bei den Deutschen Holsteins mit 1,4 % und den DH-FV mit 3,3 % fand es dagegen kaum Anwendung.

#### Natriumchlorid 0,9 %

Es wird als Flüssigkeitssubstitution zur Bekämpfung akuter Schocksymptome verwendet.

Nur ein Tier der Rasse Deutsche Holsteins wurde damit behandelt.

#### Nasenring mit Stacheln

Um das Ansaugen anderer Tiere zu verhindern, wird saugenden Kühen ein Nasenring mit Stacheln eingezogen. Das war nur bei zwei Deutsche Holstein-Kühen nötig.

#### Natriumpropionat

Es wird zur Behandlung der latenten Ketose verwendet. 29,6 % der FV-DH-Tiere benötigten es, ebenso 15,3 % der Deutschen Holsteins. Dagegen wurde nur eine Fleckviehkuh (1,1 %) und gar kein DH-FV damit behandelt.

### Ovogest 1500

Ovogest 1500 (Choriongonadotropin 1.500 I.E.) ist ein LH-Analoga und findet Verwendung bei der Behandlung von Ovarialzysten. Relativ am häufigsten wurde es bei den Kreuzungstieren DH-FV eingesetzt. Statistisch gesehen wurde hier jedes Tier mehr als einmal damit behandelt, nämlich 136,7 %. An zweiter Stelle folgt die Kreuzung, FV-DH mit 77,8 %, dann die Deutschen Holsteins mit 52,8 % aller Tiere und zuletzt das Fleckvieh mit nur 37,9 %.

### Pansenstimulans

Bei Insuffizienz oder Inaktivität der Vormägen wird das Pansenstimulans eingesetzt. Das war bei 33,3 % der DH-FV-Tiere, bei je 11,1 % der Holsteins und FV-DH-Tiere und nur bei 6,3 % des Fleckviehs der Fall.

### Phoscanol

Es wurde nur bei einer Deutschen Holsteinkuh mit Calciummangel eingesetzt. Es enthält Phosphor, Glucose, Calcium, Borsäure und Magnesium.

### Planipart

Auch dieses Tokolytikum mit dem Wirkstoff Clenbuterolhydrochlorid wurde nur bei einem Tier der Deutschen Holstein-Gruppe verwendet.

### Pril

Damit ist ein ganz einfaches Spülmittel gemeint. Es wurde einmal bei einer DH-FV-Kreuzungskuh mit Pansentympanie mit schaumiger Gärung als Schaumbrecher angewandt.

### Receptal

Receptal (Buserelinacetat) ist ein GnRH-Analoga und wird nach der Besamung verabreicht, um bei Kühen, deren Ovulation verzögert ist, den Eisprung frühzeitiger auszulösen. Es fand nur einmal bei den DH-FV-Tieren und zweimal beim Fleckvieh Anwendung.

### Sensiblex

Bei ungenügender Cervixöffnung und bei Wehenschwäche während des Geburtsvorgangs wird Sensiblex (Wirkstoff: Denaverinhydrochlorid) verwendet. Dies geschah bei 11,1 % der Deutschen Holsteins, 3,7 % der FV-DH, 3,3 % der DH-FV und 2,1 % des Fleckviehs.

### Streptipen

Es handelt sich hierbei um antibiotikahaltige Schaumstäbe (Benzylpenicillin und Streptomycin), die nach der Entfernung der Nachgeburt bei Retentio secundinarum in die Gebärmutter eingebracht werden.

Von DH-FV wurde jedes Tier mindestens einmal damit behandelt. Es fand Anwendung zu 110 % bei DH-FV, dagegen nur zu 50 % bei den Deutschen Holsteins, zu 29,4 % bei FV-DH und zu 28,4 % bei Fleckvieh.

### Sunlitan-Spray

Dieses desinfizierende, pflanzliche Spray wird zur lokalen Behandlung von Abszessen, Gelenksentzündungen im distalen Gliedmaßenbereich und Periarthritiden verwendet.

48,1 % der FV-DH, 43,3 % der DH-FV, 43,2 % des Fleckviehs und nur 25 % der Deutschen Holsteins wurden damit behandelt.

### Ubrocelan

Dieser antibiotikahaltige Euterinjektor (Wirkstoff Procain-Penicillin und Neomycin) wird bei Mastitiden verwendet. Dies geschah bei 1,4 % der Deutschen Holsteins, 10 % der DH-FV und 4,2 % des Fleckviehs.

### Uterusrelaxans

Wird bei Torsio uteri eingesetzt, um die Reposition zu erleichtern. Es wurde nur bei einer Fleckviehkuh benötigt.

### Vet-Sept

Bei Genitalkatarrhen, Metritiden und Vaginitiden wird mit dieser desinfizierenden 10%-igen Jodlösung gespült.

Alle Tiere wurden mindestens einmal damit behandelt. Sie fand Anwendung zu 150 % bei den Deutschen Holsteins, zu 148,1 % bei FV-DH, zu 116,7 % bei DH-FV und zu 115,8 % bei Fleckvieh.

#### Vetoscon-Augensalbe

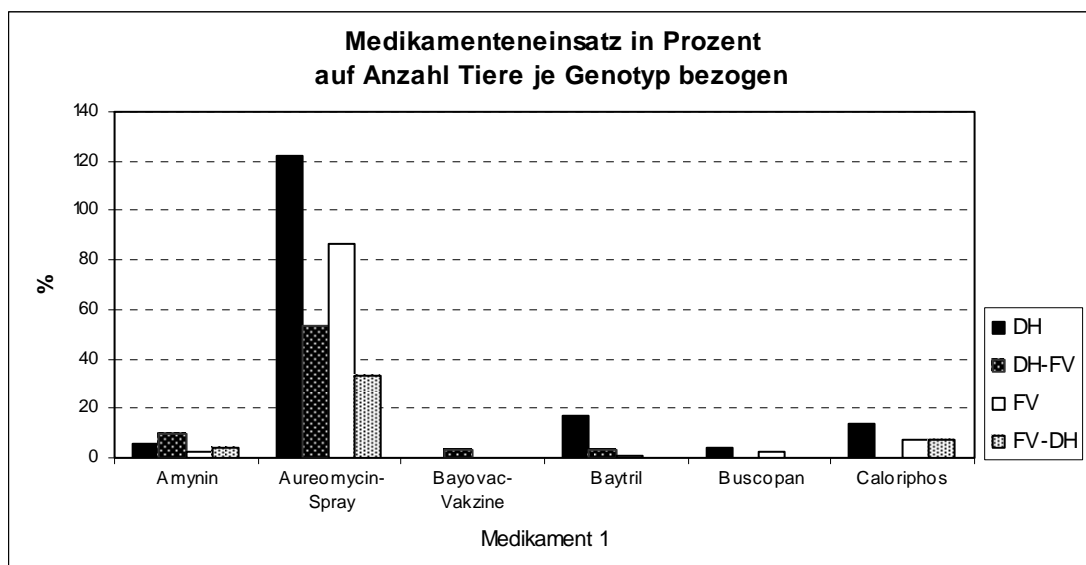
Sie wurde nur bei einer Fleckviehkuh verabreicht. Der Wirkstoff ist Benzathin-Cloxacillin.

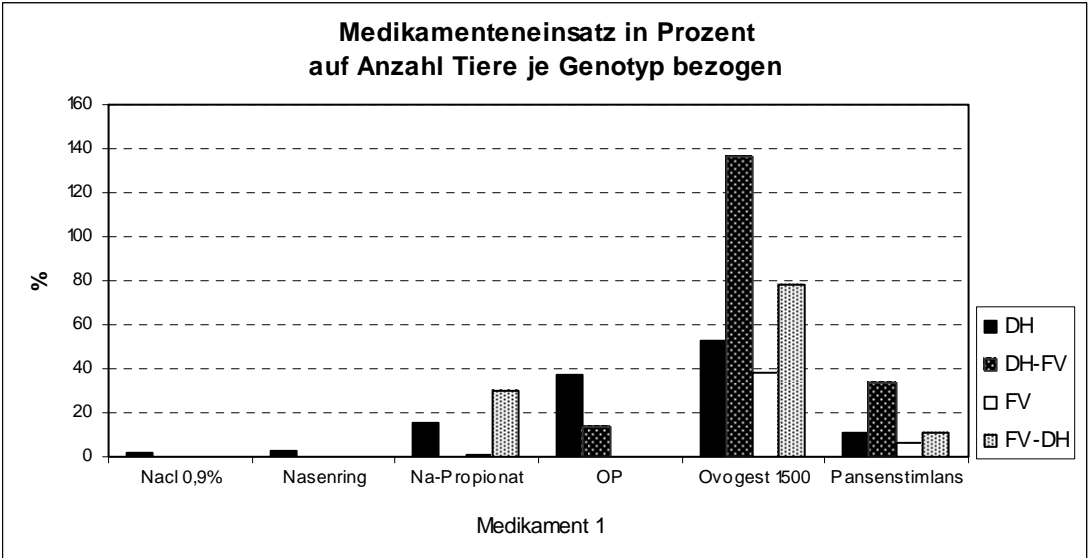
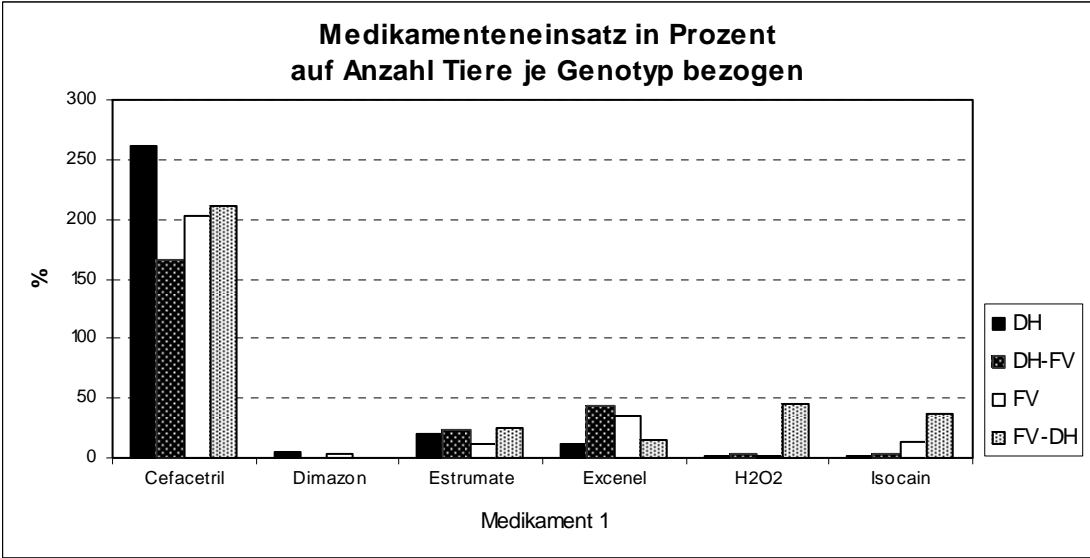
#### Vit.E-Selen

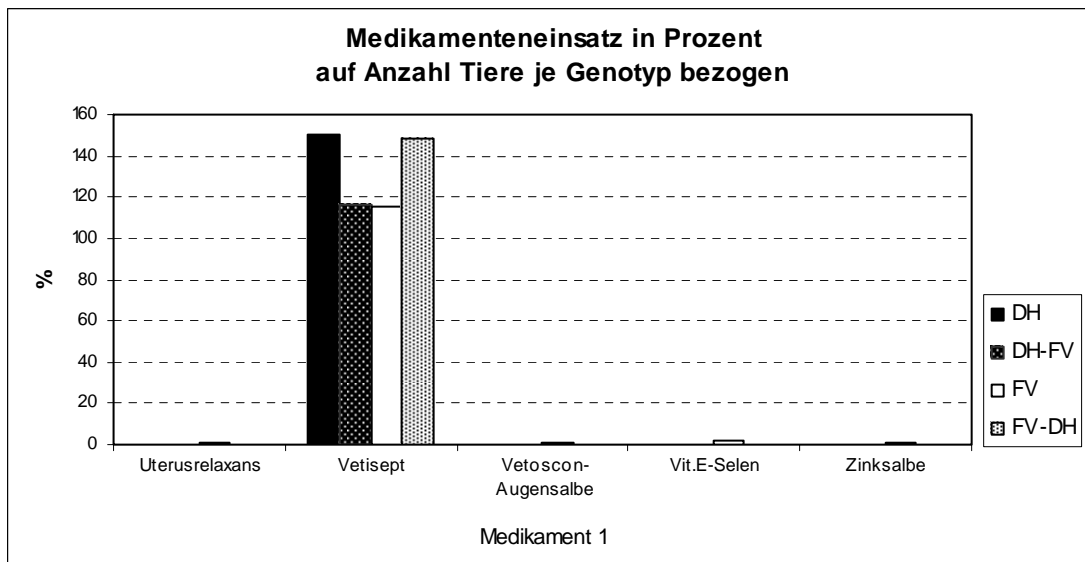
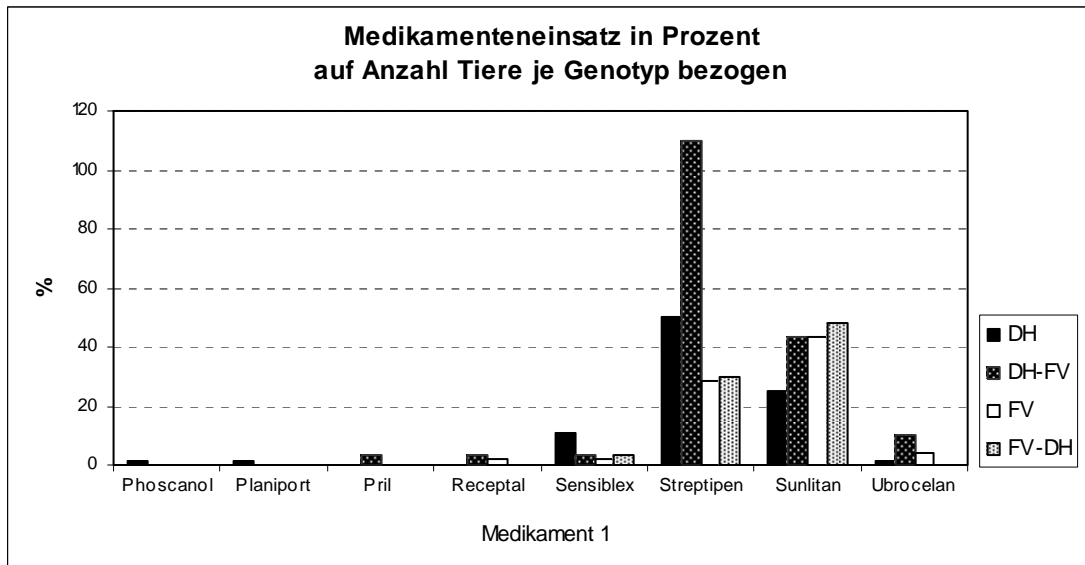
Nur bei zwei Fleckviehkühen wurde dieses Präparat gespritzt.

#### Zinksalbe

Diese Schutzsalbe wurde nur bei einer Fleckviehkuh benötigt.







**Abb. 37, 38, 39 und 40: Medikamenteneinsatz in Prozent auf Anzahl Tiere je Genotyp bezogen (Medikament 1); Durch Mehrfachnennungen je Tier können Werte >100% entstehen**

### Medikament 2 (391 Datensätze)

#### Baytril

Zusätzlich zu Buscopan wird bei Enteritis catarrhalis auch dieses Antibiotikum verwendet. Das war bei 4,2 % der Holsteins und 3,2 % des Fleckviehs der Fall.



### Bühner Band

Bei Prolaps uteri und Prolaps vaginae wird zur Verhinderung eines Rezidivs nach der Reposition mit diesem Band die Vulva verschlossen. Bei 22,2 % der FV-DH und 13,7 % des Fleckviehs wurde so verfahren.

### Caloriphos

Bei festliegenden Kühen, bei denen die Ursache nicht bekannt ist, wird neben Amynin auch noch Caloriphos verabreicht. Bei zwei DH-FV-Tieren (6,7 %) wurde dies verwendet.

### Cobactan 2,5 %

Komplizierte Arthritiden werden neben der lokalen Behandlung mit Sunlitan auch noch systemisch mit Cobactan mit dem Wirkstoff Cefquinom, einem Cephalosporin der neuesten Generation, behandelt. Ebenso wird bei akuten Mastitiden mit Fieber neben der lokalen Euterbehandlung auch systemisch mit diesem Medikament behandelt.

Immerhin 36,7 % der DH-FV Tiere benötigten eine solche Behandlung, 8,4 % des Fleckviehs und 5,6 % der Deutschen Holsteins. Bei den FV-DH-Kreuzungen war es nicht nötig.

### Estrumate

Bei Genitalkatarrh IV. Grades (Pyometra) und Metritiden wird neben der lokalen Spülbehandlung mit Vetisept noch die Entleerung der Gebärmutter gefördert, indem durch Estrumate eine Luteolyse induziert wird, und somit eine Brunst eingeleitet wird.

59,3 % der FV-DH, 50 % der Deutschen Holsteins, 33,3 % der DH-FV und 16,8 % des Fleckviehs wurden in diesem Sinne behandelt.

### Glucose 40 %

Neben Amynin wird bei Ketose und Lipomobilisationssyndrom noch 500 ml Glucose verabreicht. 5,6 % der Holsteins, 3,7 % der FV-DH, 3,3 % der DH-FV und 2,1 % des Fleckviehs bekamen dies verabreicht.

#### Isocain

Wenn bei Hyperplasia interdigitalis (Limax) eine chirurgische Entfernung nötig ist, wird als Lokalanästhetikum Isocain verwendet. 41,7 % der Deutschen Holsteins, 14,7 % des Fleckviehs und 13,3 % der DH-FV wurden damit behandelt.

#### Nahtmaterial

Bei 14,8 % der FV-DH, 3,3 % der DH-FV und 1,4 % der Deutschen Holsteins mussten Wunden genäht werden.

#### Ringer-Lactat-Lösung

Beim Schock wird neben 5 Litern 0,9 % NaCl-Lösung auch ein Liter Ringer-Lactat-Lösung verabreicht. Nur eine Deutsche Holstein-Kuh benötigte diese Behandlung.

#### Romefen

Dieses nichtsteroidale Antiphlogistikum (Wirkstoff: Ketoprofen, ein Cox2-Hemmer) findet Anwendung bei schmerzhaften Distorsionen, Klauenrehe und interdigitaler Phlegmone. Es musste bei 34,7 % des Fleckviehs, 23,3 % der DH-FV, 14,8 % der FV-DH und 13,9 % der Deutschen Holsteins angewandt werden.

#### Vet-Sept

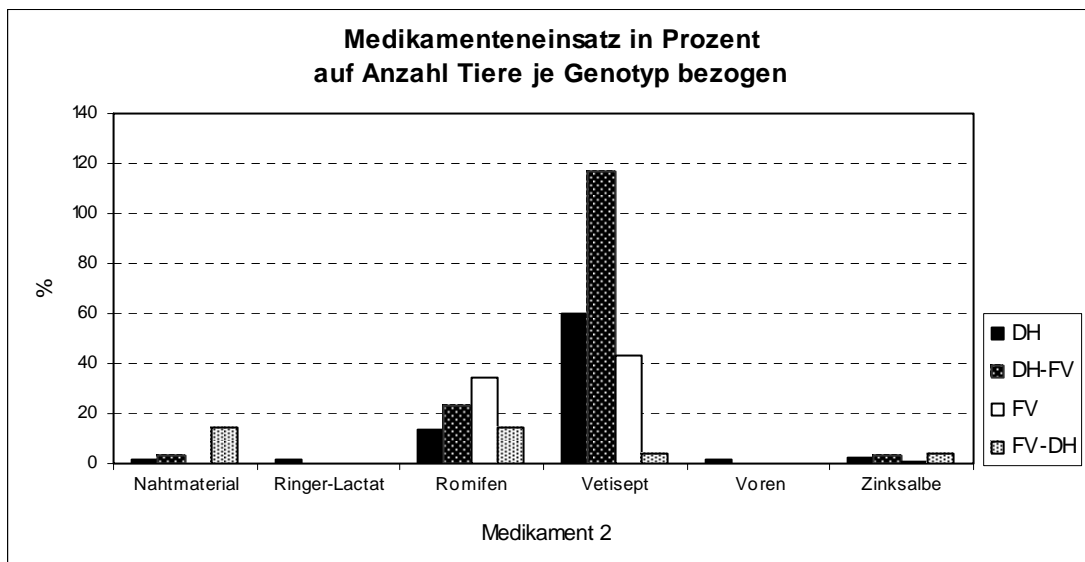
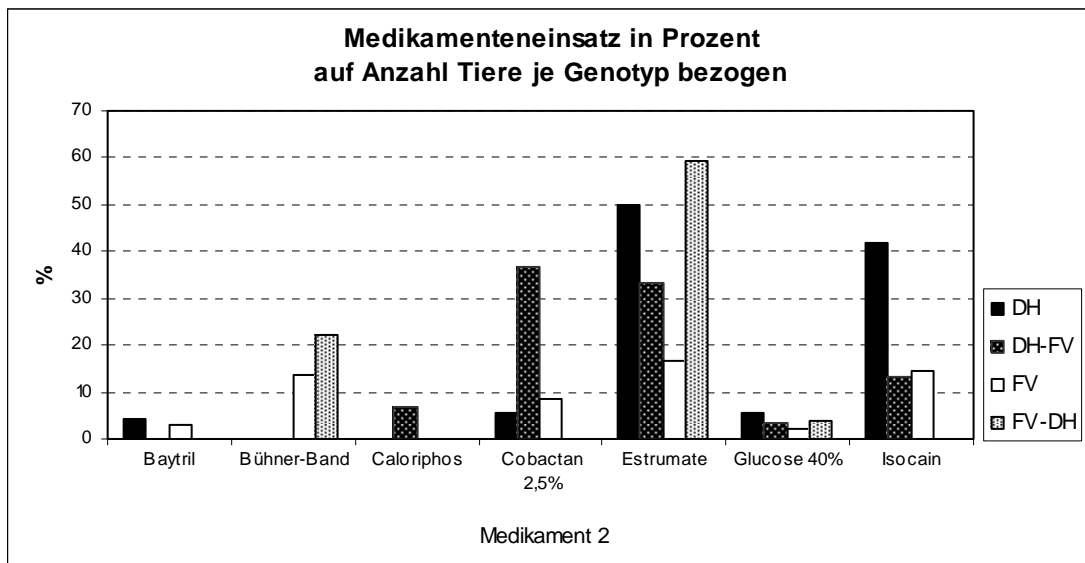
Bei Retentio secundinarum wird nach 10 Tagen mit dieser Lösung der Uterus gespült, ebenso werden geöffnete Abszesse damit ausgespült. Zu 116,7 % bei DH-FV (also jede Kuh mindestens einmal), 59,7 % bei Deutschen Holsteins, 43,2 % bei Fleckvieh und nur 3,7 % bei FV-DH kam Vet-Sept zum Einsatz.

#### Voren

Eine Deutsche Holstein-Kuh bekam zur Sepsis-Behandlung neben Baytril noch dieses Dexamethason-Präparat verabreicht.

#### Zinksalbe

Bei Euterhautwunden und Euter-Schenkel-Dermatitis wird zum Schutz diese deckende Salbe aufgebracht. Dies war bei 2,8 % der Deutschen Holsteins, 3,3 % der DH-FV, 1,1 % des Fleckviehs und immerhin bei 44,4 % der FV-DH nötig.



**Abb. 41 und 42: Medikamenteneinsatz in Prozent auf Anzahl Tiere je Genotyp bezogen (Medikament 2); Durch Mehrfachnennungen je Tier können Werte >100% entstehen.**

### Medikament 3 (61 Datensätze)

#### Wasserstoffperoxid

Bei Abszessen wird mit Wasserstoffperoxid zur Reinigung gespült. 14,7 % des Fleckviehs, 10 % der DH-FV, 9,7 % der Deutschen Holsteins und 7,4 % der FV-DH wurden so behandelt.

NaCl 0,9 %

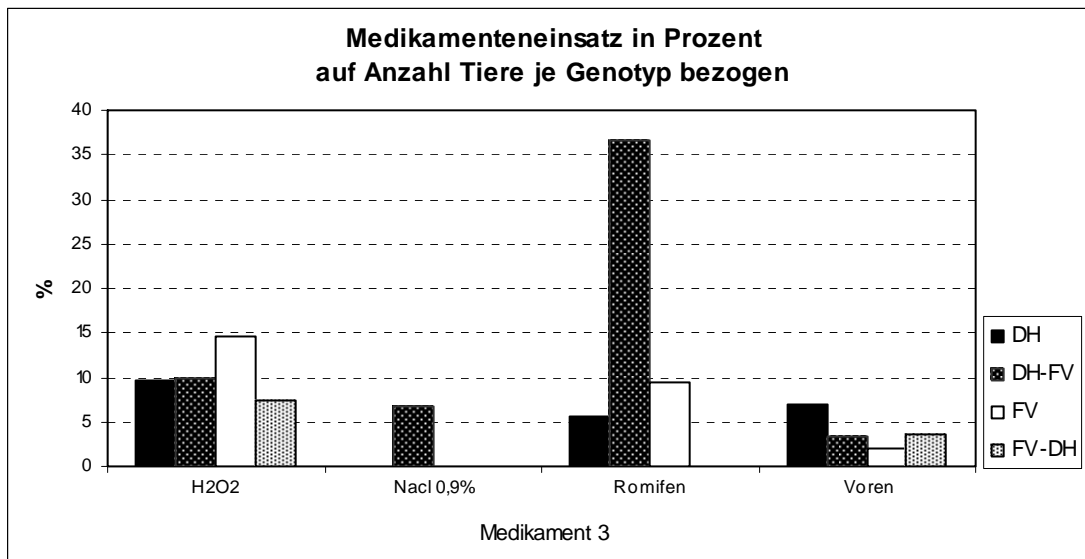
Zwei DH-FV-Kreuzungstiere bekamen bei Festliegen unbekannter Ursache neben Amynin und Caloriphos noch 4 Liter NaCl 0,9 % verabreicht.

Romefen

Bei komplizierten Arthritiden wurde bei 36,7 % der DH-FV, 9,5 % des Fleckviehs und 5,6 % der Deutschen Holsteins diese Antiphlogistika injiziert.

Voren

Schock, Ketose und Lipomobilisationssyndrom stellen eine Indikation für Voren dar. Dies war bei 6,9 % der Deutschen Holsteins, 3,3 % der DH-FV, 2,1 % des Fleckviehs und 3,7 % der FV-DH der Fall.



**Abb. 43: Medikamenteneinsatz in Prozent auf Anzahl Tiere je Genotyp bezogen (Medikament 3)**

## Tabellen Roboterdaten

Tab. 23: Tagesmilchleistung in Liter

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	25,79	0,07
DH-FV	24,98	0,08
FV	22,24	0,07
FV-DH	24,51	0,08

Tab. 24: Milchmenge / Gemelk in Liter

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	10,04	0,03
DH-FV	9,77	0,03
FV	8,43	0,03
FV-DH	9,62	0,03

Tab. 25: Milchfluss in Liter/Minute

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	1,54	0,01
DH-FV	1,46	0,01
FV	1,43	0,01
FV-DH	1,48	0,01

Tab. 26: Melkdauer in Sekunden, linkes Vorderviertel

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	199,45	0,79
DH-FV	199,15	0,85
FV	199	0,78
FV-DH	215,89	0,85

**Tab. 27: Melkdauer in Sekunden, linkes Hinterviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	239,52	0,99
DH-FV	252,48	1,06
FV	248,21	0,97
FV-DH	265,97	1,06

**Tab. 28: Melkdauer in Sekunden, rechtes Vorderviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	175,55	0,77
DH-FV	183,76	0,84
FV	179,16	0,74
FV-DH	192,52	0,83

**Tab. 29: Melkdauer in Sekunden, rechtes Hinterviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	185,73	0,93
DH-FV	220,06	1,01
FV	220,5	0,89
FV-DH	228,15	1

**Tab. 30: Leitfähigkeit in ms / cm, linkes Vorderviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	4,09	0,01
DH-FV	3,88	0,01
FV	3,82	0,01
FV-DH	3,82	0,01

**Tab. 31: Leitfähigkeit in ms / cm, linkes Hinterviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	4,04	0,01
DH-FV	3,95	0,01
FV	3,86	0,01
FV-DH	3,93	0,01

**Tab. 32: Leitfähigkeit in ms / cm, rechtes Vorderviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	3,98	0,01
DH-FV	3,7	0,01
FV	3,74	0,01
FV-DH	3,9	0,01

**Tab. 33: Leitfähigkeit in ms / cm, rechtes Hinterviertel**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	4,02	0,01
DH-FV	3,91	0,01
FV	3,97	0,01
FV-DH	3,93	0,01

## **Tabellen LKV-Prüfung**

**Tab. 34: Tagesmilchleistung aus den LKV-Daten in kg (korrigiert für Fett- und Eiweißgehalt)**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	25,4	0,3
DH-FV	25,8	0,3
FV	23	0,3
FV-DH	24,5	0,3

**Tab. 35: Tagemilchleistung aus LKV-Daten in kg (unkorrigiert)**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	26,5	0,3
DH-FV	25,8	0,4
FV	21,9	0,3
FV-DH	23,7	0,4

**Tab. 36: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	3,85	0,03
DH-FV	3,95	0,04
FV	3,94	0,03
FV-DH	3,97	0,04

**Tab. 37: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Tagesdaten**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	3,52	0,02
DH-FV	3,63	0,02
FV	3,74	0,01
FV-DH	3,69	0,02

**Tab. 38: Harnstoffgehalt in mg / dl**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	25,62	0,31
DH-FV	27,16	0,35
FV	26,6	0,28
FV-DH	26,95	0,37



**Tab. 39: Zellzahl / ml**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	182.385	1.047
DH-FV	78.316	1.054
FV	71.153	1.043
FV-DH	105.516	1.057

### **Tabellen LKV-Laktation**

**Tab. 40: Fettgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	3,64	0,05
DH-FV	3,71	0,07
FV	3,71	0,04
FV-DH	3,84	0,07

**Tab. 41: Eiweißgehalt in Prozent aus LKV-Laktationsdaten**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	3,39	0,02
DH-FV	3,53	0,04
FV	3,61	0,02
FV-DH	3,62	0,03

**Tab. 42: Fettlaktationsleistung in kg**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	293,8	5,3
DH-FV	293,2	8,2
FV	252,9	4,5
FV-DH	292,9	7,7

**Tab. 43: Eiweißlaktationsleistung in kg**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	276,1	4,9
DH-FV	279,6	7,6
FV	247,2	4,2
FV-DH	277,3	7,1

**Tab. 44: Laktationsleistung Milch in kg (korrigiert für Fett- und Eiweißgehalt)**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	7843	143
DH-FV	7934	207
FV	7028	118
FV-DH	7969	196

**Tab. 45: Laktationsleistung Milch in kg (unkorrigiert)**

<b>Genotyp</b>	<b>LSMEAN</b>	<b>Standard-Error</b>
DH	8189	155
DH-FV	7934	239
FV	6866	132
FV-DH	7673	223

## Tabellen Fruchtbarkeit

Tab. 46: Zwischenkalbezeit in Tagen

Laktationsnummer	Genotyp	Mittelwert	Stabw.	ausgewertete Tiere
1	DH	422	108	41
1	DH-FV	393	50	17
1	FV	388	44	65
1	FV-DH	391	53	19
2	DH	415	71	32
2	DH-FV	367	32	3
2	FV	388	63	53
2	FV-DH	396	48	6

Tab. 47: Gützeit in Tagen

Laktationsnummer	Genotyp	Mittelwert	Stabw.	ausgewertete Tiere
1	DH	136	104	45
1	DH-FV	110	47	21
1	FV	103	39	66
1	FV-DH	113	52	22
2	DH	141	76	34
2	DH-FV	108	43	8
2	FV	104	62	56
2	FV-DH	130	46	9

Tab. 48: Rastzeit in Tagen

Laktationsnummer	Genotyp	Mittelwert	Stabw.	ausgewertete Tiere
1	DH	80	27	58
1	DH-FV	76	23	29
1	FV	66	21	75
1	FV-DH	70	25	26
2	DH	80	25	43
2	DH-FV	70	15	14
2	FV	67	20	68
2	FV-DH	83	21	16

**Tab. 49: Verzögerungszeit in Tagen**

<b>Laktationsnummer</b>	<b>Genotyp</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Stabw.</b>	<b>ausgewertete Tiere</b>
1	DH	59	94	45
1	DH-FV	36	48	21
1	FV	38	38	66
1	FV-DH	45	44	22
2	DH	61	69	34
2	DH-FV	36	40	8
2	FV	38	59	56
2	FV-DH	55	45	9

**Tab. 50: Erstbesamungserfolg in Prozent**

<b>Laktationsnummer</b>	<b>Genotyp</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>erfolgreiche Erstbesamungen</b>	<b>alle Erstbesamungen</b>
1	DH	24,14	14	58
1	DH-FV	27,59	8	29
1	FV	30,67	23	75
1	FV-DH	23,08	6	26
2	DH	18,6	8	43
2	DH-FV	14,29	2	14
2	FV	39,17	27	68
2	FV-DH	12,5	2	16

**Tab. 51: Konzeptionsrate in Prozent**

<b>Laktationsnummer</b>	<b>Genotyp</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Stabw.</b>	<b>Tragende Tiere</b>	<b>Besamungen insgesamt</b>
1	DH	56	31	47	151
1	DH-FV	62	32	21	91
1	FV	59	31	68	176
1	FV-DH	53	30	24	66
2	DH	52	29	34	120
2	DH-FV	49	32	9	50
2	FV	66	33	58	166
2	FV-DH	47	32	9	56

**Tab. 52: Trächtigkeitsindex**

<b>Laktationsnummer</b>	<b>Genotyp</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Stabw.</b>	<b>Tragende Tiere</b>	<b>Besamungen dieser Tiere</b>
1	DH	2,36	1,34	47	111
1	DH-FV	2,24	1,48	21	47
1	FV	2,18	1,18	68	148
1	FV-DH	2,29	1,27	24	55
2	DH	2,5	1,31	34	85
2	DH-FV	2,89	1,76	9	26
2	FV	2,16	1,48	58	125
2	FV-DH	3	1,66	9	27

**Tab. 53: Besamungsindex**

<b>Laktationsnummer</b>	<b>Genotyp</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Stabw.</b>	<b>Besamte Tiere</b>	<b>Besamungen insgesamt</b>
1	DH	2,6	1,44	58	151
1	DH-FV	3,14	2,08	29	91
1	FV	2,35	1,35	75	176
1	FV-DH	2,54	1,36	26	66
2	DH	2,79	1,51	43	120
2	DH-FV	3,57	2,17	14	50
2	FV	2,45	1,62	68	166
2	FV-DH	3,5	1,9	16	56

**Tab. 54: Erstkalbealter in Tagen**

<b>Genotyp</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Stabw.</b>
FV	916	117
FV-DH	877	27
DH-FV	862	30
DH	853	93

## **Danksagung**

Für die Überlassung des Themas und für die großzügige Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit sowie für die geduldigen Erklärungen zur Statistik bedanke ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. A. Scholz.

Bei Herrn Richard Bätz bedanke ich mich für die freundliche und immer sofort gewährte Hilfe bei der Arbeit mit den diversen Computerprogrammen sowie für die erste Aufarbeitung aller angefallenen Daten.

Ein herzliches Dankeschön auch an alle anderen Mitarbeiter am LVG, allen voraus Frau Jambor und Herrn Dr. Stefan Nüske für das stets gezeigte Interesse und die Unterstützung zum Vorankommen dieser Arbeit, sowie für die Motivation und das nette, freundliche Arbeitsklima.

Ein ganz dickes Dankeschön geht an Jens Brähmig für die Formatierung dieser Arbeit, ohne den ich dazu wahrscheinlich zehnmal so lange gebraucht hätte.

Ebenfalls ein herzliches Vergelt's Gott an meinen Schwager Peter, der des Englischen weitaus besser mächtig ist als ich selbst. Danke für die Übersetzung der Zusammenfassung.

Meinen beiden Partnern Dr. Otto Schattenhofer und Dr. Trixi Hollwich danke ich für die Motivation und immer wieder die Frage: „Wie weit bist du schon?“. Danke, dass ihr mir den Rücken freigehalten habt, um diese Arbeit endlich fertigzustellen. Viele Dank auch an eure Familien.

An meine Freunde aus der Uni (Verena, Dominik, Claudi etc): Danke für die Motivation, war immer wieder aufbauend zu hören, dass ihr auch noch nicht weiter seid.

Doch das Beste kommt zum Schluss: Ein ganz herzliches Vergelt's Gott gebührt meinen Eltern, dass sie mir das Studium überhaupt ermöglicht haben. Ohne diese Unterstützung und ohne die Motivation und das Verständnis meiner Eltern und natürlich aller meiner Geschwister wäre das Durchhalten doppelt so schwer gewesen.

Für die Geduld mit mir, auch wenn ich mal wieder genervt war, dafür, dass Du Dir stundenlang angehört hast, was mal wieder nicht geklappt hat, dafür, dass ich kaum Zeit für dich hatte, danke ich Dir, lieber Hans, ganz herzlich. Dein Rückhalt und Verständnis war und ist mir sehr wichtig.

## **Lebenslauf**

Verena Schichtl

geboren am 16. Januar 1979 in München

deutsche Staatsangehörigkeit

ledig, keine Kinder

### **Schulbildung**

1985 – 1991	Grund- und Teilhauptschule Reichersbeuern
1991 – 1995	Mädchenrealschule Hohenburg bei Lenggries Abschluss: Mittlere Reife
1995 – 1996	Anschlussklasse am Sophie-Scholl-Gymnasium in München
1996 – 1998	Sophie-Scholl-Gymnasium München Abschluss: Abitur

### **Studium und Beruf**

November 1998 – März 2004	Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilian- Universität München
März 2004	Approbation als Tierärztin
April 2004	Beginn der vorliegenden Arbeit
März 2004 – Dezember 2004	Anstellung als freie Mitarbeiterin in einer Gemischt- praxis und in einer Rinderpraxis
Seit Januar 2005	Niedergelassene Tierärztin in einer Gemeinschafts- Praxis (Groß- und Kleintier) südlich von München