

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Naturwissenschaftlichen Fakultät III
der
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Genetische Parameter von Kalbmerkmalen beim Milchrind der Rasse
Deutsche Holstein**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades
doctor agriculturarum (Dr. agr.)

Vorgelegt von

M. Sc. Agr. Benno Waurich
geboren 13.09.1981 in Räckelwitz

Gutachter **Prof. Dr. Hermann H. Swalve**

Prof. Dr. Sven König

Verteidigung am: 21.10.2013

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Literatur	3
2.1	Relevanz der Kalbung	3
2.2	Physiologie der Kalbung	4
2.2.1	Ablauf der physiologischen Kalbung	4
2.2.2	Risikofaktoren der Kalbung	4
2.2.2.1	Größe des Kalbes und der Mutter	5
2.2.2.2	Vitalität des Kalbes	7
2.2.2.3	Trächtigkeitsdauer und Ausreifungsgrad der Frucht.....	8
2.2.2.4	Mehrlinge	8
2.2.2.5	Management	9
2.3	Übersicht über Arbeiten zu genetischen Parametern der Kalbemerkmale	10
2.3.1	Regionale und thematische Einordnung	10
2.3.2	Totgeburten.....	11
2.3.3	Kalbeverlauf.....	12
2.3.4	Geburtsgewicht	14
2.3.5	Trächtigkeitsdauer.....	15
2.3.6	Genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen auf direkter und maternaler Ebene	15
2.3.7	Genetische Korrelationen der Merkmale zwischen Färsen- und Kuhkalbung	18
2.3.8	Anmerkungen zur Datengrundlage	19
2.4	Alternative Definitionen der Kalbprobleme	19
2.5	Nutzung von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer als Hilfsmerkmale.....	20
3.	Material.....	23
3.1	Datenherkunft	23
3.2	Rohmittelwerte der Kalbeparameter	23

3.3	Aufbereitung der Daten.....	24
3.4	Populationsgenetische Zusammenhänge.....	25
3.5	Beschreibung und deskriptive Statistik der Zielparameter	26
3.5.1	Totgeburten und Kalbeverlauf	26
3.5.2	Segmentierte Definition der Kalbemerkmale.....	27
3.5.3	Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer	29
3.5.3.1	Beziehung von Geburtsgewicht zu Kalbeverlauf und Totgeburten.....	31
3.5.3.2	Beziehung von Trächtigkeitsdauer zu Kalbeverlauf und Totgeburten	32
3.6	Phänotypische Einflussgrößen auf Zielparameter.....	33
3.6.1	Zeitfährteneneffekt	33
3.6.2	Geschlecht des Kalbes	34
3.6.3	Alter der Kuh	35
4.	Methoden.....	37
4.1	Varianzkomponentenschätzung.....	37
4.2	Umstellung der Zuchtwerte.....	40
4.3	Zusammenhänge zwischen Zuchtwerten.....	40
4.4	Gegenüberstellung von Haupt- und Hilfsmerkmalen.....	41
5.	Ergebnisse	43
5.1	Untersuchungen der Kalbemerkmale nach Paritätsgruppen.....	43
5.1.1	Heritabilitäten der Kalbemerkmale.....	43
5.1.2	Verteilung der Zuchtwerte	44
5.1.3	Genetische Korrelationen zwischen Kalbmerkmalen.....	45
5.1.4	Rangkorrelationen zwischen Kalbmerkmalen innerhalb der Paritätsgruppe	46
5.1.5	Rangkorrelationen der Kalbemerkmale zwischen Paritätsgruppen.....	47
5.2	Untersuchungen der segmentierten Definitionen der Kalbemerkmale	48
5.2.1	Heritabilitäten und genetische Korrelationen zu Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer 48	
5.2.2	Verteilung der Zuchtwerte	50

5.2.3	Rangkorrelationen zwischen den Merkmalen.....	50
5.2.4	Korrelationen der segmentierten Merkmale mit Tot-, Problem- und Schweregeburt.....	51
5.3	Zusammenhänge zwischen Hilfsmerkmalen und Zielmerkmalen.....	52
5.3.1	Betrachtung der Hilfsmerkmale in Abhängigkeit von den Zielmerkmalen	52
5.3.2	Betrachtung der Zielmerkmale in Abhängigkeit von den Hilfsmerkmalen	55
6.	Diskussion	57
6.1	Datenerhebung und Editierung.....	57
6.2	Populationsgenetische Aspekte	58
6.3	Methode.....	59
6.4	Definition der Kalbmerkmale	60
6.5	Genetische Parameter von Färsen und Kühen.....	61
6.5.1	Heritabilität.....	62
6.5.2	Genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen	63
6.5.3	Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Paritäten	64
6.6	Eigenschaften der Kalbmerkmale.....	64
6.7	Beziehungen der Hilfsmerkmale zu den Zielmerkmalen.....	67
7.	Schlussfolgerungen	71
8.	Zusammenfassung	73
9.	Summary	75
10.	Quellenangabe.....	77
11.	Anhang.....	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Totgeburten	11
Tabelle 2: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Kalbeverlauf	13
Tabelle 3: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Geburtsgewicht.....	14
Tabelle 4: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Trächtigkeitsdauer	15
Tabelle 5: Literaturübersicht zu direkten (oben) und maternalen (unten) genetischen Korrelationen zwischen Kalbmerkmalen (TOT=Totgeburt, KV=Kalbeverlauf, GG=Geburtsgewicht, TD=Trächtigkeitsdauer) für Färsenkalbungen (LA1), Kuhkalbungen(LAX) und allen Paritäten (LAG).....	17
Tabelle 6: Übersicht der genetischen Korrelationen zwischen Kalbmerkmalen (TOT=Totgeburt, KV=Kalbeverlauf, GG=Geburtsgewicht, TD=Trächtigkeitsdauer) primi- und pluriparer Tiere für direkte (dir) und maternale (mat) Komponente	18
Tabelle 7: Verteilung der Effektstufen (ADR-Schlüsselnummer in Klammern) für Geschlecht, Verbleib des Kalbes und Kalbeverlauf in Rohdaten)	23
Tabelle 8: Anzahl beobachteter Leistungstiere	25
Tabelle 9: Anzahl Väter im Datenmaterial, mittlere Anzahl Nachkommen (NK) pro Bulle und Anteil von Bullen mit mehr als 10 Nachkommen (%)	25
Tabelle 10: Anteil Bullen mit Beobachtung als Kalb- oder Kuhvater im Datenmaterial	26
Tabelle 11: Deskriptive Statistik der Problem-, Schwer- und Totgeburtenrate (%) für alle Paritäten sowie für Färsen und Kühe	27
Tabelle 12: Totgeburtenrate (%) in Abhängigkeit von Kalbeverlauf für alle Paritäten, Färsen und Kühe für aufbereitetes Datenmaterial. In Klammern Anteil der Beobachtungen in Kalbeverlaufsklasse an allen Beobachtungen der Gruppe.	27
Tabelle 13: Eintrittswahrscheinlichkeiten (%) der segmentierten Kalbmerkmale für alle Paritäten, sowie für Färsen und Kühe	28

Tabelle 14: Deskriptive Statistik (MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung) von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer für alle Paritäten sowie für Färsen und Kühe	29
Tabelle 15: Deskriptive Analyse der Betriebsparameter (MW= Mittelwert, Std=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum)	33
Tabelle 16: Mittelwerte der Zielparameter für männliche und weibliche Kälber für alle Paritäten, Färsen und Kühe	34
Tabelle 17: Deskriptive Statistik der Parität mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (Std) des Kalbealters in Monaten sowie Rohmittelwerte der Kalbemerkmale in %.....	35
Tabelle 18: Verteilung der Erstkalbealterklassen und Rohmittelwerte der Zielparameter	36
Tabelle 19: Direkte und maternale Heritabilitäten (h^2 , in %) mit Standardfehler (se) der Kalbemerkmale für alle Paritäten sowie Färsen- und Kuhkalbungen.....	44
Tabelle 20: Standardabweichungen der Naturalzuchtwerte von Vätern mit Leistungsnachkommen .	44
Tabelle 21: Genetische Korrelationen (r_g) mit Standardfehler (se) der Kalbemerkmale für Färsenkalbungen diagonal: Korrelationen zwischen direkter/maternaler Komponente, oberhalb: zwischen direkten Komponenten, unterhalb: zwischen maternalen Komponenten	46
Tabelle 22: Genetische Korrelationen (r_g) mit Standardfehler (se) der Kalbemerkmale für Kuhkalbungen diagonal: Korrelationen zwischen direkter/maternaler Komponente, oberhalb: zwischen direkten Komponenten, unterhalb: zwischen maternalen Komponenten	46
Tabelle 23: Spearman Rangkorrelationen der direkten und maternalen Relativzuchtwerte der Färsen und Kühe für Totgeburten (TOT), Problemgeburten (KV1), Schweregeburten (KV2), Geburtsgewicht (GG) und Trächtigkeitsdauer (TD) von Bullen mit mindestens 40 Nachkommenleistungen für Färsen und Kühe (diagonal: direkt-maternal; oberhalb: direkt; unterhalb: maternal; *, wenn $p < \alpha = 0,05$)	47
Tabelle 24: Rangkorrelationen zwischen den Merkmalen für alle Paritäten, Färsen und Kühe für Bullen mit mindestens 20 Nachkommenleistungen (*, wenn $p < \alpha = 0,05$)	48
Tabelle 25: Genetische Parameter der segmentierten Merkmale im Cluster Totgeburt × Problemgeburt und genetische Korrelationen zu direktem Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer	49
Tabelle 26: Genetische Parameter der kombinierten Zielparameter im Cluster Totgeburt × Schweregeburt und genetische Korrelationen zu direktem Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer	49
Tabelle 27: Standardabweichungen der Naturalzuchtwerte der segmentierten Merkmale von Vätern mit Leistungsnachkommen (TOT=Totgeburt, KV1=Problemgeburt, KV2=Schweregeburt)	50

Tabelle 28: Korrelationen innerhalb des Merkmals zwischen den Clustern Totgeburt × Problemgeburt und Totgeburt × Schweregeburt (*, wenn $p < \alpha = 0,05$)	50
Tabelle 29: Spearman- Rangkorrelationen der Zuchtwerte für die Cluster Totgeburt × Problemgeburt und Totgeburt × Schweregeburt für Bullen mit mindestens 40 Nachkommen (L=Lebend, T=Tot, L=Leicht, A=Assitiert, N=Normal, S=Schwer, *, wenn $p < \alpha = 0,05$)	51
Tabelle 30: Rangkorrelationen der kombinierten Zuchtwerte mit „klassischen“ Merkmalszuchtwerten (*, wenn $p < \alpha = 0,05$).....	51
Tabelle 31: Mittlere Färsenzuchtwerte für Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bei Bullen mit über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Kalbmerkmalszuchtwerten für deren direkte und maternale Eigenschaften (289 Kalbväter, 384 Kuhväter bei Anzahl Nachkommen ≥ 20).....	53
Tabelle 32: Mittlere Kuhzuchtwerte für Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bei Bullen mit über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Kalbmerkmalszuchtwerten für deren direkte und maternale Eigenschaften (544 Kalbväter, 491 Kuhväter bei Anzahl Nachkommen ≥ 20).....	54
Tabelle 33: Mittlere Färsenzuchtwerte für direktes Geburtsgewicht und direkte Trächtigkeitsdauer bei Bullen mit sowohl direkt als auch maternal über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Kalbmerkmalszuchtwerten (N=215 bei Anzahl Nachkommen ≥ 15 als Kalbvater sowie Kuhvater).....	54
Tabelle 34: Mittlere direkte und maternale Kalbeeigenschaften (TOT=Totgeburt, KV1=Problemgeburt, KV2=Schweregeburt) bei Bullen mit über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Zuchtwerten für Geburtsgewicht (GG) und Trächtigkeitsdauer (289 Kalbväter, 384 Kuhväter bei Anzahl Nachkommen ≥ 20)	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Relative Verteilung des Geburtsgewichts und der Trächtigkeitsdauer für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)	30
Abbildung 2: Mittleres Geburtsgewicht (Punkt) und Standardabweichung (Stern) in Abhängigkeit von Trächtigkeitsdauer für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)	30
Abbildung 3: Abhängigkeit der Tot-, Problem- und Schweregeburten vom Geburtsgewicht für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)	31
Abbildung 4: Abhängigkeit der Tot-, Problem- und Schweregeburten von der Trächtigkeitsdauer für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün) ...	32

Anhangsverzeichnis

Tabellen:

Anhang Tabelle 1: Mittelwerte der Betriebskennzahlen für Beobachtungen im Datenmaterial, durchschnittliche Anzahl Kalbungen pro Monat mit Anteil Färsenkalbungen, Tot-, Problem-, Schweregeburtenrate, Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer Gesamt (G) sowie getrennt für Färsen- (F) und Kuhkalbungen (K) mit Angabe der Differenz (Diff)zwischen beiden 87

Abbildungen

Anhang Abbildung 1: Mittlere Tot-, Problem-, Schweregeburtenrate, Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer im Untersuchungszeitraum gegliedert nach Jahr-Saison-Gruppen (vier Monate bilden eine Saison, Beginn Januar) für gesamtes Datenmaterial (schwarz) sowie getrennt für Färsen- (rot) und Kuhkalbungen (grün) 88

Abkürzungsverzeichnis

Liste der verwendeten Abkürzungen in alphabetischer Reihenfolge

ADR	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter
a.p.	ante partum
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
dir	direkt
EKA	Erstkalbealter
evtl.	eventuell
GG	Geburtsgewicht
ggf.	gegebenenfalls
GIFT	Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle
h	Stunde
HF	Holstein-Friesian
kg	Kilogramm
KV	Kalbeverlauf
KV1	Problemgeburtenrate
KV2	Schwergeburtenrate
LA1	Färsenkalbung
LAG	Kalbung ohne Unterteilung nach Färsen oder Kuh
LAX	Kuhkalbung
LfA	Landesanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
mat	maternal
max	Maximum
MGS	Maternal Grandsire /mütterlicher Großvater
min	Minimum

MMG	Mixed-Model-Gleichung
MW	Mittelwert
N	Anzahl
NK	Nachkommen
resp.	respektiv
RMV	Rinderzuchtverband Mecklenburg-Vorpommern GmbH
se	Standardfehler
std	Standardabweichung
TD	Trächtigkeitsdauer
TOT	Totgeburtenrate
vgl.	vergleiche
VIT	Vereinigte Informationssysteme Tier w.V.
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

Die Kalbung stellt eine essentielle Komponente der Milchproduktion dar. Komplikationen bei der Geburt wirken sich negativ auf Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Mutter aus. Ein schwergeborenes oder totes Kalb hat eine reduzierte beziehungsweise keine Chance, im späteren Leben in die Produktion einzutreten. Die Brisanz des Themas liegt zum einen in den resultierenden wirtschaftlichen Verlusten, zum anderen sind berechtigte Zweifel an der Tiergerechtigkeit angebracht, wenn 15 % (Adler, 2005) der erstmals kalbenden Milchrinder der Rasse Holstein eine Totgeburt erleiden. Während der primäre Ansatz zur Bekämpfung von Kalbproblemen im Management liegen muss, existieren gleichzeitig genetische Wirkmechanismen, die züchterisch bearbeitet werden können.

Den komplexen Zusammenhängen der Kalbmerkmale steht in der Regel eine schwierige, weil subjektive Merkmalerfassung gegenüber, die zumindest teilweise für die niedrige Heritabilität der Hauptmerkmale Totgeburt und Kalbeverlauf verantwortlich ist (DUCROCQ, 2000). Sowohl für die praktische Zuchtarbeit als auch für die weitere Erforschung mithilfe molekularbiologischer Methoden sind aber greifbare Merkmale mit genügender Erblichkeit unerlässlich, die sich an den physiologischen Gegebenheiten orientieren (SWALVE, 2003).

Im Testherdenprogramm des Rinderzuchtverbandes Mecklenburg-Vorpommern werden in ausgewählten und speziell angeleiteten Betrieben in großem Umfang funktionale Merkmale, unter anderem der Komplex der Kalbung, erfasst. Anhand dieses Datenmaterials sollen folgende Fragestellungen erörtert werden:

- 1) Welche genetischen Parameter der Kalbmerkmale lassen sich unter standardisierten Bedingungen im Rahmen eines Testherdenprogramms beobachten?
- 2) Lassen sich anhand der vorliegenden Informationen neue Merkmalsdefinitionen erstellen, die sich stärker an den physiologischen Gegebenheiten orientieren?
- 3) Bieten die Hilfsmerkmale Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer Möglichkeiten für die Einbeziehung bei der züchterischen Bearbeitung der Kalbmerkmale?

2. Literatur

2.1 Relevanz der Kalbung

Eine nicht regelgerechte Kalbung zieht in der Regel negative Effekte für Kalb und/oder Mutter nach sich. Grundsätzlich verursachen Kalbprobleme Schmerzen, und das auch über die Kalbung hinaus. Nach einer Tot- oder Schweregeburt treten vermehrt Nachgeburtsverhaltungen und Gebärmutterentzündungen auf (CORREA et al., 1993; EMANUELSON et al., 1993). OLTANECU et al. (1990) führen zusätzlich eine erhöhte Mastitisanfälligkeit nach Kalbproblemen an. Die Milchleistung ist vor allem in der Früh lactation um ca. 1 kg Milch pro Tag reduziert. (BICALHO et al., 2008; BERRY et al., 2007). WEHREND et al. (2004) unterstellen Schmerzen als Hauptursache der Leistungsminderung. Die Ergebnisse von RAJALA und GRÖHN (1998) weisen darauf hin, dass Kalbprobleme nicht aus sich heraus, sondern über deren Auswirkungen (Metritis, Nachgeburtsverhaltung) die Leistung mindern. Gleichzeitig zeigen BERRY et al. (2007), dass nach Schweregeburten die Milch Inhaltsstoffe reduziert sind und die Zellzahl steigt.

Als weitere Folge von Kalbproblemen beschreiben mehrere Autoren Fruchtbarkeitsprobleme der Kühe (WEIGEL und REKAYA, 2000; MANGURKAR et al., 1984; TENHAGEN et al., 2007), die sich in Form späteren Eintritts in das reproduktive Geschehen und vermehrter Besamungsaufwendungen niederschlagen.

In der Folge solcher Auswirkungen ist nachvollziehbar, dass LÓPEZ DE MATURANA et al. (2007a) um 18 % höhere Abgangsraten nach Schweregeburten schätzen und OLTANECU et al. (1990) angeben, dass das Abgangsrisiko nach einer Schwer- oder Totgeburt um den Faktor 1,5 bzw. 1,7 höher ist als bei physiologisch normalem Ablauf.

Die mit einer Problemkalbung auftretenden ökonomischen Verluste lassen sich schwer greifen. DEMATAWEWA und BERGER (1997) ermitteln durchschnittlich 30 \$ pro Färse, LÓPEZ DE MATURANA et al. (2007b) geben 26 €/Kuh und Laktation an, die für Kalbprobleme veranschlagt werden müssen. Allerdings geben beide Arbeiten für Schweregeburten aus der Summe von Tierarztkosten, personellen Mehraufwendungen sowie den zu erwartenden Leistungseinbußen und Ausfallwahrscheinlichkeiten deutlich höhere zu erwartende Kosten an. OLTANECU et al. (1988) geben zu bedenken, dass die Folgen der Kalbprobleme nicht unabhängig voneinander auftreten, sondern dass aufgrund der Verknüpfungen ein gegenüber der reinen Behandlung vierfach erhöhter Kostenaufwand veranschlagt werden muss.

2.2 Physiologie der Kalbung

2.2.1 Ablauf der physiologischen Kalbung

Die Geburt eines vitalen Einlings nach gestreckter Vorderendlage ohne pathologische Geburtsstockungen und ohne Komplikationen beim Abgang der Nachgeburt kann als Prototyp einer physiologischen Kalbung betrachtet werden.

Als erstes Anzeichen für die Einleitung der Geburt wird die Ausschüttung von ACTH aus dem Hypophysenvorderlappen des Kalbes bei Erreichen des notwendigen Reifegrades angegeben (WÄHNER, 2006). Die folgende Umstellung des Hormonhaushalts von Frucht und Mutter führt zur Ausreifung der fetalen Organe, der Durchsaftung der weichen sowie Erweiterung der knöchernen Geburtswege und der Ausrichtung des Fetus in die Geburtsstellung (SCHULZ et al., 2002). Der Übergang von der Vorbereitung zur eigentlichen Geburt mit der beginnenden Aufweitungphase ist dabei fließend. Aufgrund der Wehentätigkeit wird die Frucht in den Geburtskanal gepresst und weitet ihn mechanisch weiter auf. Das Platzen der Allantoisblase „schmiert“ die Geburtswege. Die Aufweitungphase ist beendet, wenn der Kopf die Vulva passiert hat und die Amnionblase geplatzt ist. Presswehen unterstützen die Austreibung des Kalbes. Bei der Passage von Kopf und Becken durch Becken der Mutter und bei Färsen des Hymenalringes kann es zu Verzögerungen der Austreibung kommen. Dieser Vorgang kann bis zu drei Stunden dauern. Das Neugeborene muss den Körper auf pulmonale Sauerstoffversorgung umstellen, was zu einer kurzzeitigen gemischt respiratorisch-metabolischen Azidose führt (SCHULZ et al., 2002). Der Uterus zieht sich unter anhaltenden Kontraktionen zusammen und entwickelt im Zeitraum bis zu sechs Stunden nach der Kalbung die Fruchthüllen. Damit ist die Geburt abgeschlossen. Für eine umfassende Beschreibung der Zusammenhänge seien die entsprechenden Beiträge in der Encyclopedia of Dairy Science (KING, 2004; HANSEN, 2004; RYAN, 2004; RISCO, 2004) empfohlen.

2.2.2 Risikofaktoren der Kalbung

Als ausschlaggebende Faktoren einer unproblematischen Kalbung werden das Verhältnis von Fetus zu maternalem Becken, die Stellung, die Wehentätigkeit und die Vitalität des Kalbes erachtet. Komplikationen auslösende Faktoren sind Zwillingsgeburten, Verfettung oder ungenügende Weitung der Geburtswege. Nachfolgend sollen einige im Zusammenhang mit dieser Arbeit relevante Faktoren angesprochen werden. Eine ausführliche Diskussion findet sich zum Beispiel bei ZABORSKI et al. (2009) und MEIJERING (1984).

2.2.2.1 Größe des Kalbes und der Mutter

Eine Kalbung kann auf natürlichem Weg nur dann erfolgreich abgeschlossen werden, wenn die Größenverhältnisse von Frucht und Geburtsweg zueinander passen. Die Größe des Kalbes setzt sich aus der Summe der pränatalen Wachstumsprozesse zusammen. Die Versorgung des Fetus mit Nährstoffen erfolgt über die Plazenta. Dabei besteht eine hohe Korrelation zwischen der Leistungsfähigkeit der Plazenta, messbar als Plazentagewicht und Gewicht der Kotyledonen und dem erzielten Geburtsgewicht, wie die Arbeiten von SULLIVAN et al. (2009), ANTHONY et al. (1982) und ZHANG et al. (1999) belegen. SULLIVAN et al. (2009) vermuten darüber hinaus, dass die Leistungsfähigkeit der Plazenta mit steigendem Alter zunimmt, was sich in höheren Geburtsgewichten ausdrücke.

Im letzten Trächtigkeitsdrittel durchläuft die Frucht das wesentliche Massewachstum. ANTHONY et al. (1982) schlussfolgern anhand ihrer Ergebnisse, dass ab diesem Zeitpunkt keine Unterschiede in der Wachstumsrate mehr auftreten und das daher genetisch determinierte Unterschiede im Geburtsgewicht sich schon früher manifestieren müssen. Die Wachstumsprozesse des letzten Trächtigkeitsabschnitts lassen sich anhand unterschiedlich langer Tragedauer greifen und liegen für an verschiedenen Fleischrindrassen erhobenen Arbeiten zwischen 250, 370 und 510 Gramm pro Tag (BURFENING et al. 1978; BURRIS und BLUNN, 1952; ECHTERNKAMP et al., 2007).

Der Zusammenhang von Geburtsgewicht und Kalbproblemen ist auf den ersten Blick klar. Schwerere Kälber verursachen mehr Schweregeburten (z.B. JOHANSON und BERGER, 2003; LINDEN et al., 2009; BERGER et al., 1992), was zu stärkerer Asphyxie und Azidose führt (HOLLAND und ODDE, 1992) und sich in verringerter Vitalität und somit höherer Totgeburtenrate ausdrückt. BERGER et al. (1992) geben hohes Geburtsgewicht als wichtigste Todesursache bei Kälbern aus Färsen an. Allerdings weisen HOLLAND und ODDE (1992) darauf hin, dass die Gruppe zu leichter Kälber mit ihrem sehr hohen Totgeburtenanteil deutlich unterschätzt wird. Autoren, die den Zusammenhang zwischen Geburtsgewicht und Totgeburt nicht als lineares Merkmal auffassen, kommen durchaus zu vergleichbaren Ergebnissen (MARTINEZ et al., 1983; TARRÉS et al., 2005; GREGORY et al., 1991). GAMBLING und MCARDLE (2003) finden in ihrer Arbeit Hinweise, die die Barker-Hypothese stützen – nämlich dass ein vergleichsweise geringes Geburtsgewicht ein Indikator für unangepasste in Utero-Nährstoff-Versorgung sei.

Statt des Geburtsgewichts lassen sich auch die Maße des Neugeborenen als Erklärung für vermehrte Kalbprobleme heranziehen (LAPIERRE et al., 1989; FÜRST und FÜRST-WALT, 2006; COLBURN et al., 1997).

Aufgrund der hohen phänotypischen Korrelation wird der Fesselgelenksumfang sogar dazu benutzt, das Geburtsgewicht des Kalbes zu schätzen oder sogar vorherzusagen (BIERSTEDT, 2011). Bei anderen Merkmalen sind die Zusammenhänge weniger klar. Während COLBURN et al. (1997) einen Zusammenhang zwischen Vererbungsleistung von Geburtsgewicht mit Kopfumfang beobachteten, konnten NUGENT et al. (1991a, 1991b) zumindest auf phänotypischer Ebene keine entsprechenden Interaktionen verzeichnen.

Allerdings kommen die Studien von LASTER (1974) und NUGENT et al. (1991a, 1991b) zu dem Ergebnis, dass nach Korrektur um Geburtsgewicht kein signifikanter Einfluss der Körpermaße auf den Kalbeverlauf mehr feststellbar ist und nach WILSON (1973) sinkt die moderate bis hohe Erblichkeit der Körpermerkmale deutlich bei Berücksichtigung des Gewichts.

Der knöcherne Geburtsweg lässt sich durch die Beckeninnenmaße beschreiben. Das Becken durchläuft starke Veränderungen der Beckeninnenfläche im juvenilen und adoleszenten Alter bis zur ersten Kalbung (GAINES et al., 1993). Die Beckeninnenmaße nehmen von der Färsenkalbung zur Kuhkalbung nochmals zu (BELLOWS et al., 1982). Statt der aufwendigen Erfassung der Beckeninnenmaße wird in Studien zum Thema häufig auf die äußeren Beckenmaße zurückgegriffen, was laut TSOUSIS et al. (2010) als probate Schätzmethode möglich ist. Daraus gehen lineare Zusammenhänge mit Kalbeverlauf hervor (JOHANSON und BERGER, 2003; RENAND et al., 2009), die bei schmalen Becken mit mehr Kaiserschnitten (COLBURN et al., 1997) und Totgeburten (KAUSCH, 2009) einhergehen. Neben den Beckeninnenmaßen ist der Austrittswinkel bedeutsam, wobei mit stärkerer Beckenneigung weniger Kalbprobleme auftreten (FÜRST und FÜRST-WALTL, 2006; ESSMEYER, 2006).

Die Interaktion der Größe des Kalbes und der Beckeninnenfläche wird als bedeutsamste Einflussgröße auf den Verlauf der Kalbung gesehen. (z.B. MEIJERING, 1984; PRICE und WILTBANK, 1978; GAINES et al., 1993). Dabei steht die Aussage von PHILIPSSON (1976), wonach kleinere Rassen gegenüber größeren Rassen weniger von Kalbproblemen betroffen seien, im Gegensatz zur Beobachtung von HANSEN et al. (1999), die keine Unterschiede zwischen großen und kleinen Linien für Kalbeverlauf erkennen konnten. Auf das Einzeltier bezogen bleibt aber festzuhalten, dass größere Tiere größere Beckeninnenmaße aufweisen (BELLOWS et al., 1993) und trotz schwererer Kälber (HANSEN et al., 1999; NELSON und BEAVERS, 1982; REYNOLDS et al., 1990) weniger Schweregeburten aufweisen (NELSON und BEAVERS, 1982; FÜRST und FÜRST-WALTL, 2006).

Da zwischen dem Gewicht des Kalbes und seinem späterem Rahmen ein genetischer Zusammenhang beschrieben wird (HANSEN et al., 1999; BRAND et al., 2010), ist kritisch zu überdenken, ob bei der Fokussierung der Zucht auf größere Tiere die mittelrahmigen Zeitgefährten aufgrund der größeren Kälber in ein relatives feto-pelvines Missverhältnis gedrängt werden.

2.2.2.2 Vitalität des Kalbes

Der Anteil vor, unter oder unmittelbar nach der Geburt verendeter Kälber wird einstimmig als hoch und zu hoch beschrieben. Für die USA haben MEYER et al. (2001) einen Anstieg der Totgeburtenrate dokumentiert, laut BENJAMÍNSSON (2007) ist auf Island seit 2002 ein rapider Anstieg zu beobachten. Des Weiteren ist Konsens, dass hiervon Färsen wesentlich stärker betroffen sind (z.B. MEE et al., 2008). Die von ADLER (2005) für die neuen Bundesländer angegebenen 14-16 % toter Kälber aus Färsenkalbungen sind jedenfalls nicht tolerierbar. Während TELTSCHER (2006) auf thüringischen Milchviehanlagen bei großen gegenüber kleinen Betrieben höhere Totgeburtenraten beobachtet, können MEE et al. (2008) an irischen Daten keine solchen Beziehungen feststellen.

Für das Verständnis der Verendung eines Kalbes ist wichtig, wann es sich um einen Einfluss und wann um eine Auswirkung handelt. Zwischen 5 und 9 % aller Totgeburten sind mit Missbildungen verbunden (BERGLUND et al., 2003; ESSMEYER, 2006; KAUSCH, 2009). Eine Verendung deutlich vor der Geburt ist in 7 % (BENJAMÍNSSON, 2007) bis 10 % (BERGLUND et al., 2003) der Fälle angegeben. Während BENJAMÍNSSON (2007) für 6 % eine Verendung erst nach der Geburt angibt, bestimmt KAUSCH (2009) anhand der Lungenschwimmprobe, dass bei 20 % der untersuchten toten Kälber die pulmonale Atmung eingesetzt haben muss. BERGLUND et al. (2003) und BENJAMÍNSSON (2007) geben an, dass 46 % der Kälber als Folge einer Schweregeburt bzw. 35 % innerhalb der Kalbung verendet sind. Übrig bleiben bei BERGLUND et al. (2003) 32 % Totgeburten ohne erkennbare Anzeichen, bei BENJAMÍNSSON (2007) 49 % mit Verendung innerhalb der letzten 24 Stunden a.p., bei KAUSCH (2009) 20 % ohne erklärable Todesursache und bei STEINBOCK et al. (2000) 50 % Totgeburten ohne Kalbprobleme. Damit stehen sich also zwei Gruppen, nämlich Totgeburten als Folge von gestörtem Geburtsablauf und originäre Totgeburten ohne oder mit Auswirkung auf den Ablauf der Geburt, gegenüber.

KAUSCH (2009) gibt als Hauptursache für Totgeburten bei Kühen Hinterendlage und Torsio Uteri an, während bei Färsen eine Stagnation des Geburtsverlaufs ohne erkennbare Dystokiegründe am bedeutendsten ist. Wie ESSMEYER (2006) beschreibt, nimmt aber mit zunehmender Geburtsdauer die Lebensfrische der Kälber ab. GUNDELACH et al. (2009) geben an, dass über eine Regressionsanalyse nur die Wehentätigkeit und abweichende Lage, Stellung oder Haltung als signifikante Einflussgrößen übrigblieben. Die Arbeiten von KORNMATITSUK et al. (2004) und ECHTERNKAMP (1993) indizieren, dass bei Totgeburten schon deutlich vor der Geburt abweichende Estronsulfatmuster zu beobachten sind. Ebenso berichten SORGE et al. (2008) und CHASSAGNE et al. (1999) vom Einfluss abweichender Blutparameter auf die Totgeburtenrate. Die Zusammenhänge zwischen Estronsulfat und Plazentaeigenschaften (ECHTERNKAMP, 1993; ZHANG et al., 1999) stützen die Vermutung von SORGE et al. (2008) und KORNMATITSUK et al. (2004), dass Totgeburten eine gestörte Plazentafunktion vorangeht.

2.2.2.3 Trächtigkeitsdauer und Ausreifungsgrad der Frucht

Über die Induktion der geburtsvorbereitenden Hormone steuert der Fetus den Geburtstermin. Die mittlere Trächtigkeitsdauer der Rasse Holstein liegt zwischen 278 und 282 Tagen (SCHULZ et al., 2002). Dabei tragen pluripare gegenüber primiparen Tieren ihre Frucht etwas länger (1-2 Tage), des Weiteren werden männliche Kälber länger getragen als weibliche (1-2 Tage). Mehrlingsträchtigkeiten sind demgegenüber verkürzt (NORMAN et al., 2009). Als Ursache für diese Beobachtung vermuten SHELTON et al. (1986) anhand ihrer Untersuchungen, dass die Ausschüttung von Reifesignalen beider Individuen früher den Schwellenwert für die Einleitung der Geburt überschreitet. BOURDON und BRINKS (1982) vermuten, dass schnellwüchsige Genotypen die Geburt früher einleiten. Es lassen sich gravierende auf die Rasse des Kalbvaters zurückzuführende Unterschiede der Trächtigkeitsdauer beobachten (BLÖTTNER et al. 2011; HEINS et al., 2010). REYNOLDS et al. (1990) und TOGHIANI POZVEH et al. (2009) vermuten, dass vor allem die größeren Rassen und Tiere länger tragen.

Dabei herrscht Konsens darüber, dass es für Trächtigkeitsdauer einen Optimalbereich gibt, außerhalb dessen vermehrt Totgeburten auftreten. (HANSEN et al., 2004b; JOHANSON und BERGER, 2003; MEYER et al. 2000; MARTINEZ et al., 1983). Dieser liegt laut MARTINEZ et al. (1983) in Abhängigkeit der Rasse zwischen 276 und 283 Tagen, JOHANSON und BERGER (2003) erachten den Zeitraum von 275 bis 285 Tage als am günstigsten. LÓPEZ DE MATORANA et al. (2008) kommen zu dem Schluss, dass das Optimum in Bezug auf Totgeburten und Kalbeverlauf bei einer Trächtigkeitsdauer unterhalb des Mittelwerts, nämlich bei 274 Tagen liegt.

2.2.2.4 Mehrlinge

Die Rolle von Mehrlingsgeburten als Risikofaktor für Kalbprobleme ist hinlänglich beschrieben (z.B. ZABORSKI et al., 2009; ECHTERNKAMP et al., 2007; MEE et al., 2008; CADY und VAN FLECK 1978). Als Hauptursache wird dafür das gehäufte Auftreten von Haltungsanomalien vermutet (ECHTERNKAMP und GREGORY, 1999). Gleichzeitig werden Zwillingskälber gegenüber Einlingen früher geboren und sind leichter (RYAN und BOLAND, 1991). MEIJERING (1984) vermutet darin eine Form der Not- oder Unreife, die sich in geringerer Vitalität und höheren Totgeburtenraten niederschlägt. Während eine genetische Disposition zu Mehrlingsgeburten durchaus besteht (ECHTERNKAMP und GREGORY, 1999; WELLER et al., 2008), wird die Heritabilität innerhalb der Holsteinpopulation als gering beschrieben (CADY und VAN FLECK, 1978; JOHANSON et al., 2001).

Diese Aspekte können als Hauptursachen dafür angenommen werden, dass Mehrlinge in nationalen Zuchtwertschätzverfahren als auch in wissenschaftlichen Arbeiten in der Regel nicht berücksichtigt werden.

2.2.2.5 Management

Der größte Faktor für ein erfolgreiches Kalberegime liegt in einer Vielzahl von Managementmaßnahmen, die auf dem Betrieb zu treffen sind. Für optimale Aufzuchtergebnisse und damit Kalbeleistungen ist schon die Phase der Kalbaufzucht bedeutend (HEINRICHS et al., 2005). Der Besamungszeitpunkt der Färsen bestimmt das Erstkalbealter. Mehrere Autoren (BARKEMA et al., 1992; BENJAMÍNSSON, 2007; STEINBOCK 2006; ETTEMA und SANTOS, 2004) berichten übereinstimmend von einem deutlichen Anstieg der Totgeburtenrate bei einem Erstkalbealter unterhalb von 24 Monaten. Gleichzeitig nehmen bei überdurchschnittlich alten Färsen Kalbprobleme wieder zu (MEIJERING, 1984; SCHAFBERG et al. 2006; ETTEMA und SANTOS, 2004).

Wenn unangepasste Fütterung dazu führt, dass Kühe verfettet kalben, ist mit Kalbproblemen zu rechnen (BASTIN et al., 2010; BOBE et al., 2004). Dabei scheint der Body Condition Score nur bedingt geeignet, um entsprechende Zusammenhänge aufzuzeigen (BERRY et al., 2007; NIELSEN et al., 2011). Außerdem berichten CHOI et al. (1997), dass intensive Fütterung nicht per se mit Kalbproblemen assoziiert ist. Dem gegenüber steht die Aussage von GIANOLA und TYLER (1973), die bei einem Fütterungsversuch 1,8 kg höhere Geburtsgewichte bei der intensiv gegenüber der normal gefütterten Gruppe beobachteten. BOBE et al. (2004) raten, dass angepasste Fütterung die beste und effizienteste Prävention vor Kalbeerkrankungen sei. Das beste Verfahren zur Bestimmung der Geburtseinleitung ist intensive Betreuung (LEISTER, 2009). Technische Mittel, wie die Messung der Körpertemperatur (BURFEIND et al., 2011) oder Liegeverhalten (GEORG et al., 2008) geben zwar Indizien, werden von den Autoren aber als nicht ausreichend zuverlässig beschrieben. Die höchste Risikogruppe für Kalbprobleme stellen kleinere und leichtere Färsen mit kleinem Verhältnis Beckeninnenfläche zu Gewicht dar, wie BASARAB et al. (1993) schildern. Sie geben aber an, dass sich aus den erhebbaren Parametern keine zuverlässigen Schätzmodelle für die Vorausbestimmung von Schweregeburten ableiten lassen. Da Kronsaumumfang und Geburtsgewicht miteinander stark korrelieren (BIERSTEDT, 2011) lässt sich spätestens bei einer vaginalen Kontrolle bei der Geburt abschätzen, ob Fetus und Pelvis im Missverhältnis zueinander stehen. Die aktive Beeinflussung mittels Geburtseinleitung funktioniert zwar (HENRICKS et al., 1977). Während BELLOWS et al. (1988) durch das Verfahren eine bessere Vitalität der Kälber beobachten, führt Geburtseinleitung laut BERRY et al. (2007) nicht zu weniger Tot- oder Schweregeburten und verursacht bei der Mutter häufiger Nachgeburtshaltung und schlechteres Aufteuern.

Die Dauer der Geburt ab Austritt des Amnionsacks und Gliedmaßen dauert bei Kühen im Mittel 79 und bei Färsen 93 Minuten (LEISTER, 2009). Laut ESSMEYER (2006) ist die Geburt eines lebenden Kalbes immer unter 2 Stunden abgeschlossen. Daher empfehlen sowohl ESSMEYER (2006) als auch LEISTER (2009), mit Geburtshilfe erst nach zwei Stunden zu beginnen, sofern keine konkrete Dystokie vorliegt. Die Wahl der Hilfsmittel scheint weniger ausschlaggebend als deren sinnvoller Einsatz. So berichtet KAUSCH (2009), dass bei der Sektion von toten Kälbern keine Rippenbrüche oder ähnliches aufgetreten sind, was auf die im

Versuchsaufbau standardisierte und angemessene Geburtshilfe zurückgeführt wird. Demgegenüber berichtet ESSMEYER (2006) von Frakturen und Blutungen bei totgeborenen Kälbern nach schwerem Auszug. Aus der Arbeit von ESSMEYER (2006) geht hervor, dass bei einem Schichtwechsel während der Kalbung mehr Totgeburten auftreten. Ebenso beschreibt LEISTER (2009), dass in einem Versuch anhand der Befolgung eines standardisierten Geburtsablaufschemas die Totgeburtenrate um 50 % gesenkt werden konnte. TELTSCHER (2009) bezeichnet intensive Geburtsüberwachung, sachgemäßen Einsatz des Geburtshelfers und Betreuungsmaßnahmen am Kalb als die wesentliche Kriterien, um die Totgeburtenrate zu senken. Diese Aussagen unterstützen die Forderung LOMBARDS et al. (2007), die bei der Bekämpfung hoher Kälberverluste die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter als wichtigste Maßnahme nennen.

2.3 Übersicht über Arbeiten zu genetischen Parametern der Kalbmerkmale

2.3.1 Regionale und thematische Einordnung

In den letzten 15 Jahren sind aufgrund der zunehmenden Sensibilisierung für die Relevanz der Kalbmerkmale etliche Arbeiten zum Thema verfasst worden. Häufig sind diese im Zusammenhang mit anstehenden Anpassungen an nationale Zuchtwertschätzsysteme entstanden. In den USA waren WIGGANS et al. (2003, 2008a), VAN TASSEL et al. (2003) und COLE et al. (2007a, 2007b) federführend. In Canada haben LUO et al. (1999, 2002) und JAMROZIK et al. (2005) publiziert. HARBERS et al. (2000), VAN PELT (2009, 2011) und EAGLEN und BIJMA (2009) haben an niederländischen Daten gearbeitet. In Deutschland ist mit der Novellierung der Zuchtwertschätzung im April 2012 die Arbeit von LIU (2012) zu nennen. Für die deutsch-österreichische Fleckviehpopulation haben FÜRST und EGGER-DANNER (2003) die Kalbeeigenschaften untersucht. McCLINTOCK et al. (2003) und WINKELMAN et al. (2010) haben an australischen und neuseeländischen Daten gearbeitet.

In Skandinavien ist umfangreiche Forschung zu den Kalbeeigenschaften betrieben worden. Für Schweden sind die Publikationen von PHILIPSSON et al. (1997, 2003) und STEINBOCK et al. (2000, 2003) zu nennen, für Dänemark HANSEN (2004a, 2004b, 2004c), für Finnland NISKANEN und JUGA (1997) und für Norwegen HERINGSTAD et al. (2007). BOELLING et al. (2007) haben die Zusammenführung der Zuchtwertschätzung von Dänemark, Schweden und Finnland erarbeitet.

Bei SWALVE et al. (2006), JOHANSON et al. (2011) und JUNGE et al. (2003) werden Untersuchungen an Einzelbetrieben und Versuchsherden mit außerordentlicher Datenerfassung betrachtet. Darüber hinaus werden einige relevante Arbeiten aus dem Sektor der Fleischrindzucht vorgestellt (BURFENING et al., 1981; CARNIER et al., 1997; ALBERA et al., 1999; ERIKSSON et al., 2004a, 2004b).

2.3.2 Totgeburten

Die Erbllichkeit der Totgeburtenrate wird in der Literatur als gering eingestuft (siehe Tabelle 1). Dabei werden bis auf die Ergebnisse von ERIKSSON et al. (2004a) ausnahmslos für die erste Kalbung höhere Werte angegeben als für Folgekalbungen, wo die Erbllichkeit in der Mehrheit ein Prozent der Gesamtvarianz nicht überschreitet. Die höchsten Ergebnisse erreichen SWALVE et al. (2006), STEINBOCK et al. (2000), HANSEN et al. (2004b) und JOHANSON et al. (2011), die alle Schwellenwertmodelle verwenden. STEINBOCK et al. (2000) zeigen allerdings, dass man durch Transformation der beobachtbaren Erbllichkeiten aus einem linearen Modell die zugrundeliegende Erbllichkeit bestimmen kann, welche dann auf der Ebene der Schwellenwertmodelle liegt. Andererseits kommen z.B. WIGGANS et al. (2008a) oder LUO et al. (1999) trotz Schwellenwertmodells zu durchschnittlichen Erbllichkeiten.

Tabelle 1: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Totgeburten

Autor	Färsen			Kühe			Alle Paritäten		
	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g
FÜRST und EGGER-DANNER (2003)	2,0	2,0	-0,04	1,0	1,0	-0,10			
MCCCLINTOCK et al. (2003)	2,0	4,0	-0,47	1,0	1,0	0,38			
JOHANSON et al. (2011)							13,0	15,0	-0,48
COLE et al. (2007b)							3,0	5,8	-0,02
WIGGANS et al. (2008a)	3,8	6,9	0,07	0,4	0,6	0,13			
LUO et al (1999)	3,3	6,0	-0,24						
JAMROZIK et al. (2005)	3,5	1,6		1,7	1,2				
LIU et al. (2012)	2,7	5,4	-0,02	0,8	0,6	-0,06			
HARBERS et al. (2000)	2,7	4,7	0,32	1,4	0,7	0,60			
VAN PELT und DE JONG (2011)	3,8	8,5	-0,16	0,5	0,5	0,35			
NISKANEN und JUGA (1997)	4,0	2,0							
STEINBOCK et al. (2000)	12,0	8,2	-0,13	4,4	2,2	-0,08			
ERIKSSON et al. (2004a)	0,2	0,5	-0,57	1,0	0,5	-0,70			
HANSEN et al. (2004b)	10,0	13,0	0,05						
BOELLING et al. (2007)	4,0	3,5		1,0	3,0				
HERINGSTAD et al. (2007)							7,0	8,0	-0,02
SWALVE et al. (2006)							15,0	29,0	-0,47
JUNGE et al. (2003)							1,4	0,0	0,16

Bemerkenswert ist darüber hinaus, dass bei der Mehrheit der Autoren die maternale Erbllichkeit stärker ausgeprägt ist als die direkte Komponente. Es ist zu vermuten, dass sich in dieser Beobachtung zu einem gewissen Teil die noch nicht abgeschlossene Jugendentwicklung niederschlägt.

Die Korrelation zwischen direkter und maternaler Komponente variiert sehr stark bei allerdings häufig sehr hohen Standardfehlern (nicht dargestellt). So finden FÜRST und EGGER-DANNER (2003), WIGGANS et al. (2008a), LIU et al. (2012) und STEINBOCK et al. (2003) keine nennenswerte Korrelation, während JOHANSON et al. (2011) und SWALVE et al. (2006) einen starken Antagonismus finden. HARBERS et al. (2000) kommen zu positiven Zusammenhängen sowohl in der ersten als auch in Folgekalbungen, während MCCLINTOCK et al. (2003) und VAN PELT und DE JONG (2011) eine unterschiedliche Richtung der Zusammenhänge bei Färsen und Kühen beschreiben. Die Arbeit von SWALVE et al. (2006) kommt zu dem Ergebnis, dass die Korrelation sehr stark davon abhängt, ob eine Kalbung ohne Hilfe oder unter Hilfestellung erfolgte.

2.3.3 Kalbeverlauf

Eine Übersicht aktueller Studien zum Kalbeverlauf ist in Tabelle 2 dargestellt. Diejenigen Arbeiten, die an Fleischrindern durchgeführt wurden (BENNETT und GREGORY, 2001a, 2001b; CARNIER et al., 1997; ALBERA et al., 1999; ERIKSSON et al., 2004a; PHOCAS und LALOË, 2003) kommen zu überdurchschnittlich hohen Erblichkeitsgraden. Vor allem die Arbeiten von BENNETT und GREGORY (2001a, 2001b) ist vor dem Hintergrund zu betrachten, dass sie an der Herde des Experimentalbetriebes des US-Meat Animal Research Center unter außerordentlich standardisierter Umwelt durchgeführt wurde. Die höheren Heritabilitäten beim Fleischrind sind im Zusammenhang mit dem Ziel hoher Zunahmen und der positiven genetischen Zusammenhänge mit dem Geburtsgewicht zu betrachten. Diese Ergebnisse sind zu großen Teilen auf die deutlich stärkere Bemuskelung der Fleischrinder zurückzuführen. Es ist daher fraglich, bis zu welchem Punkt Ergebnisse von Fleischrindern für Kalbmerkmale der Milchrinder übertragbar sind.

Die Arbeiten zum Milchrind bewegen sich einheitlich im niedrig heritablen Bereich, wobei die höheren Ergebnisse auf ein Schwellenwertmodell (HANSEN et al., 2004b; LUO et al., 2002; WIGGANS et al., 2008a) bzw. transformierte Ergebnisse linearer Modelle (RUMPH und FAUST, 2006; STEINBOCK et al., 2000) zurückzuführen sind. Einheitlich werden für Färsen gegenüber Kühen höhere Erblichkeiten beschrieben. Bemerkenswert scheint die unterschiedliche Gewichtung der direkten und maternalen Komponente. Während einige Autoren (z.B. FÜRST und EGGER-DANNER, 2003; MCCLINTOCK et al., 2003; EAGLEN und BIJMA, 2009; LUO et al., 1999, 2002; STEINBOCK et al., 2000) einen stärkeren Einfluss der direkten Erblichkeit beschreiben, kommen WIGGANS et al. (2008a) und JAMROZIK et al. (2005) zu dem Ergebnis, dass die maternale Komponente die direkte überwiegt. Möglicherweise kommen hier Effekte des Stichprobenumfangs zum Tragen. So haben z.B. HICKEY et al. (2007) herausgefunden, dass die genetische Komponente bei Färsenkalbungen maßgeblich vom Kalbealter beeinflusst wird.

Die Mehrheit der Arbeiten beschreibt schwach bis moderat negative Zusammenhänge zwischen direkten und maternalen Eigenschaften des Kalbeverlaufs. Bei der von WIGGANS et al. (2008a) gefundenen hochpositiven Korrelation handelt es sich um den unbereinigten Zusammenhang Kalbvater-Kuhvater, diese

Zahl ist daher nicht mit den anderen vergleichbar. In einigen Fällen scheint der gefundene Antagonismus bei Kühen gegenüber Färsen stärker aufzutreten (FÜRST und EGGER-DANNER, 2003; ALBERA et al., 1999; LIU et al., 2012; ERIKSSON et al., 2004a).

Tabelle 2: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Kalbeverlauf

Autor	Färsen			Kühe			Alle Paritäten		
	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g
DUCROCQ (2000)							5,4	3,1	-0,16
FÜRST und EGGER-DANNER (2003)	9,0	4,0	-0,26	3,0	2,0	-0,52			
McCLINTOCK et al. (2003)	11,0	9,0	-0,14	4,0	3,0	-0,15			
WINKELMAN et al. (2010)	4,5			3,0					
BURFENING et al. (1981)	4,0	13,0	-0,55						
EAGLEN und BIJMA (2009)				8,0	4,0	-0,20			
BENNETT und GREGORY (2001a)	4,1	22,0	-0,26						
JOHANSON et al. (2011)							11,0	14,0	-0,97
WIGGANS et al. (2003)							8,0	4,4	-0,15
WIGGANS et al. (2008a)	6,0	7,8	0,47	3,3	3,0	0,75			
LUO et al. (1999)	5,3	3,5	-0,16						
LUO et al. (2002)	14,0	8,0	0,38	10,0	4,0	0,35			
JAMROZIK et al. (2005)	7,8	13,8		7,5	6,3				
CARNIER et al. (1997)	15,0	9,0	-0,40	7,0	8,0	-0,41			
ALBERA et al. (1999)*	18,0	12,0	-0,51	10,9	12,1	-0,57			
ALBERA et al. (1999)**	13,7	9,0	-0,49	11,0	4,6	-0,68			
LIU et al. (2012)	4,8	3,9	-0,01	2,6	1,0	-0,10			
VAN PELT et al. (2009)	6,8	4,8	0,25	5,2	3,4	-0,39			
NISKANEN und JUGA (1997)	4,0	4,0							
STEINBOCK et al. (2000)	14,0	12,0	-0,10	1,4	0,4	-0,03			
ERIKSSON et al. (2004a)	12,7	7,4	-0,13	4,5	2,3	-0,47			
HANSEN et al. (2004b)	11,4	7,4	0,21						
BOELLING et al. (2007)	8,0	6,0		5,0	3,0				
HERINGSTAD et al. (2007)							13,0	9,0	-0,03
RUMPH und FAUST (2006)	14,5	13,8		3,4	3,4				
PHOCAS und LALOË (2003)							24,0	12,0	
MUJIBI und CREWS (2009)	14,0	16,0	-0,27						
JUNGE et al. (2003)							6,0	5,0	0,38
HICKEY et al. (2007)	13,0	4,0	-0,47						

* Parität 1 und 2 gemeinsam untersucht

** Parität 1 und 3 gemeinsam untersucht

2.3.4 Geburtsgewicht

Das Geburtsgewicht bzw. die Größe des Kalbes stellen zwar die wichtigste Einflussgröße auf den Geburtsverlauf dar (vgl. MEIJERING, 1984), werden allerdings im Milchrindsektor nur begrenzt in größerem Umfang erfasst. Dabei überwiegt die Erfassung als subjektives Merkmal in verschieden stark ausdifferenzierten Klassen (MCCLINTOCK et al., 2003; JAMROZIK et al., 2005; VAN PELT et al., 2009; HANSEN et al., 2004b). Die unvollständig ausgenutzte Variation sowie die Anfälligkeit gegenüber Fehlerfassung führen möglicherweise zu einer geringeren Ausprägung der genetischen Komponente. Zu entsprechenden Ergebnissen kommen WAURICH et al. (2011) und POLLAK und FREEMAN (1976). POLLAK und FREEMAN (1976) ermitteln bei einem Vergleich zweier Verbände eine reduzierte Erblichkeit des Verbandes, welcher das Geburtsgewicht in drei Stufen erfasst gegenüber jenem mit fünf-Stufen-Erfassung. Dort, wo Wiegungen erfolgen (JUNGE et al., 2003; JOHANSON et al., 2011), handelt es sich um Daten aus drei bzw. einem Betrieb mit in der Folge begrenzter Datenmenge. Arbeiten an Fleischrindern kommen demgegenüber zu deutlich höheren Heritabilitäten (ERIKSSON et al., 2004a; MUJIBI und CREWS, 2009). Nichtsdestotrotz lässt sich aus den Ergebnissen eine deutlich stärkere Rolle der direkten gegenüber der maternalen Komponente für das Gewicht des Kalbes ablesen. Im Vergleich primi- und pluriparer Kalbungen kommt der überwiegende Teil der Autoren außer VAN PELT et al. (2009) zu höheren Erblichkeitsgraden bei Färsen.

Alle Autoren kommen zu einem schwach negativen Zusammenhang zwischen direkter und maternaler Komponente.

Tabelle 3: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Geburtsgewicht

Autor	Färsen			Kühe			Alle Paritäten		
	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g
MCCLINTOCK et al. (2003)	16,0	4,0	-0,62	10,0	2,0	-0,13			
BURFENING et al. (1981)	21,0	10,0	-0,24						
JOHANSON et al. (2011)							26,0	8,0	-0,15
JAMROZIK et al. (2005)	15,0	8,0		11,0	5,0				
VAN PELT et al. (2009)	10,0	4,0	0,14	12,0	4,0	-0,14			
ERIKSSON et al. (2004a)	51,0	12,0	-0,39	44,0	10,0	-0,26			
HANSEN et al. (2004c)	22,0	4,0	-0,11						
BOELLING et al. (2007)	20,0	4,0		18,0	4,0				
MUJIBI und CREWS (2009)	46,0	14,0	-0,27						
JUNGE et al. (2003)							62,0	6,0	-0,07

2.3.5 Trächtigkeitsdauer

Die Literaturangaben zur Trächtigkeitsdauer weisen einstimmig auf die überragende Rolle der direkten additiv-genetischen Komponente hin (siehe Tabelle 4). Diese nimmt bei Milchrindern zwischen 30 und 50 % der Gesamtvarianz ein. Bei Fleischrindern wurden zum Teil sogar Schätzwerte von 60 % und mehr ermittelt. Die maternale Erbllichkeit ist dem gegenüber wesentlich geringer ausgeprägt, die Ergebnisse bewegen sich im Bereich von 5 bis 13 %. Bei Vergleichen zwischen erster und späterer Kalbung finden McCLINTOCK et al. (2003), JAMROZIK et al. (2005) und NORMAN et al. (2009) eine stärkere Ausprägung der direkten Heritabilität bei Färsen, während VAN PELT et al. (2009) bei adulten Tieren umgekehrt etwas höhere Werte findet. Die gleich hohe Erbllichkeit bei LIU et al. (2012) betrifft nur die zweite Kalbung, für die dritte Kalbung kommen auch sie zu niedrigeren Werten.

Außer VAN PELT et al. (2009), die einen schwach positiven Zusammenhang zwischen direkten und maternalen Eigenschaften beschreiben, kommen alle Autoren zu schwach negativen Korrelationen.

Tabelle 4: Übersicht zu Ergebnissen direkter und maternaler Heritabilität (h^2 , in %) und genetischer Korrelation (r_g) zwischen direkter (dir) und maternaler (mat) Komponente für Trächtigkeitsdauer

Autor	Färsen			Kühe			Alle Paritäten		
	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g	dir h^2	mat h^2	dirmat r_g
McCLINTOCK et al. (2003)	51,0	5,0	-0,28	48,0	7,0	-0,03			
WINKELMAN et al. (2010)							52,0		
BURFENING et al. (1981)	25,0	9,0	-0,38						
BENNETT und GREGORY (2001a)	59,0		-0,18						
JOHANSON et al. (2011)							51,0	8,0	-0,09
JAMROZIK et al. (2005)	31,0	13,0		27,0	8,0				
LIU et al. (2012)	39,0			39,0					
VAN PELT et al. (2009)	39,0	6,0	0,09	41,0	5,0	0,18			
HANSEN et al. (2004c)	42,0	7,0	-0,13						
MUJIBI und CREWS (2009)	62,0	10,0	-0,36						
NORMAN et al. (2009)	46,0	11,0		35,0	10,0				
CREWS (2006)							64,0	7,0	

2.3.6 Genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen auf direkter und maternaler Ebene

In Tabelle 5 findet sich eine Übersicht über die von den betrachteten Autoren gefundenen Korrelationen zwischen den Merkmalen innerhalb der direkten und maternalen Komponente. In der Mehrheit haben sich die Autoren bei den Binärmerkmalen für die Schweregeburt und Totgeburt als Zielmerkmal entschieden.

Abweichend davon haben sich LUO et al. (1999), BOELLING et al. (2007) und MUJIBI und CREWS (2009) für eine leichte Kalbung sowie JAMROZIK et al. (2005) und BOELLING et al. (2007) für das lebende Kalb als Zielmerkmal entschieden, was zu einer Umkehrung der Zusammenhänge führt. Das ist bei der Interpretation der Korrelationen zu beachten. Im folgenden Text wird die allgemeine Formulierung verwendet.

In Bezug auf die direkten Eigenschaften finden sich in der betrachteten Literatur ausschließlich positive Korrelationen. Die stärksten Zusammenhänge bestehen demnach zwischen Kalbeverlauf mit Geburtsgewicht sowie mit der Totgeburtenrate. Der Zusammenhang zwischen Totgeburten und Geburtsgewicht liegt eher im moderaten Bereich. Die Zusammenhänge von Trächtigkeitsdauer mit den anderen Kalbmerkmalen zeigen zum Teil nur äußerst geringe Korrelationen. Aus den Ergebnissen lassen sich keine Unterschiede zwischen Färsenkalbungen und Kuhkalbungen ableiten.

Die maternalen Korrelationen zeigen in den einzelnen Arbeiten deutlich stärker voneinander abweichende Ergebnisse, höhere Standardfehler und insgesamt geringere Zusammenhänge zwischen den Merkmalen. Vor allem zwischen Totgeburtenrate und Geburtsgewicht bzw. Trächtigkeitsdauer lassen sich keine konsistenten Hinweise auf lineare Zusammenhänge ableiten. Zwischen den genetisch von der Mutter beeinflussten Eigenschaften werden die stärksten Zusammenhänge bei Kalbeverlauf und Totgeburt beobachtet. Ebenfalls werden moderat bis hochpositive Korrelationen zwischen Geburtsgewicht und Kalbeverlauf bzw. Trächtigkeitsdauer beschrieben. Der erste Zusammenhang ist bemerkenswert, da demzufolge günstige mütterliche Eigenschaften für das pränatale Wachstum dazu führen, dass das Tier bei der Kalbung Probleme bekommt.

Tabelle 5: Literaturübersicht zu direkten (oben) und maternalen (unten) genetischen Korrelationen zwischen Kalbmerkmalen (TOT=Totgeburt, KV=Kalbeverlauf, GG=Geburtsgewicht, TD=Trächtigkeitsdauer) für Färsenkalbungen (LA1), Kuhkalbungen(LAX) und allen Paritäten (LAG)

Autor	TOT×KV			TOT×GG			TOT×TD			KV×GG			KV×TD			GG×TD		
	LA1	LAX	LAG	LA1	LAX	LAG	LA1	LAX	LAG	LA1	LAX	LAG	LA1	LAX	LAG	LA1	LAX	LAG
FÜRST und EGGER-DANNER (2003)	0,70	0,70																
McCLINTOCK et al. (2003)	0,59	0,85		0,26	0,27		0,29	0,60		0,95	0,80		0,39	0,45		0,32	0,49	
WINKELMAN et al. (2010)													0,02	0,20				
BURFENING et al. (1981)										0,85			0,47			0,32		
BENNETT und GREGORY (2001a)										0,81			0,31			0,36		
JOHANSON et al. (2011)			0,67			0,57			0,45			0,73			0,38			0,52
COLE et al. (2007b)			0,67															
LUO et al. (1999)	-0,59*																	
JAMROZIK et al. (2005)	-0,39*	-0,20*		-0,40*	-0,18*		-0,11*	-0,06*		0,65	0,59		0,17	0,33		0,18	0,35	
LIU et al. (2012)	0,74	0,82																
VAN PELT et al. (2009)										0,94	0,96		0,24	0,39		0,29	0,40	
NISKANEN und JUGA (1997)	0,90																	
STEINBOCK et al. (2000)	0,80																	
ERIKSSON et al. (2004a)	0,96			0,74						0,62								
HANSEN et al. (2004b)	0,83			0,69			0,18			0,93			0,38			0,41		
BOELLING et al. (2007)	0,72	0,65		-0,55*	-0,53*					-0,75*	-0,75*							
HERINGSTAD et al. (2007)			0,79															
MUJIBI und CREWS (2009)												-0,93*			-0,38*			0,43
JUNGE et al. (2003)			0,24			0,33						0,66						

FÜRST und EGGER-DANNER (2003)	0,60	0,60																
McCLINTOCK et al. (2003)	0,81	0,87		0,21	-0,21		nc**	0,66		0,71	0,33		nc**	0,13		nc**	0,33	
BURFENING et al. (1981)										0,73			0,02			0,20		
BENNETT und GREGORY (2001a)										0,34			0,10			0,41		
JOHANSON et al. (2011)			0,45			-0,41			-0,31			0,27			0,25			0,56
COLE et al. (2007b)			0,63															
LUO et al. (1999)	-0,34*																	
JAMROZIK et al. (2005)	-0,52*	0,13*		-0,27*	0,17*		-0,02*	0,27*		0,58	0,48		0,19	-0,03		0,50	0,67	
LIU et al. (2012)	0,71	0,59																
VAN PELT et al. (2009)										0,24	0,73		0,16	0,43		0,39	0,39	
NISKANEN und JUGA (1997)	0,69																	
STEINBOCK et al. (2000)	0,74																	
ERIKSSON et al. (2004a)	0,98			0,36						0,46								
HANSEN et al. (2004b)	0,62			0,01			-0,04			0,45			0,18			0,53		
BOELLING et al. (2007)	0,60	0,60		-0,02*	-0,39*					-0,45*	-0,39*							
HERINGSTAD et al. (2007)			0,62															
MUJIBI und CREWS (2009)												-0,69*			-0,49*			0,72
JUNGE et al. (2003)			0,55			0,01						0,48						

* wegen alternativer Merkmalsdefinition Umkehrung der Korrelation

** nicht konvergiert

2.3.7 Genetische Korrelationen der Merkmale zwischen Färsen- und Kuhkalbung

In Tabelle 6 sind diejenigen Arbeiten zusammengestellt, die sich mit den genetischen Zusammenhängen der Merkmale zwischen primi- und pluriparen Tieren auseinandergesetzt haben. In der Mehrzahl wurden dazu multivariate Tiermodelle oder Sire-Maternal Grand sire (MGS) Modelle (McCLINTOCK et al., 2003; WIGGANS et al., 2008a) aufgestellt. HARBERS et al. (2000) und STEINBOCK et al. (2000) verwendeten die von CALO et al. (1973) beschriebene Methode, um die genetische Korrelation anhand verlässlicher Zuchtwerte zu approximieren. Aus den gefundenen Ergebnissen ist abzulesen, dass es sich bei Kalbeeigenschaften von Färsen und Kühen nicht um die gleichen Merkmale handelt. Bei Totgeburten sowie beim direkten Kalbeverlauf finden mehrere Autoren Werte von 0,6 und weniger. Beim Geburtsgewicht und vor allem bei der Trächtigkeitsdauer werden dagegen eher hohe Korrelationen beschrieben.

Tabelle 6: Übersicht der genetischen Korrelationen zwischen Kalbmerkmalen (TOT=Totgeburt, KV=Kalbeverlauf, GG=Geburtsgewicht, TD=Trächtigkeitsdauer) primi- und pluriparer Tiere für direkte (dir) und maternale (mat) Komponente

	TOT		KV		GG		TD	
	dir	mat	dir	mat	dir	mat	dir	mat
FÜRST und EGGER-DANNER (2003)	0,80	0,80	0,80	0,80				
McCLINTOCK et al. (2003)	0,80	0,95	0,78	0,76	0,96	0,51	0,96	0,88
WINKELMAN et al. (2010)			0,80					
WIGGANS et al. (2008a)	0,83	0,74	0,79	0,81				
LUO et al. (2002)	0,67	0,62						
JAMROZIK et al. (2005)	0,38	0,31	0,52	0,90	0,62	0,67	0,64	0,91
ALBERA et al. (1999)*			0,99	0,91				
ALBERA et al. (1999)**			0,91	0,98				
LIU et al. (2012)	0,76	0,59	0,88	0,70			0,99	0,95
HARBERS et al. (2000)	0,53	0,78						
VAN PELT et al. (2009)			0,96	0,82	0,99	0,84	1,00	0,80
VAN PELT und DE JONG (2011)	0,57	0,52						
STEINBOCK et al. (2000)	0,45	0,48	0,61	0,71				
ERIKSSON et al. (2004a)	0,86	0,87	0,66	0,88				
BOELLING et al. (2007)	0,62	0,60	0,63	0,74	0,79	0,70		

* Parität 1 und 2 gemeinsam untersucht

** Parität 1 und 3 gemeinsam untersucht

2.3.8 Anmerkungen zur Datengrundlage

Die den Untersuchungen zugrundeliegenden Daten weisen zum Teil Schwachpunkte auf.

So führt DUCROCQ (2000) an, dass die Erbllichkeit evtl. aufgrund noch unzureichender Datenqualität so niedrig ist. In den Niederlanden muss eine Totgeburt indirekt über eine nicht erfolgte Meldung eines lebenden Kalbes rekonstruiert werden. Eine Angabe zum Geschlecht des Kalbes fehlt daher (HARBERS et al., 2000; VAN PELT und DE JONG, 2011). MCCLINTOCK et al. (2003) schreiben, dass in ihren Daten die Landwirte keine klaren Vorgaben für die Definition einer Totgeburt hatten. COLE et al. (2007a) erklären, dass Aufbereitungsschritte unternommen werden mussten, da zum Teil nur Informationen lebender Kälber übermittelt werden. LUO et al. (2002) und ALBERA et al. (1999) nutzen für ihre Analysen nur Kühe, die sowohl die erste als auch die zweite Laktation abgeschlossen haben. Damit werden allerdings Tiere ausgeschlossen, die in der ersten Laktation abgegangen sind. Da Kalbprobleme aber höhere Abgangswahrscheinlichkeiten verursachen (WAURICH und SWALVE, 2012), ist eine Verschiebung der Datengrundlage nicht auszuschließen. Die bei ALBERA et al. (1999) reduzierten Färsenerbllichkeiten aus dem multivariaten Modell mit Drittkalbskühen stehen möglicherweise mit dieser Verzerrung in Zusammenhang.

2.4 Alternative Definitionen der Kalbprobleme

In fast allen Arbeiten zum Thema werden Kalbeverlauf und Totgeburt als zwei getrennte aber genetisch korrelierte Merkmale erachtet. Dieser Ansatz impliziert, dass die Merkmale einander wechselseitig bedingen, also eine geringere Vitalität mehr Kalbprobleme verursacht und umgekehrt, und dass diese Zusammenhänge einzig aufgrund der kategorialen Natur der Merkmale nicht besser sichtbar sind. Dieser Ansatz widerspricht aber der Beobachtung von PHILIPSSON und STEINBOCK (2003), wonach 50 % und mehr aller toten Kälber ohne Probleme geboren werden. Wie in Kapitel 2.2.2.2 beschrieben, lässt sich diese Zahl auch unter standardisierten Bedingungen wiederfinden.

Der von GIANOLA und SORENSEN (2004) erarbeitete und von LÓPEZ DE MATORANA (2007a; 2007b; 2008) auf Kalbmerkmale bezogene Ansatz stellt eine Möglichkeit der Annäherung an die ein- und wechselseitigen Beziehungen zwischen den Komponenten der Kalbung dar. Für diese Auswertung stand das erforderliche Programm aber nicht zur Verfügung.

Ein weiterer Ansatz ist der Ausschluss von möglicherweise kritischen Gruppen. So beschreiben BOETTCHER und VAN DOORMAAL (1999), dass in Kanada für die Zuchtwertschätzung des Kalbeverlaufs Totgeburten ausgeschlossen werden. SWALVE et al. (2006) schätzen die Erbllichkeit der Totgeburtenrate unter Ausschluss verschiedener Kalbeverlaufgruppen und kommen in der Folge zu deutlich voneinander abweichenden genetischen Parametern. Der z.B. noch von MEYER et al. (2001) verwendete Ansatz, die Trächtigkeitsdauer als fixen Effekt der Kalbmerkmale mit zu

berücksichtigen, wird in den Arbeiten des GIFT-Workshops (GROEN et al., 1998) nicht mehr empfohlen. Die Einbeziehung des Kalbeverlaufs als fixer Effekt für die Totgeburtenrate, wie bei STEINBOCK et al. (2000) oder WAURICH et al. (2008), führt zu reduzierten Erblichkeiten und interessanten Ergebnissen. Allen genannten Verfahren ist allerdings gemein, dass die ermittelten Zuchtwerte nur im Kontext mit den sie begrenzenden Faktoren eine Interpretation zulassen.

Eine Unterteilung der Kalbmerkmale nach dem Cluster Totgeburt ja/nein und Kalbprobleme ja/nein ist nach Wissen des Autor noch nicht beschrieben worden.

2.5 Nutzung von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer als Hilfsmerkmale

Aufgrund der niedrigen Erblichkeit der Kalbmerkmale ist in etlichen Studien die Einbeziehung der mit der Kalbung in Beziehung stehenden Merkmale Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer thematisiert worden. Für beide wird eine gute züchterische Bearbeitbarkeit attestiert (ARNOLD et al., 1990; NORMAN et al., 2009). Das Geburtsgewicht erfuhr dabei insbesondere in der Fleischrindzucht Beachtung, da es eine Schlüsselrolle in dem Gegensatz von leichter Kalbung und gutem Wachstum spielt (z.B. BURFENING et al., 1981; BENNETT und GREGORY, 2001a; 2001b; ERIKSSON et al. 2004b; ARNOLD et al., 1990).

Aufgrund seines herausragenden Einflusses auf die Kalbung (vgl. MEIJERING, 1984) und seiner äußerst hohen genetischen Beziehung zum Kalbeverlauf (siehe Kapitel 2.2.2.1) wird eine bivariate Betrachtung der beiden Merkmale empfohlen (z.B. RAMIREZ-VALVERDE et al., 2001; JOHANSON et al., 2011). Darüber hinaus weisen MCCLINTOCK et al. (2003) und JUNGE et al. (2003) darauf hin, dass der Einsatz von Leichtkalbsbullen nicht per se zu Kälbern führt, die später Kalbprobleme haben. STAMER et al. (2004) schränken allerdings ein, dass der Einsatz von Bullen mit außerordentlich niedrigen Geburtsgewichtszuchtwerten mit Rücksicht auf eine mögliche negative Auswirkung auf Totgeburten vermieden werden sollte.

Sowohl JUNGE et al. (2003) als auch HANSEN et al. (2004b) zeigen auf, dass die Totgeburtenrate unterhalb von ca. 30 kg steigt. Dem stellen JOHANSON und BERGER (2003) gegenüber, dass bei Korrektur um alle die Kalbung beeinflussenden Effekte, unter anderem Kalbeverlauf und Trächtigkeitsdauer, die Totgeburtenrate mit steigendem Geburtsgewicht stetig ansteigt. Möglicherweise ist daher eine zu kurze Trächtigkeitsdauer für den beschriebenen Anstieg verantwortlich.

Die Trächtigkeitsdauer wird von der Mehrheit der Autoren als wenig geeignet für die Nutzung als Hilfsmerkmal der Kalbmerkmale erachtet (z.B. LIU et al., 2012; HANSEN et al., 2004b; CERVANTES et al., 2009). Dabei wird als Hauptargument die niedrige genetische Korrelation angegeben. Da von den Autoren gleichzeitig der nichtlineare Zusammenhang von Trächtigkeitsdauer mit Kalbeverlauf und Totgeburten hervorgehoben wird, kommen HANSEN et al. (2004b) zu der folgerichtigen Frage, ob

unter diesen Umständen Mehrmerkmalsmodelle mit Unterstellung linearer Zusammenhänge überhaupt angebracht sind. Allerdings kommen sie bei dem Versuch, quadratische Regressionen zwischen den Zuchtwerten für Trächtigkeitsdauer und Totgeburten zu schätzen, zu keinen belastbaren Ergebnissen und schlussfolgern daraus auf Umwelteinflüsse, die die phänotypische Nichtlinearität verursachen.

Demgegenüber wird von der Mehrheit der Autoren ein multivariater Ansatz empfohlen, wobei als Hauptargument immer die aufgrund der genetischen Korrelationen zu den Zielmerkmalen und hohen Heritabilitäten der Hilfsmerkmale höhere erreichbare Sicherheit angeführt wird (z.B. RAMIREZ-VALVERDE et al., 2001; JAMROZIK et al., 2005; MUJIBI und CREWS, 2009; CREWS, 2006).

3. Material

3.1 Datenherkunft

Die der Arbeit zugrundeliegenden Daten wurden mit Unterstützung und Genehmigung des Rinderzuchtverbandes Mecklenburg-Vorpommern (RMV) vom Rechenzentrum für Tierzucht in Verden (VIT) sowie der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA) zur Verfügung gestellt. Dabei handelte es sich von Seiten des VIT um Informationen zu Kalbung und Abstammung der Testherden. Die LfA steuerte über zusammengestellte Datensicherungen der Herdenmanagementsysteme weitere Kalbedaten wie Geburtsgewichte bei.

Es wurden nur Kalbungen ab Oktober 2005 berücksichtigt, da zu diesem Zeitpunkt eine neue Definition der Kalbeverlaufsstufen anhand einer ADR-Empfehlung implementiert (Rudolph, 2010) und ab da in den Testherden angewendet wurde. Berücksichtigt wurden Kalbungen bis April 2011.

3.2 Rohmittelwerte der Kalbeparameter

Tabelle 7: Verteilung der Effektstufen (ADR-Schlüsselnummer in Klammern) für Geschlecht, Verbleib des Kalbes und Kalbeverlauf in Rohdaten)

Merkmal	Schlüssel	Gesamt	Färsen	Kühe
Anzahl		96.308	35.885	60.423
Geschlecht	Männlich (1,8)	50,6	49,8	51,1
	Weiblich (2,9)	46,6	49,3	44,9
	Mehrlinge (3-7)	2,8	1,0	4,0
Verbleib	Lebend (1-5)	92,8	89,7	94,6
	Tot geboren (6)	7,0	10,1	5,1
	Verendet innerhalb 48h pp (7)	0,1	0,1	0,1
	Verendet ab 3.Tag pp (8)	0,1	0,0	0,1
	Missgeburt (9)	0,1	0,1	0,1
Kalbeverlauf	keine Angabe (0)	1,3	1,2	1,4
	Leicht (1)	66,2	54,7	73,0
	Normal (2)	22,6	29,3	18,6
	Schwer (3)	9,4	14,1	6,7
	Kaiserschnitt (4)	0,5	0,8	0,3

Tabelle 7 gibt einen generellen Überblick über Kalbeverlauf, Verbleib des Kalbes und Zwillingshäufigkeit, basierend auf den vom VIT bereitgestellten Daten.

Von den dokumentierten Kalbungen sind 2,8 % Mehrlingsgeburten. Diese treten seltener bei Färsen als bei Kühen auf. Insgesamt werden mehr männliche als weibliche Kälber geboren. Dieser Effekt tritt allerdings erst bei pluriparen Tieren auf.

Im untersuchten Material enden 7 % aller Kalbungen mit einer Totgeburt. Davon sind in besonderem Maß Färsen betroffen, bei denen jede zehnte Frucht tot entwickelt wird. Demgegenüber spielen nach der Geburt verendete Kälber sowie Missgeburten fast keine Rolle. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil der post-partum verendeten Kälber dem ADR-Verbleibsschlüssel 6 – „tot geboren“ zugeordnet wurde.

Der Kalbeverlaufsschlüssel entspricht den ADR-Empfehlungen und wird wie folgt interpretiert

0	Keine Angabe	nicht beobachtet bzw. keine Angabe verfügbar
1	Leicht	ohne Hilfe oder Hilfe nicht nötig, Nachtkalbung
2	Mittel	ein Helfer oder leichter Einsatz mechanischer Zughilfe
3	Schwer	mehrere Helfer, mechanische Zughilfe und/oder Tierarzt
4	Operation	Kaiserschnitt/Fetotomie

Während zwei Drittel aller Kälber problemlos geboren werden, muss bei den anderen Kalbungen Hilfe geleistet werden. Bei Färsen muss deutlich häufiger Geburtshilfe geleistet werden als bei Kühen. Operative Eingriffe müssen am häufigsten bei Färsen, insgesamt jedoch sehr selten durchgeführt werden.

3.3 Aufbereitung der Daten

Die Kalbedaten von VIT und LfA wurden nach Ohrmarkennummer und Kalbedatum verknüpft und nach folgenden Plausibilitätskriterien überprüft.

War der Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kalbungen einer Kuh geringer als 10 Tage, wurden beide Datensätze als unplausibel erachtet und gelöscht. Eine Zwischenkalbezeit von unter 300 Tagen führte zur Eliminierung der nachfolgenden Kalbung, da ein Frühabort unterstellt werden musste. Des Weiteren wurden Beobachtungen mit uneindeutigen Zuordnungen zwischen Kalbmutter und Kalb (mehrere Geburtsdaten der Mutter, Mehrere Kalbungen in einer Parität, unbekannte Mütter) sowie Kälber mit unbekanntem Kalbvater oder mütterlichen Großvater eliminiert.

Da die Erhebung des Geburtsgewichtes in den einbezogenen Herden nicht zu jedem Zeitpunkt gewährleistet war (Waage defekt, nicht instruierte Mitarbeiter) und vornehmlich tote Kälber nicht immer gewogen wurden, musste ein Passus gefunden werden, der eine dahingehende Verzerrung des Datenmaterials vermied. Zu diesem Zweck wurden Betrieb-Jahr-Saison-Klassen nur dann berücksichtigt, wenn der Anteil gewogener Kälber an den insgesamt geborenen Kälbern mindestens 90 % sowie der Anteil gewogener toter Kälber an allen toten Kälbern mindestens 80 % betrug.

Für die Untersuchung wurden nur Kühe der Rasse Holstein berücksichtigt. Mehrlingsgeburten wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. Datensätze mit unbekanntem Geburtsgewicht (0,35 % der Daten) sowie mit Geburtsgewichten unter 31 kg (1,13 % der Daten) wurden gelöscht. Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren überhöhte Totgeburtenraten sowie die Häufung von Beobachtungen mit 30, 25 und 20 kg. Da nicht unterschieden werden kann, bei welchen Daten es sich um Tippfehler, Schätzungen aufgrund nicht erfolgter Wiegung oder gemessene Werte handelt und gleichzeitig eine pathologische Ursache für die wirklich überlebten Kälber vermutet werden muss, erscheint dieser Schritt erforderlich. Überschwere Kälber wurden nicht editiert, da die korrekte Dokumentation von Seiten der Betriebe glaubhaft versichert werden konnte.

3.4 Populationsgenetische Zusammenhänge

Im editierten Datenmaterial waren 81.419 beobachtete Kalbungen von 43.619 Kühen enthalten (siehe Tabelle 8). Davon entfielen 30.589 Beobachtungen auf Färsenkalbungen. Für 50,7 % der Färsen war mindestens eine weitere Kalbung dokumentiert. Insgesamt wiesen 48,5 % aller beobachteten Kühe nur eine Kalbung auf.

Tabelle 8: Anzahl beobachteter Leistungstiere

	Gesamt	Färsenkalbung	Kuhkalbung
Anzahl Kalbungen	81.419	30.589	50.830
Anzahl Kühe	43.619	30.589	28.529

Tabelle 9: Anzahl Väter im Datenmaterial, mittlere Anzahl Nachkommen (NK) pro Bulle und Anteil von Bullen mit mehr als 10 Nachkommen (%)

	Anzahl	Kalbvater		Kuhvater		
		NK	>10NK	Anzahl	NK	>10NK
Gesamt	942	86,4	76,4	2.335	34,9	40,9
Färsen	782	39,1	58,4	1.219	25,1	46,3
Kühe	838	60,7	74,3	2.026	25,1	36,1

Die Kalbungen waren 942 Kalbvätern und 2.335 Kuhvätern zugeordnet (siehe Tabelle 9). Die Anzahl von Kuhvätern für Färsenkalbungen ist demgegenüber deutlich reduziert (N = 1.081). Bullen hatten im arithmetischen Mittel 86,4 Beobachtungen als Kalbvater und 34,9 Beobachtungen als Kuhvater. Bei Färsenkalbungen sind gegenüber Kuhkalbungen weniger Nachkommen pro Kalbvater dokumentiert. Dieser Trend schlägt sich auch beim Anteil derjenigen Bullen mit mehr als 10 Nachkommenleistungen nieder.

Insgesamt sind für 2.638 Bullen Leistungsinformationen vorhanden, für 1.468 von ihnen Informationen für Färsenkalbungen. Der Anteil von Bullen, die sowohl als Kalbvater als auch als Kuhvater Nachkommeninformationen aufweisen, liegt bei 24,2 % und 36,3 % (siehe Tabelle 10). Der vergleichsweise geringe Anteil ist zum einen darin begründet, dass der Untersuchungszeitraum relativ kurz ist und Prüfbullen der jüngeren Jahrgänge noch keine Töchter mit erfolgter Kalbung haben. Gleichzeitig ist der hohe Anteil von Bullen ohne Kalbvaterleistung im Zusammenhang mit älteren Testbullenjahren zu sehen, deren Kälber vor dem Untersuchungszeitraum geboren wurden

Tabelle 10: Anteil Bullen mit Beobachtung als Kalb- oder Kuhvater im Datenmaterial

	Gesamt	Färsen	Kühe
Anzahl Bullen	2.638	1.468	2.426
Nur Kalbvater (%)	11,5	17,0	16,5
Nur Kuhvater (%)	64,3	46,7	65,5
Kalb- und Kuhvater (%)	24,2	36,3	18,1

Aus den Abstammungsdaten des VIT wurde für die Bullen mit Leistungsinformation ein Pedigree zusammengestellt, das für jedes Individuum Vater und mütterlichen Großvater beinhaltet. Die maximale Pedigreetiefe beträgt dreizehn Generationen. Das Pedigree umfasst insgesamt 3.888 Individuen bei 197 Basistieren ohne bekannte Vorfahren.

3.5 Beschreibung und deskriptive Statistik der Zielparameter

3.5.1 Totgeburten und Kalbeverlauf

Die Totgeburtenrate wird definiert als der Anteil von Kälbern, die tot geboren wurden oder innerhalb 48 Stunden verendet sind (1) gegenüber lebenden bzw. ab dem dritten Tag verendeten Kälbern (0). Missgeburten werden editiert. Für 60 Kalbungen lag keine Information vor.

Für das Merkmal Kalbeverlauf werden zwei unterschiedliche binäre Definitionen erstellt.

- 1) Problemgeburtenrate (KV1): Anteil problematischer Kalbungen (mittel, schwer, Operation = 1) gegenüber leichten Kalbungen (0)
- 2) Schweregeburtenrate (KV2): Anteil schwerer Kalbungen (schwer, Operation = 1) gegenüber normalen Kalbungen (leicht, mittel = 0)

Kalbungen ohne angegebenen Kalbeverlauf werden als unbekannt erachtet (N=850).

Tabelle 11: Deskriptive Statistik der Problem-, Schwer- und Totgeburtenrate (%) für alle Paritäten sowie für Färsen und Kühe

	Gesamt	Färsen	Kühe
Problemgeburten	32,0	44,1	24,7
Schwergeburten	9,8	14,9	6,7
Totgeburten	5,4	8,7	3,4

Der Anteil von Problem- und Schweregeburten liegt bei 32,0 und 9,8 %. Die Totgeburtenrate liegt mit 5,4 % unter dem Wert der Rohdaten (siehe Tabelle 11), was im Zusammenhang mit den Editierungsschritten zu sehen ist. Hier sind vor allem der Ausschluss unbekannter Kalb- und Kuhväter sowie Mehrlinge als auch in geringerem Umfang die Editierung leichter Kälber ursächlich. Es bestehen deutliche Unterschiede zwischen Kalbungen bei Färsen und bei Kühen (siehe Tabelle 11). So benötigt fast jede zweite Färse Hilfe bei der Geburt und jede sechste Geburt braucht mehrere Helfer zur Entwicklung, während bei Kühen drei viertel ohne Hilfe auskommen und nur 6,7 % eine Schweregeburten erleiden. Die Totgeburtenrate von Färsen beträgt 8,7 % und ist somit 1,5 Mal höher als bei pluriparen Individuen.

In Tabelle 12 ist die Totgeburtenrate in Abhängigkeit von der Kalbeverlaufsklasse dargestellt. Daraus geht hervor, dass das Risiko einer Totgeburt mit zunehmender Schwere der Kalbung zunimmt. Gleichzeitig treten Totgeburten auch bei als leicht eingestuften Kalbungen ein. Auffällig ist, dass das gegenüber Kuhkalbungen höhere Risiko einer Totgeburt bei Färsen sich nicht auf eine bestimmte Kalbeverlaufsklasse zurückführen lässt, sondern in allen Stufen beobachtet werden kann. Besonders hervorzuheben ist die hohe Totgeburtenrate bei Kalbungen, die mit „keine Angabe“ verschlüsselt wurden.

Tabelle 12: Totgeburtenrate (%) in Abhängigkeit von Kalbeverlauf für alle Paritäten, Färsen und Kühe für aufbereitetes Datenmaterial. In Klammern Anteil der Beobachtungen in Kalbeverlaufsklasse an allen Beobachtungen der Gruppe.

	Kalbeverlaufsklasse									
	0		1		2		3		4	
Gesamt	11,8	(1,0)	2,4	(67,3)	7,0	(22,0)	21,8	(9,2)	31,5	(0,5)
Färsen	21,8	(0,9)	4,0	(55,4)	8,9	(28,9)	24,6	(13,9)	32,5	(0,8)
Kühe	6,9	(1,1)	1,6	(74,5)	5,2	(17,8)	18,0	(6,3)	29,9	(0,3)

3.5.2 Segmentierte Definition der Kalbmerkmale

Anhand der in Tabelle 12 dargestellten Zusammenhängen wurde eine alternative Definition der Kalbmerkmale erstellt. Im Wesentlichen werden die Binärmerkmale Totgeburt und Problem- bzw.

Schweregeburt miteinander geclustert und die vier möglichen Kombinationen des Clusters jeweils als Eintrittswahrscheinlichkeit (1) eines Binärmerkmals erachtet, bei welchem die übrigen Kombinationen als „Rest“ (0) gelten. Das soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. In dem Cluster „Totgeburt × Problemgeburt“ wird das Zielmerkmal „totes Kalb aus leichter Kalbung“ (= „tot-leicht“) gewählt. Das Ereignis beschreibt also ein Kalb mit dem Totgeburtsstatus 1 sowie dem Problemgeburtsschlüssel 0 (leicht), während ein lebendes Kalb oder ein totes mit Problemgeburtsschlüssel 1 (mittel, schwer und OP) zum Komplementärereignis gehört. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten aller möglichen Ereignisse der beiden Cluster sind in Tabelle 13 abgebildet. Da es sich bei den Definitionen um einander gegenüberstehende Segmente der übergeordneten Merkmale handelt (z.B. „tot-leicht“ + „tot-assistiert“ = „tot-normal“ + „tot-schwer“ = Totgeburtenrate“, analog für Kalbeverlaufsdefinitionen), wird im weiteren Verlauf von segmentierten Merkmalsdefinitionen gesprochen.

Tabelle 13: Eintrittswahrscheinlichkeiten (%) der segmentierten Kalbmerkmale für alle Paritäten, sowie für Färsen und Kühe

Cluster	Ereignis	Gesamt	Färsen	Kühe
Totgeburt × Problemgeburt	Lebend-leicht	66,4	53,7	74,1
	Lebend-assistiert	28,2	37,7	22,5
	Tot-leicht	1,6	2,3	1,2
	Tot-assistiert	3,7	6,3	2,2
Totgeburt × Schweregeburt	Lebend - normal	87,1	80,3	91,2
	Lebend-schwer	7,6	11,1	5,4
	Tot - normal	3,2	4,9	3,7
	Tot - schwer	2,2	3,7	1,2

Wie in Tabelle 13 dargestellt, verläuft der überwiegende Teil der Kalbungen günstig, also ohne Komplikationen und mit lebendem Kalb. Dabei unterscheiden sich die Werte von Färsen- und Kalbungen deutlich. So sterben bei Färsen 2,3 % aller Kälber trotz problemloser Geburt, was einem Viertel (26 %) aller Färsen-Totgeburten entspricht. Der Anteil von Totgeburten aus leichter Kalbung von allen Totgeburten liegt bei Kühen bei 36 % ($1,2/(1,2+2,2)$) und somit gegenüber Färsen höher.

Betrachtet man Totgeburten und Schweregeburten in der Gegenüberstellung, so treten mit 3,7 % Totgeburten aus normaler Kalbung 43 % aller Totgeburten bei Färsen im Zusammenhang mit massiver Geburtshilfe auf. Bei Kühen beträgt der Anteil 36 % ($1,2/(1,2+2,2)$). Damit ist die Tendenz zu mehr Totgeburten im Zusammenhang mit Kalbproblemen unabhängig von der Definition für Kalbprobleme.

3.5.3 Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer

Die Erfassung des Geburtsgewichts erfolgt auf den Betrieben unmittelbar nach der Kalbung mit Hilfe von Kälberwaagen auf 1 kg genau. Die Trächtigkeitsdauer stellt die Differenz zwischen Konzeptionsdatum und Kalbedatum der Kuh dar. Für die Untersuchung werden die aufbereiteten Daten des VIT verwendet. Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer werden als stetige Merkmale erachtet. Das mittlere Geburtsgewicht liegt bei $43,9 \pm 5,3$ kg. Die Untergrenze liegt aufgrund der Editierung bei 31 kg, das schwerste geborene Kalb wog 88 kg. Die Trächtigkeitsdauer beträgt im Durchschnitt $280,3 \pm 4,7$ Tage. Die Spanne von 265 bis 295 Tage ist auf eine Voreditierung durch das VIT zurückzuführen. Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer sind bei primiparen Tieren im Mittel um 3,7 kg bzw. 1,3 Tage reduziert. Gleichzeitig ist eine höhere Standardabweichung des Geburtsgewichts bei Kühen zu beobachten.

Tabelle 14: Deskriptive Statistik (MW=Mittelwert, Std=Standardabweichung) von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer für alle Paritäten sowie für Färsen und Kühe

	Geburtsgewicht (kg)		Trächtigkeitsdauer (Tage)	
	MW	Std	MW	Std
Gesamt	43,9	5,25	280,3	4,66
Färsen	41,6	4,42	279,5	4,64
Kühe	45,3	5,22	280,8	4,61

In der Abbildung 1 ist die relative Verteilung der beobachteten Werte für GG und TD wiedergegeben. Wie aus den Grafiken hervorgeht, folgen sowohl Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer einer Funktion, die einer Normalverteilung ähnelt, auch wenn sie sich laut Kolmogorow-Smirnow-Test signifikant davon unterscheidet. Während die Trächtigkeitsdauer einen sehr ausgeglichenen Verlauf aufweist, sind die Stufen des Geburtsgewichts unregelmäßig verteilt. Es fällt eine starke Häufung bei 40 kg und in schwächerem Maß bei 50 kg auf. Als Ursache dafür sind Rundung oder Schätzung des Geburtsgewichts bei nicht erfolgter Wiegung zu vermuten.

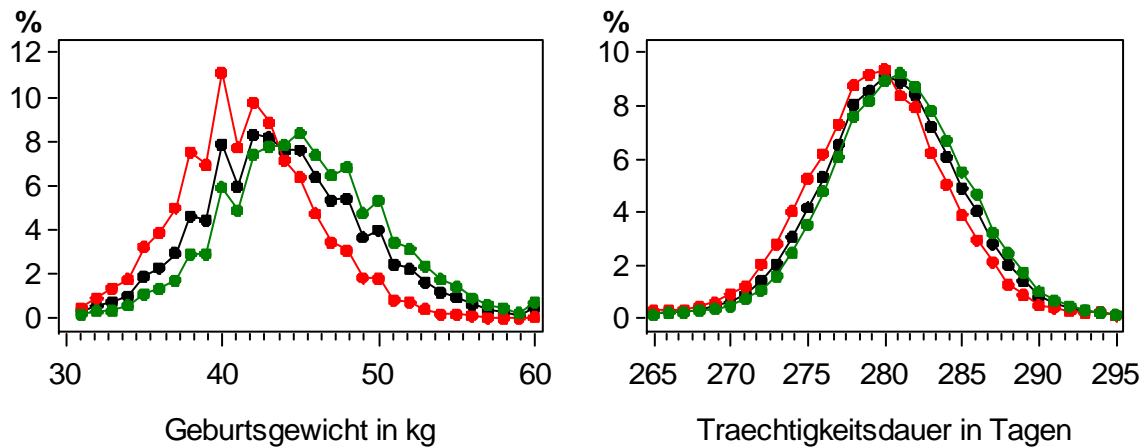


Abbildung 1: Relative Verteilung des Geburtsgewichts und der Trächtigkeitsdauer für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)

Zwischen Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer besteht außer in den Randbereichen ein stetiger Zusammenhang (siehe Abbildung 2). Dieser weist allerdings mit Standardfehlern von vier bis fünf kg GG je Tag bzw. TD je kg eine hohe Variabilität auf, die Rückschlüsse von einem auf das andere Merkmal nur sehr eingeschränkt zulässt. Der Rückgang der Geburtsgewichte stark übertragener Kälber kann physiologische Ursachen haben. Andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Aufbereitungsalgorithmus der Trächtigkeitsdauer bei mehrfachen Besamungen oder Besamung trotz erfolgter Konzeption nicht greift.

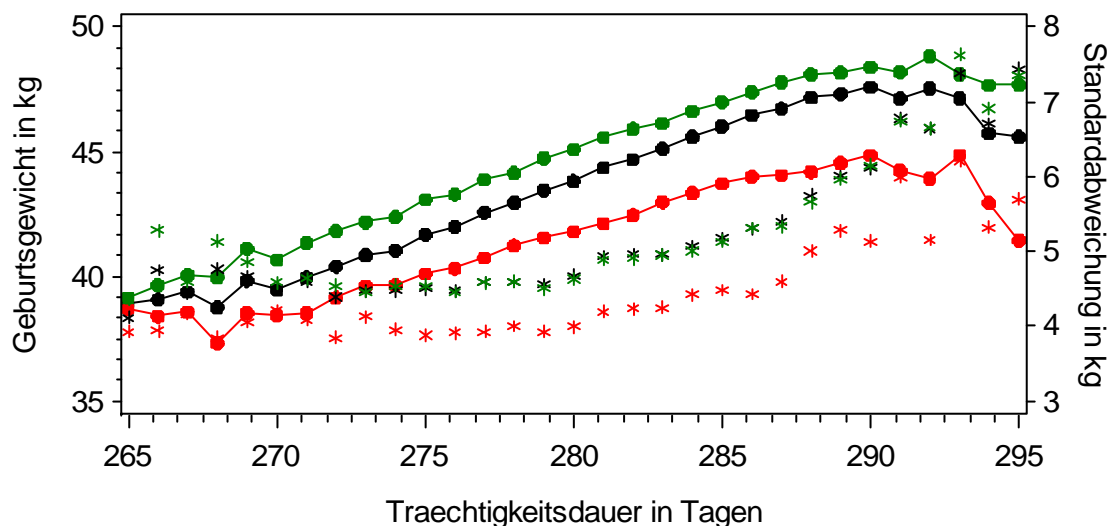


Abbildung 2: Mittleres Geburtsgewicht (Punkt) und Standardabweichung (Stern) in Abhängigkeit von Trächtigkeitsdauer für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)

3.5.3.1 Beziehung von Geburtsgewicht zu Kalbeverlauf und Totgeburten

Wie in Kapitel 2.2.2 aufgeführt, werden der Verlauf der Kalbung und die Vitalität der Frucht von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer beeinflusst und stehen in vielfältiger Interaktion zueinander. Im Folgenden sollen Richtung und Ausmaß der phänotypischen Zusammenhänge für das vorliegende Datenmaterial beschrieben werden. In Abbildung 3 sind die Zusammenhänge zwischen Geburtsgewicht und Tot-, Problem- und Schwergewurten dargestellt. Die Totgeburtenrate ist besonders bei Kuhkalbungen bei überleichten Kälbern erhöht und steigt bei schweren Färsenkälbern rapide an. Problem- und Schwergewurten nehmen mit steigendem Geburtsgewicht zu, wobei Färsen in stärkerem Ausmaß und schon ab leichteren Kälbern betroffen sind als Kühe. Im Bereich der sehr schweren Färsenkälber muss die geringe Anzahl Beobachtungen je Gewichtsstufe bei der Interpretation der starken Schwankungen berücksichtigt werden.

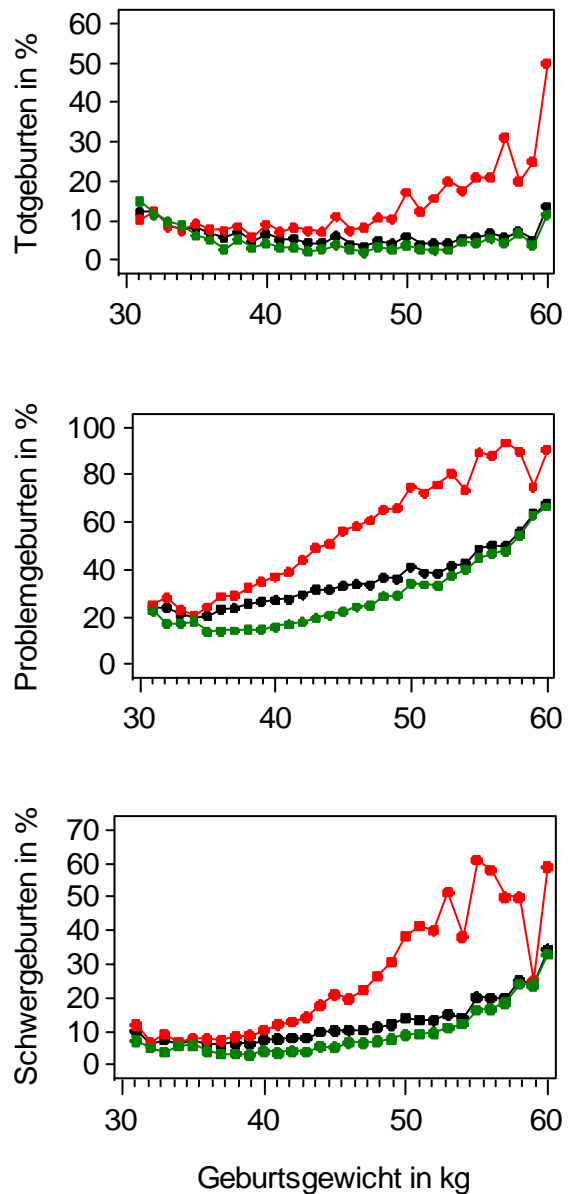


Abbildung 3: Abhängigkeit der Tot-, Problem- und Schwergewurten vom Geburtsgewicht für gesamt, Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)

3.5.3.2 Beziehung von Trächtigkeitsdauer zu Kalbeverlauf und Totgeburten

Zwischen Totgeburten und Trächtigkeitsdauer besteht ein kurvilinearere Zusammenhang mit insgesamt mehr Totgeburten bei überkurzer Tragezeit sowie bei verlängerter Trächtigkeitsdauer, wovon verstärkt Färsen betroffen sind (siehe Abbildung 4). Problem- und Schweregeburten scheinen verstärkt bei Tragezeiten unter 275 Tagen aufzutreten, wobei hier aufgrund der geringen Anzahl Beobachtungen eine Verzerrung nicht ausgeschlossen werden kann. Bei Kalbungen nach dem 275-ten Trächtigkeitstag nehmen Kalbprobleme mit zunehmender Tragezeit stetig zu.

Es ist sowohl für Geburtsgewicht als auch für Trächtigkeitsdauer zu beobachten, dass trotz stärkerer Ausprägung der Kalbprobleme bei Färsen der Verlauf in der Summe der Beobachtungen sich eher an den Kuhkalbungen orientiert. Dieser Umstand erklärt sich aufgrund der geringeren Tierzahlen bei Färsen vor allem in den Randbereichen.

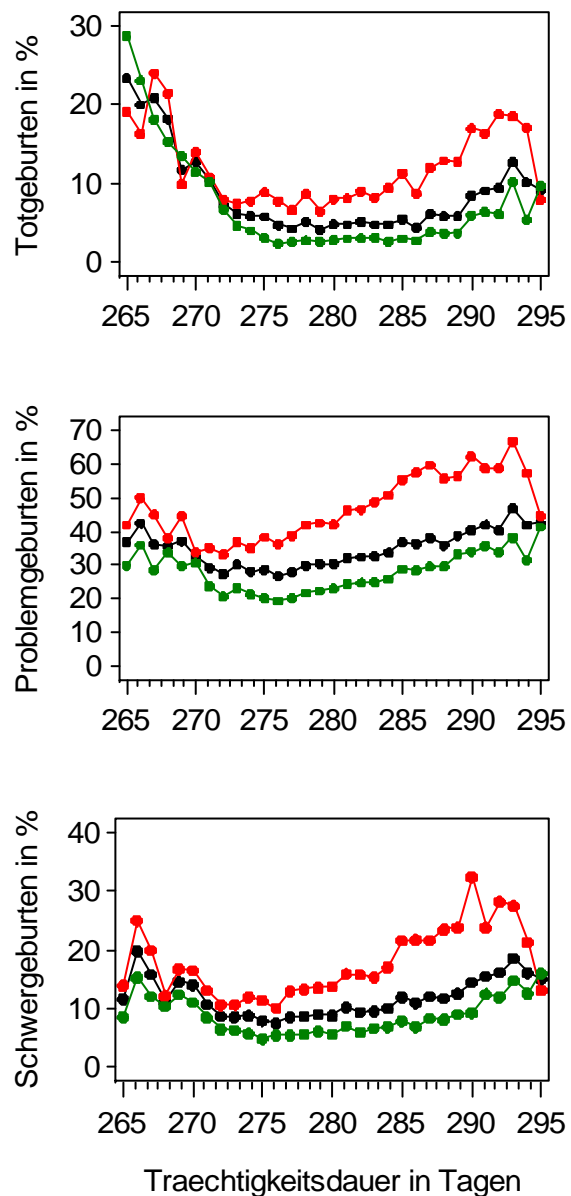


Abbildung 4: Abhängigkeit der Tot-, Problem- und Schweregeburten von der Trächtigkeitsdauer für gesamtes Datenmaterial (schwarz), Färsenkalbungen (rot) und Kuhkalbungen (grün)

3.6 Phänotypische Einflussgrößen auf Zielparameter

Im Folgenden sollen wesentliche Eckdaten zu denjenigen Einflussgrößen gegeben werden, die in der weiteren Arbeit als fixe Effekte in der genetisch-statistischen Analyse Eingang finden. Diese leiten sich einerseits aus Literaturangaben ab, andererseits wurde die Auswahl anhand signifikanter Einflüsse auf die Zielgrößen im vorliegenden Datenmaterial getroffen. Auf eine gesonderte Darstellung der Ergebnisse im Rahmen dieser Arbeit wurde verzichtet. Die Einflussgrößen sind im Einzelnen die Zeitgefährtengruppe, die sich aus der Kombination von Betriebseffekt und Zeitachseneffekt zusammensetzt, das Geschlecht des Kalbes und Alterseffekt der Mutter.

3.6.1 Zeitgefährteneffekt

Die Anleitung der Betriebe in Punkto Datenerfassung führt nicht zu völlig homogenen Betriebskennzahlen. Das wäre aufgrund der verschiedenen Betriebsgrößen, Standortbedingungen Managementphilosophien auch nicht realistisch. Im Anhang Tabelle 1 sind die Betriebskennzahlen der Betriebe für deren Kalbmerkmale insgesamt, getrennt nach Färsen und Kühen und als Differenz zwischen Färsen und Kühen im Einzelnen und als Mittelwerte und 25. und 75. Perzentil aufgelistet. In Tabelle 15 sind die statistischen Parameter für alle Kalbungen zusammengefasst. Zwischen den Betriebsmittelwerten liegen zum Teil erhebliche Spannbreiten (Totgeburtenrate 5,2 %, Geburtsgewicht 3,5 kg). In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die enorme Spannweite des Kalbeverlaufs primär in unterschiedlichen Dokumentationsphilosophien der Betriebe begründet liegt.

Tabelle 15: Deskriptive Analyse der Betriebsparameter (MW= Mittelwert, Std=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum)

Parameter	MW	Std	min	max
Anzahl Kalbungen	3877	3045	360	13810
Anteil Färsenkalbungen (%)	36,4	5,3	30,8	55,6
mittlere Anzahl Kalbungen / Monat	62,7	44,6	17,3	206,1
Totgeburtenrate (%)	5,6	1,5	3,3	8,5
Problemgeburtenrate (%)	33,8	15,8	15,1	85,6
Schwergeburtenrate (%)	9,5	6,7	1,9	25,4
Geburtsgewicht (kg)	43,8	0,9	42,2	45,7
Trächtigkeitsdauer (Tage)	280,3	0,4	279,6	281,1

Um Veränderungen der Betriebskennzahlen innerhalb des Untersuchungszeitraumes Rechnung zu tragen, wurden die Kalbungen Jahr-Saison Gruppen zugeordnet. Eine Saison beinhaltet alle Kalbungen im Zeitraum von vier Monaten, jeweils beginnend mit Januar, Mai und September. Diese Unterteilung erscheint differenziert genug, um jahreszeitliche Effekte zu erfassen, ohne dabei die Zeitfährtengruppen der kleineren Betriebe zu stark zu beschneiden. Die Mittelwerte der Parameter Tot-Problem- und Schweregeburten, Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer sind im Anhang Abbildung 1 abgebildet. Auffällig sind wiederkehrend erhöhte Kalbprobleme bei primiparen Tieren im Zeitraum Januar bis April. Das Geburtsgewicht von Kuhkalbungen scheint in diesem Zeitraum ebenfalls erhöht zu sein. Demgegenüber ist die Trächtigkeitsdauer in den Monaten Mai bis August reduziert.

Aus den Informationen der 21 Betriebe und 17 Jahr-Saisongruppen ergeben sich im Datenmaterial 316 Zeitfährtengruppen. Der Median der Anzahl Beobachtungen pro Gruppe liegt für Färsen bei 72, für Kühe bei 128 und bei gemeinsamer Betrachtung bei 201 Kalbungen. 90 % der Gruppen hat analog mehr als 27, 49 und 75 Beobachtungen. Die gegenüber der maximal möglichen Anzahl Kohorten ($21 \times 17 = 357$) geringere Menge ergibt sich einerseits aus der in Kapitel 3.3 beschriebenen Editierung ganzer Betrieb-Jahr-Saison-Gruppen. Andererseits ist einer der untersuchten Betriebe erst später zum Projekt dazu gestoßen und hat dadurch nicht für den ganzen Zeitraum die entsprechende Datenerfassung durchgeführt.

3.6.2 Geschlecht des Kalbes

Tabelle 16: Mittelwerte der Zielparameter für männliche und weibliche Kälber für alle Paritäten, Färsen und Kühe

	Gesamt		Färsen		Kühe	
	Männlich	Weiblich	Männlich	Weiblich	Männlich	Weiblich
Anteil an Kalbungen (%)	51,5	48,5	49,4	50,6	52,7	47,3
Totgeburten (%)	6,5	4,2	10,8	6,6	4,1	2,7
Problemgeburten (%)	37,0	26,6	51,4	36,9	28,9	19,9
Schweregeburten (%)	12,2	7,1	19,2	10,7	8,3	4,8
Geburtsgewicht (kg)	45,5	42,3	43,0	40,3	46,9	43,6
Trächtigkeitsdauer (Tage)	280,9	279,7	280,1	278,9	281,3	280,3

In Tabelle 16 ist der Einfluss des Kalbgeschlechts auf die Zielparameter dargestellt. Daraus zeigt sich, dass im vorliegenden Datenmaterial eine höhere Prädisposition männlicher Kälber für Kalbprobleme sowie höhere Geburtsgewichte und Tragezeiten vorliegt. Während bei Kuhkalbungen männliche Kälber überwiegen, ist das Geschlechterverhältnis bei Färsenkalbungen ausgewogen.

3.6.3 Alter der Kuh

In Tabelle 17 sind die deskriptiven Parameter des Kalbealters unterteilt nach Paritäten dargestellt. Aus den Daten geht hervor, dass der Großteil der Kalbungen zwischen erster und vierter Parität liegt (92 %) und somit höhere Paritäten nur wenig zum Datenmaterial beitragen. Während das mittlere Alter zwischen zwei aufeinanderfolgenden Paritäten ziemlich konstant bei 13 bis 13,5 Monaten liegt (ca. 410 Tage) nimmt die Streuung des Kalbealters mit zunehmender Parität zu. Während die Kalbmerkmale sich zwischen erster und Folgeparitäten deutlich unterscheiden, kommt es innerhalb der nächsten Paritäten zu keinen wesentlichen Veränderungen. Bemerkenswert ist ein Anstieg der Merkmale TOT, KV1 und KV2 der bei TOT schon ab Drittkalbskühen beobachtbar ist. Aus Voruntersuchungen ergab sich allerdings die beste Modellanpassung, wenn alle Kalbungen ab der dritten zusammengefasst betrachtet wurden. Auch eine Unterteilung der Paritäten nach Altersgruppen führte nicht zu besserer Anpassung und wurde daher nicht weiter verfolgt.

Tabelle 17: Deskriptive Statistik der Parität mit Mittelwert (MW) und Standardabweichung (Std) des Kalbealters in Monaten sowie Rohmittelwerte der Kalbmerkmale in %

Parität	Anzahl Kalbungen	MW Kalbealter	Std Kalbealter	Totgeburten	Problemgeburten	Schwergeburten	Geburtsgewicht	Trächtigkeitsdauer
1	30.589	26,0	2,6	8,7	44,1	14,9	41,6	279,5
2	21.592	39,2	3,6	2,9	24,4	6,2	45,0	280,8
3	14.494	52,6	4,4	3,3	23,5	6,4	45,6	280,9
4	8.121	66,0	5,0	3,7	24,8	7,0	45,6	280,8
5	3.893	79,2	5,8	4,8	27,3	7,8	45,4	280,9
6	1.736	92,2	6,3	4,8	28,0	8,9	45,1	280,7
7	650	105,1	7,1	5,2	28,1	8,0	44,7	280,7
8	236	117,4	7,6	8,5	33,0	9,4	44,8	281,1
9	71	131,5	7,8	5,6	44,3	11,4	44,8	281,8
10	24	142,9	8,5	4,2	33,3	8,3	44,7	279,9
11	10	159,5	11,7	0,0	50,0	30,0	42,6	279,2
12	3	171,0	13,9	0,0	66,7	0,0	43,3	281,0

Das Erstkalbealter (EKA) liegt im Mittel bei 26 Monaten und umfasst Kalbungen zwischen 19 und 44 Monaten. Aufgrund der geringen Besetzung der Randklassen wurden die außerhalb von 22 und 30 Monaten liegenden Kalbealter in diese Gruppen subsummiert. In Tabelle 18 sind die Rohmittelwerte der Kalbmerkmale nach Erstkalbealter gruppiert dargestellt. Während Trächtigkeitsdauer und

Geburtsgewicht mit höherem EKA leicht ansteigen, lässt sich für Problem- und Schweregeburten kein Trend ablesen. Die Totgeburtenrate nimmt bei Kalbungen unterhalb von 25 Monaten zu.

Tabelle 18: Verteilung der Erstkalbealterklassen und Rohmittelwerte der Zielparmeter

Erstkalbealter (Monate)	≤22	23	24	25	26	27	28	29	≥30
Anzahl Kalbungen	1.314	2.780	5.046	5.982	5.008	3.376	2.475	1.695	2.913
Totgeburtenrate (%)	10,8	10,2	9,2	8,3	8,1	8,3	8,2	8,5	8,1
Problemgeburten (%)	42,9	41,3	45,6	45,1	45,9	43,9	43,9	42,3	40,8
Schweregeburten (%)	15,0	14,6	15,0	14,6	15,1	13,9	15,4	14,4	16,0
Geburtsgewicht (kg)	41,6	41,2	41,3	41,5	41,7	41,7	41,9	41,8	42,0
Trächtigkeitsdauer (Tage)	279,1	278,7	279,2	279,4	279,7	279,8	279,8	279,9	280,1

4. Methoden

4.1 Varianzkomponentenschätzung

Die Matrixnotation der Sire-MGS-Modelle lautet bei linearen Merkmalen

$$Y = Xb + Z_{sire} s + Z_{mgs} mgs + e \quad (1)$$

und bei Binärmerkmalen in Anlehnung an HERINGSTAD et al. (2004)

$$\lambda = X\beta + Z_{sire} s + Z_{mgs} mgs + e \quad (2)$$

Y = Vektor der phänotypischen Beobachtungswerte

λ = Vektor der nicht beobachteten Eintrittswahrscheinlichkeit

b, β = Vektor der fixen Effekte

s = Vektor der zufälligen additiv-genetischen Kalbvater-Effekte

mgs = Vektor der additiv-genetischen MGS-Effekte

e = Vektor der zufälligen Resteffekte

X, Z_{sire}, Z_{mgs} = Designmatrix der fixen bzw. zufälligen Effekte

Die Kovarianzmatrizen sehen in Matrixschreibweise folgendermaßen aus:

$$\text{var} \begin{bmatrix} s \\ mgs \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11}A & g_{12}A & 0 \\ g_{21}A & g_{22}A & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dabei ist g_{11} die additiv-genetische Varianz der direkten Effekte, g_{22} die additiv-genetische Varianz der maternalen Effekte und g_{12} die additiv-genetische Kovarianz zwischen direkten und maternalen Effekten. I ist die Einheitsmatrix entsprechend der Anzahl der Messwerte und A ist die Verwandtschaftsmatrix.

Die entsprechenden Mixed-Modell-Gleichungen (MMG) gestalten sich wie folgt:

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z_s & X'R^{-1}Z_{MGS} \\ Z'_s R^{-1}X & Z'_s R^{-1}Z_s + A^{-1}\alpha_1 & Z'_s R^{-1}Z_{MGS} + A^{-1}\alpha_2 \\ Z'_{MGS} R^{-1}X & Z'_{MGS} R^{-1}Z_s + A^{-1}\alpha_2 & Z'_{MGS} R^{-1}Z_{MGS} + A^{-1}\alpha_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{s} \\ m\hat{g}s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'_s R^{-1}y \\ Z'_{MGS} R^{-1}y \end{bmatrix} \quad (4)$$

Mit:

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix}; G^{-1} = \begin{bmatrix} g^{11} & g^{12} \\ g^{21} & g^{22} \end{bmatrix} \text{ und } \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 \\ \alpha_2 & \alpha_3 \end{bmatrix} = \sigma_e^2 \begin{bmatrix} g^{11} & g^{12} \\ g^{21} & g^{22} \end{bmatrix} \quad (5, 6)$$

Das bedeutet, dass die Inverse der Verwandtschaftsmatrix in den MMG mit demjenigen Koeffizienten multipliziert wird, der sich aus dem Produkt aus Restvarianz und dem entsprechenden Eintrag aus der Inversen der G Matrix ergibt (nach MRODE, 2005). Die Verwandtschaftsmatrix setzt sich aus allen im Datenmaterial auftretenden Kalb- und Kuhvätern sowie aus deren Vorfahren zusammen. Dabei werden nur Vater und mütterlicher Großvater des Individuums berücksichtigt.

In X gehen bei allen Schätzungen die fixen Effekte der Zeitgefährtengruppe, des Kalbgeschlechts und des Alters bei der Kalbung ein. Letzteres wird bei Färsen in Monatsstufen eingeteilt, bei Kühen und im Gesamtmaterial wird die Kalbnummer verwendet. Tiere nach der dritten Kalbung werden auf diese zurückgestuft.

Bei den Schwellenwertmodellen wird unterstellt, dass der binären Variable Y eine latente logistisch verteilte Zufallsgröße Z mit $E(z)=\eta$ und $Var(z)=\frac{\pi^2}{3} \approx \sigma^2_{\epsilon}$ zugrunde liegt.

Dann gilt:

$$E(y) = h(\eta) = \frac{\exp(\eta)}{1 + \exp(\eta)} \quad (7)$$

Mit

H = linearer Prediktor

h(η) = logistische Verteilungsfunktion

h⁻¹(η) = log(μ/(1- μ))=Logitfunktion

G₀ entspricht für univariate Modelle der Formel (8), im bivariaten Modell mit den Merkmalen A und B wird G₀ mit Formel (9) beschrieben

$$G_{0_uni} = \begin{bmatrix} \sigma^2_{S} & \sigma_{S,MGS} \\ & \sigma^2_{MGS} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$G_{0_biv} = \begin{bmatrix} \sigma^2_{A,S} & \sigma_{A,S-B,S} & \sigma_{A,S-A,MGS} & \sigma_{A,S-B,MGS} \\ & \sigma^2_{B,S} & \sigma_{B,S-A,MGS} & \sigma_{B,S-B,MGS} \\ & & \sigma^2_{A,MGS} & \sigma_{A,MGS-B,MGS} \\ & & & \sigma^2_{B,MGS} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Die Umrechnung der ermittelten Varianzkomponenten erfolgt anhand der von WILLHAM (1972) dargestellten Kausalitäten. In Formel (10) ist die Berechnung der direkten und maternalen Varianz sowie der genetischen Kovarianz zwischen direkter und maternaler Komponente dargestellt. Mit

Formel (11) können die direkten und maternalen Kovarianzen zwischen zwei Merkmalen A und B berechnet werden. Die Darstellung ist WIGGANS et al. (2003) entlehnt.

$$\begin{bmatrix} \sigma^2_D \\ \sigma_{DM} \\ \sigma^2_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 0 \\ 1 & -4 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma^2_S \\ \sigma_{S,MGS} \\ \sigma^2_{MGS} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_{A,D-B,D} \\ \sigma_{A,D-B,M} \\ \sigma_{A,M-B,D} \\ \sigma_{A,M-B,M} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 4 & 0 \\ 1 & -2 & -2 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{A,S-B,S} \\ \sigma_{A,S-B,MGS} \\ \sigma_{A,MGS-B,S} \\ \sigma_{A,MGS-B,MGS} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Zur Berechnung der phänotypischen Varianz gibt es unterschiedliche Vorstellungen. WIGGANS et al. (2003) verzichten zum Beispiel auf die Berücksichtigung der Covarianz zwischen Sire und MGS mit Verweis auf die in der Regel nicht gegebene Übereinstimmung von Kalb- und Kuhvater. In dieser Arbeit wurde der Ansatz von HERINGSTAD et al. (2007) verwendet, nämlich

$$\sigma^2_p = \sigma^2_s + \sigma^2_{MGS} + 2\sigma_{s,MGS} + \sigma^2_e \quad (12)$$

Die Heritabilität der direkten sowie der maternalen Komponente berechnet sich daraus wie folgt

$$h^2_{direkt} = \frac{\sigma^2_D}{\sigma^2_P} \quad (13) \quad h^2_{maternal} = \frac{\sigma^2_M}{\sigma^2_P} \quad (14)$$

Dabei sind

σ^2_D = additiv-genetische Varianz der direkten Komponente des Kalbes

σ^2_M = additiv-genetische Varianz der maternalen Komponente der Mutter des Kalbes

$\sigma_{D,M}$ = Kovarianz zwischen direkter und maternaler Komponente

σ^2_S = additiv-genetische Varianz des Kalbvaters

σ^2_{MGS} = additiv-genetische Varianz des mütterlichen Großvaters des Kalbes

$\sigma_{S,MGS}$ = Kovarianz zwischen direkter und Kalbvater und mütterlichem Großvater

σ^2_P = Phänotypvarianz

σ^2_e = Restvarianz

Für die Varianzkomponenten- und Zuchtwertschätzung wurde das Programm ASReml3 von GILMOUR et al. (2008) verwendet.

4.2 Umstellung der Zuchtwerte

Während der von ASReml geschätzte Sire-Zuchtwert (\hat{s}_i) dem Schätzer für die direkten additiv-genetischen Eigenschaften eines Bullen i entspricht, muss dessen maternale Komponente ($\hat{m}at_i$) mithilfe der folgenden Formel ermittelt werden.

$$\hat{m}at_i = m\hat{g}s_i - \frac{1}{2}\hat{s}_i \quad (15)$$

Die direkten und maternalen Naturalzuchtwerte werden für alle Bullen zu Relativzuchtwerten umgestellt. Als Basis werden Mittelwerte und Standardabweichungen derjenigen Bullen mit Leistungsnachkommen (L) verwendet, also für direkte Eigenschaften alle Kalbsväter und für maternale Eigenschaften alle Kuhväter. Die Zuchtwerte der Tot-, Problem- und Schweregeburtenrate sowie aller segmentierten Merkmalsdefinitionen mit Ausnahme der Merkmale „lebend-leicht“ sowie „lebend-normal“ werden gespiegelt, damit ein hoher Zuchtwert günstigen Eigenschaften entspricht.

$$\begin{aligned} ZW_{nat} &\approx N(\mu_A, \sigma_A) \\ ZW_{rel} &= \left(\frac{ZW_{nat} - \mu_L}{\sigma_L} \right) \times 12 + 100 \approx N(100, 12) \end{aligned} \quad (16)$$

Für den Vergleich von Zuchtwerten von Bullen müssen diese über eine Mindestnachkommenzahl verfügen, damit grundlegende Anforderungen an die Sicherheiten der Zuchtwerte r^2_{TI} gewahrt bleiben. Die Formel für die Abschätzung der Untergrenze der Sicherheit der Zuchtwerte entspricht der Sicherheit, die aus dem Mittel von n Nachkommenleistungen generiert wird. Diese lässt sich wie folgt darstellen (MRODE, 2005):

$$r^2_{TI} = \frac{n}{n+k}; k = \frac{4-h^2}{h^2} \quad (17)$$

Für Erblichkeitsgrade von 10 % und 30 % sind für 20 Nachkommen 11 % bzw. 26 % sowie für 40 Nachkommen 38 % und 58 % als Untergrenzen der Sicherheiten zu erwarten. Diese Kalkulation berücksichtigt nicht, dass bei maternalen Effekten eine Korrektur um direkte Effekte bei mehreren Kalbvätern durchgeführt werden muss.

4.3 Zusammenhänge zwischen Zuchtwerten

Für Zusammenhänge zwischen Zuchtwerten von Bullen mit genügend Nachkommen werden Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman gebildet. Die so erhaltenen Werte entsprechen nur eingeschränkt den zugrundeliegenden genetischen Korrelationen, da hierfür eine Korrektur um die Sicherheiten der Zuchtwerte vorgenommen werden müsste, wie von CALO et al. (1973) vorgestellt. Da allerdings aus einem Sire-MGS Modell keine maternale Sicherheit abgeleitet werden kann und auf

ein approximatives Verfahren zur Schätzung der maternalen Sicherheiten (WIGGANS et al., 2008b) in dieser Arbeit verzichtet wurde, kann die Methode von CALO et al. (1973) nicht verwendet werden.

4.4 Gegenüberstellung von Haupt- und Hilfsmerkmalen

Die Gegenüberstellung der Haupt- und Hilfsmerkmale erfolgt in zwei Richtungen. Zum einen werden die Hilfsmerkmale in Abhängigkeit der Hauptmerkmale dargestellt. Darüber hinaus erfolgt eine Darstellung der Hauptmerkmale in Abhängigkeit vom Hilfsmerkmal. Dazu wird die unabhängige Variable in drei Gruppen mit den Schwellenwerten von einer halben Standardabweichung der Zuchtwerte über und unter dem Mittel geteilt. Diese Einteilung erlaubt näherungsweise gleiche Gruppengrößen. Die abhängige Variable wird als Mittelwert innerhalb der Gruppe abgebildet.

5. Ergebnisse

Die Vorstellung der Ergebnisse erfolgt in der Reihenfolge der Zielstellungen dieser Arbeit.

Dabei werden für die ersten beiden Komplexe zuerst die Heritabilitäten angegeben, gefolgt von den genetischen Korrelationen der Varianzkomponentenschätzung. Es schließt sich die Vorstellung der anhand der Zuchtwerte ermittelten Rangkorrelationen als Approximation zu genetischen Korrelationen an. Für die Darstellung der Nutzbarkeit der Hilfsmerkmale Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer für die Zielmerkmale Tot-, Problem- und Schwereburtenrate sowie zwei ausgewählte segmentierte Merkmalsdefinitionen werden die Zusammenhänge in zwei Formen dargestellt. Zuerst werden die Hilfsmerkmale in Abhängigkeit der Zielmerkmale untersucht, es schließt sich eine Betrachtung der Zielmerkmale in Abhängigkeit der Hilfsmerkmale an.

Für die Darstellung der Rangkorrelationen wurden nur Bullen betrachtet, für die eine definierte Mindestanzahl an beobachteten Nachkommenleistungen vorlag. Aufgrund der Struktur des Datenmaterials mussten hier zum Teil Kompromisse gemacht werden, um beispielsweise eine genügende Bullenanzahl mit sowohl direkten als auch maternalen Nachkommenleistungen zu realisieren. Die Untergrenze beträgt grundsätzlich für Betrachtungen innerhalb der direkten und maternalen Effekte 40, für Vergleiche zwischen den Paritätsstufen 20 Nachkommenleistungen. In Ausnahmefällen wurde von diesen Werten abgewichen.

5.1 Untersuchungen der Kalbmerkmale nach Paritätsgruppen

5.1.1 Heritabilitäten der Kalbmerkmale

In Tabelle 19 sind die Heritabilitäten der Kalbmerkmale dargestellt. Die Erblichkeitsgrade beziehen sich auf die Varianzkomponenten der univariaten Modelle. Auf eine Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der bivariaten Läufe wurde verzichtet, da keine nennenswerten Unterschiede zu beobachten waren.

Die höchste Erblichkeit weist mit 44 % die direkte Trächtigkeitsdauer bei Färsen auf, als am geringsten erblich erweist sich im untersuchten Material der maternale Einfluss auf die Totgeburtenrate bei Kühen (3,2 %). In den vorliegenden Ergebnissen überwiegt bei Färsenkalbungen die maternale Komponente der Totgeburten gegenüber den vom Kalb ausgehenden Eigenschaften (28 % vs. 14 %). Bei pluriparen Tieren ist nur eine schwach ausgeprägte genetische Varianz zu beobachten. Bei hohen Standardfehlern der Heritabilitäten scheint die Vitalität des Kalbes vordergründig von der Frucht selbst abzuhängen.

Der direkte Kalbeverlauf liegt unabhängig von der Merkmalsdefinition bei 14 % Erblichkeit bei Färsen und 10 % bei Kühen während die maternalen Eigenschaften mit 10 % und 7 % (Problemgeburten bei

Kühen) weitergegeben werden. Die Varianz von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer ist stark genetisch determiniert und geht zum überwiegenden Teil von der Frucht aus (30 % vs. 7 %, 44 % vs. 7 % bei Färsen). Dabei fällt auf, dass die Erblichkeit bei pluriparen Tieren sich bei gleichbleibender Summe aus direkter und maternaler Komponente in Richtung der Mutter des Kalbes verschiebt. Die Heritabilität pluriparer Tiere ist gegenüber Erstgebärenden bis auf die eben genannte Beobachtung deutlich bis stark reduziert. Die Ergebnisse aus der gemeinsamen Untersuchung von Färsen und Kühen weisen immer intermediäre Werte auf.

Tabelle 19: Direkte und maternale Heritabilitäten (h^2 , in %) mit Standardfehler (se) der Kalbmerkmale für alle Paritäten sowie Färsen- und Kuhkalbungen

	direkt						maternal					
	Färsen		Kühe		Gesamt		Färsen		Kühe		Gesamt	
	h^2	se	h^2	se	h^2	se	h^2	se	h^2	se	h^2	se
Totgeburten	13,8	3,1	7,4	2,6	10,4	2,1	28,1	5,1	3,2	2,8	18,0	3,3
Problemgeburten	14,1	2,0	10,2	1,4	11,1	1,2	10,1	1,9	6,9	1,6	8,7	1,3
Schweregeburten	14,8	2,6	10,3	2,3	12,2	1,7	10,9	2,6	10,2	3,3	7,9	1,7
Geburtsgewicht	32,0	2,5	26,2	2,4	27,9	1,6	7,1	1,3	9,6	1,5	7,7	1,0
Trächtigkeitsdauer	44,3	3,1	41,9	2,4	43,9	2,2	6,6	1,3	9,1	1,5	8,6	1,1

5.1.2 Verteilung der Zuchtwerte

Tabelle 20: Standardabweichungen der Naturalzuchtwerte von Vätern mit Leistungsnachkommen

		Totgeburt	Problemgeburt	Schweregeburt	Geburts- gewicht	Trächtigkeits- dauer
Direkt	Färsen	0,155	0,207	0,178	0,842	1,296
	Kühe	0,105	0,178	0,130	0,984	1,314
	Gesamt	0,135	0,201	0,179	0,989	1,397
Maternal	Färsen	0,256	0,145	0,135	0,295	0,305
	Kühe	0,044	0,100	0,087	0,377	0,332
	Gesamt	0,167	0,125	0,096	0,352	0,349

In Tabelle 20 sind die Standardabweichungen der Naturalzuchtwerte der Bullen mit Nachkommeninformationen dargestellt. Eine Interpretation der Binärmerkmale ist nur eingeschränkt möglich. Im Allgemeinen folgen die Werte den Tendenzen der geschätzten Heritabilitäten (siehe Kapitel 5.1.1), sodass ein höher heritables Merkmal stärker streut. Bei den linearen Merkmalen Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer lässt sich ablesen, dass die direkte Vererbungsleistung eines

Bullen mit einem um eine Standardabweichung abweichenden Zuchtwert um 0,84 kg bzw. 1,3 Tage vom Populationsmittel abweicht. Der Einsatz eines solchen Bullen führte in einer durchschnittlichen Population demnach zu Kälbern mit um 0,42 kg oder 0,65 Tage abweichenden genetischen Eigenschaften. Die Streuung der maternalen Eigenschaften erreicht nur 35 % (GG) bzw. 24 % (TD) der Streuung der direkten Merkmale.

5.1.3 Genetische Korrelationen zwischen Kalbmerkmalen

Im folgenden Abschnitt sind die aus den bivariaten Varianzkomponentenschätzungen ermittelten genetischen Korrelationen der Kalbmerkmale dargestellt. Auf die Darstellung von Zusammenhängen zwischen direkten Eigenschaften eines Merkmales und maternalen Eigenschaften eines anderen wurde verzichtet, da die Werte sich bei hohen Standardfehlern um null bewegten und Interaktionen allgemein schwierig biologisch zu interpretieren wären.

Ein Teil der bivariaten Modelle mit Schweregeburten erreichte nicht das Konvergenzkriterium. Wie aus Tabelle 21 und Tabelle 22 hervorgeht, liegt die genetische Korrelation zwischen direkter und maternaler Komponente für die Totgeburtenrate der Färsen im moderat negativen Bereich (-0,24), während für die anderen Färsenmerkmale keine genetisch-linearen Zusammenhänge zu beobachten sind. Bei pluriparen Tieren liegt die direkt-maternale Korrelation der Totgeburtenrate im positiven Bereich bei allerdings sehr hohem Standardfehler. Die Korrelationen der Kalbeverlaufsdefinitionen sind moderat bis stark negativ.

Die Korrelationen zwischen den direkten Merkmalen bewegen sich ausschließlich im positiven Bereich, wobei der stärkste Zusammenhang sowohl bei Färsen als auch bei Kühen zwischen Problemgeburten und Geburtsgewicht besteht (LA1 0,87, LAX 0,80). Ähnlich stark sind Totgeburten mit dem Gewicht bei Kühen verbunden (0,71), während der Zusammenhang bei Färsen nicht so stark ausgeprägt ist. Der Zusammenhang zu Tot- und Problemgeburten ist bei der Trächtigkeitsdauer geringer als beim Geburtsgewicht. Vor allem die Beziehung mit Totgeburten bei Färsen ist gering (0,17).

Die maternalen Eigenschaften der Kalbmerkmale weisen keine als genetische Korrelation erkennbaren Verknüpfungen auf, außer TOT-KV1 bei Färsen (0,82). Moderate Zusammenhänge bestehen zwischen GG-TD sowie TOT-TD bei Färsen. Die Korrelationen von Totgeburten zu Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bei Kühen scheinen aufgrund ihrer hohen Standardfehler nicht plausibel, mithin muss aufgrund der niedrigen maternalen Erblichkeiten eine Verzerrung unterstellt werden.

Tabelle 21: Genetische Korrelationen (r_g) mit Standardfehler (se) der Kalbmerkmale für Färsenkalbungen
diagonal: Korrelationen zwischen direkter/maternaler Komponente, oberhalb: zwischen direkten Komponenten, unterhalb: zwischen maternalen Komponenten

	Totgeburten (TOT)		Problemgeburten (KV1)		Schwergelbungen (KV2)		Geburtsgewicht (GG)		Trächtigkeitsdauer (TD)	
	r_g	se	r_g	se	r_g	se	r_g	se	r_g	se
	TOT	-0,235	0,156	0,657	0,092	0,639*	0,097	0,349	0,107	0,166
KV1	0,816	0,073	0,068	0,132	nc**		0,872	0,036	0,402	0,072
KV2	0,778*	0,083	nc**		-0,019	0,166	0,882	0,047	0,486	0,082
GG	0,028	0,131	0,059	0,132	-0,034	0,150	0,012	0,100	0,407	0,053
TD	0,275	0,127	0,110	0,136	0,084	0,153	0,498	0,107	-0,115	0,094

* beide Merkmale linear

** nicht konvergiert

Tabelle 22: Genetische Korrelationen (r_g) mit Standardfehler (se) der Kalbmerkmale für Kuhkalbungen
diagonal: Korrelationen zwischen direkter/maternaler Komponente, oberhalb: zwischen direkten Komponenten, unterhalb: zwischen maternalen Komponenten

	Totgeburten (TOT)		Problemgeburten (KV1)		Schwergelbungen (KV2)		Geburtsgewicht (GG)		Trächtigkeitsdauer (TD)	
	r_g	se	r_g	se	r_g	se	r_g	se	r_g	se
	TOT	0,312	0,580	nc*		nc*		0,714	0,110	0,529
KV1	nc*		-0,293	0,137	nc*		0,801	0,044	0,449	0,064
KV2	nc*		nc*		-0,716	0,143	nc*		0,579	0,086
GG	-0,768	0,332	0,092	0,132	nc*		0,087	0,090	0,348	0,045
TD	0,296	0,272	0,128	0,132	0,099	0,154	0,326	0,101	0,009	0,083

* nicht konvergiert

5.1.4 Rangkorrelationen zwischen Kalbmerkmalen innerhalb der Paritätsgruppe

In Tabelle 23 sind die Rangkorrelationen der Kalbmerkmalszuchtwerte abgebildet. Generell lässt sich sagen, dass die Korrelationen der Zuchtwerte die Tendenz der in Tabelle 21 gezeigten genetischen Korrelationen widerspiegeln, die Zusammenhänge in ihrem Ausmaß aber nicht so stark ausgeprägt sind. Davon nimmt sich die Korrelation Totgeburten der Kühe direkt-maternal aus, hier ist die Zuchtwert-Korrelation mit 0,73 deutlich höher als die genetische (0,31). Deutliche Abweichungen lassen sich nur bei pluriparen Totgeburten beobachten (TOT direkt-maternal, TOT-GG maternal) und

sollten aufgrund der niedrigen Inzidenz und Erblichkeit nicht überbewertet werden. Von Interesse ist hingegen der Zusammenhang der Kalbeverlaufsdefinitionen, der zwar hoch ist, sich aber deutlich von eins unterscheidet.

Tabelle 23: Spearman Rangkorrelationen der direkten und maternalen Relativzuchtwerte der Färsen und Kühe für Totgeburten (TOT), Problemgeburten (KV1), Schwergelbungen (KV2), Geburtsgewicht (GG) und Trächtigkeitsdauer (TD) von Bullen mit mindestens 40 Nachkommenleistungen für Färsen und Kühe (diagonal: direkt-maternal; oberhalb: direkt; unterhalb: maternal; *, wenn $p < \alpha = 0,05$)

	Färsen					Kühe				
	(N _{direkt} =138 . N _{maternal} =135, N _{direkt-maternal} =78)					(N _{direkt} =399 . N _{maternal} =217, N _{direkt-maternal} =71)				
	TOT	KV1	KV2	GG	TD	TOT	KV1	KV2	GG	TD
TOT	-0,19*	0,35*	0,41*	-0,26*	-0,11	0,73*	0,46*	0,41*	-0,35*	-0,20*
KV1	0,52*	0,07	0,80*	-0,65*	-0,40*	0,34*	-0,23	0,68*	-0,59*	-0,32*
KV2	0,51*	0,76	-0,08	-0,61*	-0,38*	0,19*	0,57*	-0,82*	-0,49*	-0,31*
GG	0,09	-0,13	-0,00	0,01	0,42*	0,13*	-0,06	-0,05	0,10	0,38*
TD	-0,08	-0,08	-0,06	0,40*	-0,09	-0,05	0,00	0,06	0,32*	0,07

5.1.5 Rangkorrelationen der Kalbmerkmale zwischen Paritätsgruppen

Für den Vergleich der Zuchtwerte für alle Paritäten, Färsen, Kühe lässt sich zunächst für fast alle Merkmale ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen den beobachteten Gruppen zeigen. Die größten Übereinstimmungen finden sich zwischen den Zuchtwerten aller Paritäten gegenüber denen von Färsen sowie Kühen. Dieser Umstand ist allerdings auf eine Autokorrelation der Teil- mit der Gesamtmenge zurückzuführen. Dagegen sind die Unterschiede zwischen den Zuchtwerten der Färsen und Kühe beträchtlich. Die vom Kalb ausgehenden Effekte für GG und TD sind am ehesten ähnlich, während die maternalen Komponenten aller Merkmale sowie die direkten Kalbeverlaufeigenschaften maßgeblich divergieren. Direkte Totgeburten von Färsen und Kühen scheinen in keinem Zusammenhang zu stehen.

Tabelle 24: Rangkorrelationen zwischen den Merkmalen für alle Paritäten, Färsen und Kühe für Bullen mit mindestens 20 Nachkommenleistungen (*, wenn $p < \alpha = 0,05$)

		N	Totgeburt	Problem- geburt	Schwer- geburt	Geburts- gewicht	Trächtigkeits- -dauer
Direkt	Färsen-Kühe	217	0,09	0,46*	0,37*	0,76*	0,82*
	Färsen-Gesamt	289	0,77*	0,77*	0,80*	0,89*	0,90*
	Kühe-Gesamt	544	0,68*	0,88*	0,77*	0,97*	0,97*
Maternal	Färsen-Kühe	270	0,23*	0,44*	0,23*	0,60*	0,55*
	Färsen-Gesamt	374	0,90*	0,84*	0,86*	0,85*	0,80*
	Kühe-Gesamt	491	0,57*	0,83*	0,68*	0,93*	0,89*

Eine Kontrolle bei mindestens 40 Nachkommen pro Bulle und Gruppe ergab zwar einen signifikanten Zusammenhang (0,31). Allerdings ist zu beachten, dass diese Zahl auf 89 Bullen basiert und eine Verschiebung durch einen höheren Anteil vorselektierter zuchtwertgeprüfter Bullen nicht ausgeschlossen werden kann.

Weiter bleibt festzuhalten, dass vor allem für die hochheritablen direkten Merkmale GG und TD, aber auch für direkte Problemgeburten, das Gesamtmaterial besser die Kuhzuchtwerte beschreibt als die Färsenzuchtwerte, was im Zusammenhang mit dem höheren Anteil der Kuhkalbungen im Datenmaterial zu sehen ist.

5.2 Untersuchungen der segmentierten Definitionen der Kalbmerkmale

Die Ergebnisse der segmentierten Merkmalsdefinitionen beruhen hauptsächlich auf univariaten Modellen. Bivariate Modelle führten nicht zum Erreichen des Konvergenzkriteriums. Zur Schätzung der genetischen Korrelationen zu Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer wurden daher bivariate Vatermodelle ohne Berücksichtigung der maternalen Komponente aufgestellt. Sofern es sich bei Vergleichen zwischen den Clustern anbietet, werden für eine bessere Lesbarkeit die Definitionen mit „leicht“ resp. „normal“ als „ohne Hilfe“, sowie die Definitionen „assistiert“ und „schwer“ als „mit Hilfe“ zusammengefasst.

5.2.1 Heritabilitäten und genetische Korrelationen zu Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer

Die genetischen Parameter der segmentierten Kalbmerkmalsdefinitionen finden sich in Tabelle 25 und Tabelle 26. Zwischen den Merkmalen bestehen beträchtliche Unterschiede hinsichtlich der Erbllichkeit sowie der genetischen Zusammenhänge. Dabei verhalten sich die Definitionen „lebend-ohne Hilfe“ und „lebend- mit Hilfe“ der beiden Cluster ähnlich, während die Definitionen „tot-ohne

Hilfe“ und „tot-mit Hilfe“ zwischen den Clustern verschiedene genetische Parameter aufweisen. Die maternale Komponente spielt bei „lebend-mit Hilfe“ nur eine unwesentliche Rolle („lebend-assistiert“ 5,3 %, „lebend-schwer“ 6,4 %) und ist mit ca. 25 % am höchsten bei den Merkmalen „tot-mit Hilfe“. Weiterhin fällt die hohe direkte Heritabilität von „tot-schwer“ auf. Die Korrelationen zwischen direkter und maternaler Komponente liegen für „lebend-ohne Hilfe“ und „lebend-mit Hilfe“ bei null. Für „tot-schwer“ zeichnet sich ein antagonistischer Zusammenhang zwischen direkter und maternaler Komponente bei allerdings hohem Standardfehler ab. Die direkt-maternale Korrelation von „tot-leicht“ ist aufgrund der hohen Standardfehler nur eingeschränkt interpretierbar. Die genetischen Korrelationen der direkten Komponenten der Merkmale zu Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer sind bei Betrachtung lebender Kälber stark ausgeprägt. Die negativen Vorzeichen bei „lebend-ohne Hilfe“ sind auf die Merkmalsdefinition zurückzuführen und stehen im Einklang mit „lebend mit Hilfe“. Während die genetische Korrelation von „tot-mit Hilfe“ zu GG und TD im moderaten Bereich liegt, zeigen sich für „tot-leicht“ negative Zusammenhänge bei wiederum hohem Standardfehler.

Tabelle 25: Genetische Parameter der segmentierten Merkmale im Cluster Totgeburt × Problemgeburt und genetische Korrelationen zu direktem Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer

Definition*	Lebend-leicht		Lebend-assistiert		Tot-leicht		Tot-assistiert	
	Wert	se	Wert	se	Wert	se	Wert	se
h^2_{dir} (%)	13,9	2,0	9,8	1,6	11,5	5,2	14,3	3,4
h^2_{mat} (%)	11,8	2,1	5,3	1,4	10,6	6,9	25,5	5,5
r_g direkt-maternal	-0,017	0,128	0,052	0,168	0,316	0,525	-0,096	0,186
r_g dir zu GG	-0,815	0,045	0,840	0,048	-0,221	0,183	0,522	0,100
r_g dir zu TD	-0,340	0,077	0,370	0,085	-0,135	0,195	0,224	0,109

* h^2_{dir} / h^2_{mat} =direkte/maternale Heritabilität, r_g =genetische Korrelation, GG=Geburtsgewicht, TD=Trächtigkeitsdauer

Tabelle 26: Genetische Parameter der kombinierten Zielparameter im Cluster Totgeburt × Schweregeburt und genetische Korrelationen zu direktem Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer

Definition*	Lebend-normal		Lebend-schwer		Tot-normal		Tot-schwer	
	Wert	se	Wert	se	Wert	se	Wert	se
h^2_{dir} (%)	11,6	2,2	11,7	2,6	9,4	3,3	24,2	5,7
h^2_{mat} (%)	14,6	2,7	6,4	2,3	24,9	6,0	24,7	7,2
r_g direkt-maternal	-0,115	0,146	-0,00	0,224	0,000	0,25	-0,319	18,9
r_g dir zu GG	-0,757	0,064	0,878	0,060	0,114	0,145	0,509	0,102
r_g dir zu TD	-0,385	0,088	0,528	0,096	0,046	0,148	0,229	0,109

* h^2_{dir} / h^2_{mat} =direkte/maternale Heritabilität, r_g =genetische Korrelation, GG=Geburtsgewicht, TD=Trächtigkeitsdauer

5.2.2 Verteilung der Zuchtwerte

In Tabelle 27 sind die Standardfehler der Naturalzuchtwerte der Bullen mit Nachkommeninformation dargestellt.

Tabelle 27: Standardabweichungen der Naturalzuchtwerte der segmentierten Merkmale von Vätern mit Leistungsnachkommen (TOT=Totgeburt, KV1=Problemgeburt, KV2=Schwerggeburt)

	Cluster	Lebend-ohne Hilfe	Lebend-mit Hilfe	Tot-ohne Hilfe	Tot-mit Hilfe
Direkt	TOT×KV1	0,201	0,155	0,115	0,150
	TOT×KV2	0,155	0,146	0,109	0,194
Maternal	TOT×KV1	0,162	0,083	0,100	0,229
	TOT×KV2	0,184	0,081	0,222	0,188

5.2.3 Rangkorrelationen zwischen den Merkmalen

Die Rangkorrelationen der Zuchtwerte zwischen den Merkmalsdefinitionen „lebend“ und „tot“ bzw. „ohne Hilfe“ und „mit Hilfe“ der beiden Clustern liegen zwischen 0,64 und 0,82 (siehe Tabelle 28). Die Definitionen „lebend-ohne Hilfe“ sowie „tot-mit Hilfe“ zeigen gegenüber den anderen beiden Merkmalsverknüpfungen stärkere Zusammenhänge.

Tabelle 29 zeigt die Rangkorrelationen zwischen den Zuchtwerten der segmentierten Merkmale innerhalb ihres Clusters. Die Zusammenhänge zwischen direkter und maternaler Komponente entsprechen weitgehend den ermittelten genetischen Korrelationen. Einzig bei „tot-leicht“ ist der Zusammenhang der Zuchtwerte deutlich stärker als die genetische Korrelation (0,75 vs. 0,32). Gleichzeitig ist die vom Kalb ausgehende genetische Fähigkeit zu „lebend-leichter“ Geburt stark assoziiert mit „lebend-assistiert“ (0,87 und 0,77) sowie moderat verbunden mit dem Merkmal „tot-schwer“ (0,53). Zwischen den Komplementärgruppen „tot-leicht“ und „tot-assistiert“ bzw. „tot-normal“ und „tot-schwer“ bestehen keine direkten (ca. 0) und nur moderate maternale Zusammenhänge (ca. 0,35). Ebenso zeigen sich zwischen „tot-leicht“ und den Merkmalen mit lebendem Kalb nur schwache oder keine Zusammenhänge.

Zwischen den Definitionen „tot-normal“ und „tot-assistiert“ bestehen maternal positive, allerdings direkt nur moderate Zusammenhänge (0,72 und 0,35; nicht dargestellt).

Tabelle 28: Korrelationen innerhalb des Merkmals zwischen den Clustern Totgeburt × Problemgeburt und Totgeburt × Schwerggeburt (*, wenn $p < \alpha = 0,05$)

	Lebend-ohne Hilfe	Lebend-mit Hilfe	Tot-ohne Hilfe	Tot-mit Hilfe
Direkt	0,79*	0,77*	0,68*	0,82*
Maternal	0,80*	0,64*	0,70*	0,79*

Tabelle 29: Spearman- Rangkorrelationen der Zuchtwerte für die Cluster Totgeburt × Problemgeburt und Totgeburt × Schweregeburt für Bullen mit mindestens 40 Nachkommen (L=Lebend, T=Tot, L=Leicht, A=Assitiert, N=Normal, S=Schwer, *, wenn $p < \alpha = 0,05$)

	LL	LA	TL	TA		LN	LS	TN	TS
LL	0,02	0,87*	-0,06	0,53*	LN	-0,26*	0,77*	0,36*	0,53*
LA	0,82*	0,13	-0,26*	0,21*	LS	0,72*	-0,07	-0,03	0,17*
TL	0,34*	0,04	0,75*	-0,05	TN	0,69*	0,18*	0,20	0,02
TA	0,64*	0,22*	0,32*	0,00	TS	0,62*	0,30*	0,36*	-0,28*

5.2.4 Korrelationen der segmentierten Merkmale mit Tot-, Problem- und Schweregeburt

In Tabelle 30 sind die Rangkorrelationen der segmentierten Merkmale mit den „normalen“ Merkmalen dargestellt. Die Merkmalsdefinitionen mit lebendem Kalb weisen starke Zusammenhänge mit den Kalbeverlaufszuchtwerten auf. Dabei zeigt sich die höchste Übereinstimmung zwischen der jeweiligen Kalbeverlaufsdefinition sowie dem daraus abgeleiteten Cluster. Totgeburten dagegen weisen die höchsten Korrelationen zu „tot-assitierten“ Kalbungen auf (0,83 direkt und 0,90 maternal) während zu „tot-leichten“ Kalbungen nur ein moderater Zusammenhang besteht. Dieser Unterschied tritt im Cluster zwischen „tot-normal“ und „tot-schwer“ in ihrer Beziehung zur Totgeburtenrate nicht auf. Während ein Großteil der weiteren Merkmale moderat positiv miteinander korreliert ist, weichen „tot-leichte“ Kalbungen deutlich ab.

Tabelle 30: Rangkorrelationen der kombinierten Zuchtwerte mit „klassischen“ Merkmalszuchtwerten (*, wenn $p < \alpha = 0,05$)

		Lebend-leicht	Lebend-assitiert	Tot-leicht	Tot-assitiert	Lebend-normal	Lebend-schwer	Tot-normal	Tot-schwer
Direkt	Totgeburten	0,44*	0,04	0,36*	0,83*	0,67*	0,14	0,64*	0,69*
	Problemgeburten	0,97*	0,90*	-0,25*	0,56*	0,75*	0,73*	0,04	0,45*
	Schweregeburten	0,76*	0,68*	-0,24*	0,58*	0,87*	0,87*	-0,04*	0,60*
Maternal	Totgeburten	0,64*	0,16	0,58*	0,90*	0,81*	0,26*	0,86*	0,69*
	Problemgeburten	0,97*	0,88*	0,17	0,60*	0,73*	0,66*	0,37*	0,51*
	Schweregeburten	0,75*	0,61*	0,21*	0,60*	0,85*	0,88*	0,28*	0,67*

5.3 Zusammenhänge zwischen Hilfsmerkmalen und Zielmerkmalen

Die Darstellung der Zusammenhänge zwischen Hilfs- und Zielmerkmalen erfolgt in zwei Betrachtungsrichtungen - Hilfsmerkmal in Abhängigkeit vom Zielmerkmal und Zielmerkmal in Abhängigkeit von Hilfsmerkmal. Dazu wird die unabhängige Variable anhand ihres Zuchtwertes in drei Gruppen (gut, mittel, schlecht) eingeteilt und der Mittelwert des Zuchtwertes der abhängigen Variable innerhalb der Gruppe abgebildet. Um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten, werden neben den primiparen auch die pluriparen Kalbungen untersucht. In der Folge werden die direkten Zuchtwerte der Hilfsmerkmale in Abhängigkeit von Bullengruppen mit sowohl direkt als auch maternal guten, mittleren oder schlechten Vererberleistungen dargestellt.

Für diesen Untersuchungsteil werden nur die beiden segmentierten Merkmale „tot-leicht“ und „tot-schwer“ zusätzlich zu den „normalen“ Merkmalen auf ihre Zusammenhänge mit den Hilfsmerkmalen untersucht.

5.3.1 Betrachtung der Hilfsmerkmale in Abhängigkeit von den Zielmerkmalen

In Tabelle 31 sind die mittleren Zuchtwerte für GG und TD für die Bullen der guten, mittleren und schlechten Kalbmerkmalsgruppen dargestellt. Für die Merkmale Problem-, Schweregeburten und „tot-schwer“ zeigt sich ein deutlicher Trend, wonach Bullen mit günstigen Zuchtwerten deutlich reduzierte Geburtsgewichte aufweisen. Der Unterschied zwischen günstiger und ungünstiger Gruppe beträgt demnach 20,3; 17,5 und 7,9 Punkte, was bei Umrechnung auf die beobachtete Streuung der Naturalzuchtwerte (vgl. Tabelle 20) 1,4; 1,2 und 0,6 kg genetisch bedingten Differenz des Geburtsgewichts zwischen den Gruppen ausmacht. Ungünstige Zuchtwerte für „tot-leicht“ zeigen gegenüber dem Mittel der Population um fünf Punkte reduzierte Geburtsgewichtszuchtwerte, während bei Totgeburten keine wesentlichen Unterschiede bestehen.

Die direkte Trächtigkeitsdauer zeigt bei Problem- und Schweregeburten einen Trend hin zu niedrigeren Zuchtwerten bei günstigen Geburtseigenschaften, während bei „tot-leicht“ ein umgekehrter Trend zu beobachten ist. Die Totgeburtenrate und das Merkmal „tot-schwer“ beeinflussen die Trächtigkeitsdauer nicht.

Die maternalen Eigenschaften von Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht sind in der Mehrzahl unbeeinflusst von der Gruppierung der maternalen Kalbeeigenschaften. Lediglich bei ungünstigem „tot-leicht“ oder Totgeburtszuchtwert ist das maternale Geburtsgewicht um 4,6 sowie 3,3 Punkte gegenüber dem Populationsmittel reduziert.

In der Gruppe der pluriparen Tiere (siehe Tabelle 32) folgen die Ergebnisse für Problem- und Schweregeburten sowohl in Bezug auf Trächtigkeitsdauer als auch Geburtsgewicht dem bei Färsen

beobachteten Zusammenhängen. Im Unterschied zu primiparen Tieren zeigt sich hier ein Zusammenhang der Hilfsmerkmale mit der Totgeburtenrate, wobei günstige Zuchtwerte mit geringerem GG und kürzerer TD, ungünstige Zuchtwerte mit höherem GG assoziiert sind. Die Gruppen der maternalen Komponente lassen keinerlei Rückschlüsse auf Zusammenhänge zu.

In Tabelle 33 sind die Bullen gruppiert, die sowohl direkt als auch maternal günstige, durchschnittliche oder ungünstige Zuchtwerte aufweisen. Ihnen stehen die Mittelwerte des direkten Geburtsgewichts und der direkten Trächtigkeitsdauer gegenüber. Aufgrund der kleinteiligen Gruppierung wurden alle Bullen einbezogen, für die sowohl direkt als auch maternal mindestens 15 Nachkommenleistungen vorlagen. Es zeigt sich, dass Bullen mit sowohl direkt als auch maternal überdurchschnittlichen Leistungen für Problem- und Schweregeburten sowie „tot-schwer“ eine Disposition zu genetisch leichteren Kälber hatten, während direkt und maternal ungünstige Bullen deutlich oberhalb des Populationsmittels liegende Geburtsgewichte vererben. Während in Bezug auf die Totgeburtenrate günstige gegenüber ungünstigen Bullen im Mittel längere Trächtigkeitsdauer vererben, zeigen gerade die ungünstigen Bullen bezüglich Problem- und Schweregeburten längere Tragezeiten.

Tabelle 31: Mittlere Färsenzuchtwerte für Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bei Bullen mit über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Kalbmerkmalszuchtwerten für deren direkte und maternale Eigenschaften (289 Kalbväter, 384 Kuhväter bei Anzahl Nachkommen \geq 20)

			Totgeburten	Problem- geburten	Schwer- geburten	Tot-leicht	Tot-schwer
Geburtsgewicht	Direkt	Gut	97,3	89,8	91,1	99,1	95,7
		Mittel	98,3	99,2	99,1	101,6	97,3
		Schlecht	101,1	110,1	108,6	95,4	103,6
	Maternal	Gut	100,0	97,7	100,0	102,6	101,1
		Mittel	102,4	99,9	99,0	100,2	98,7
		Schlecht	96,7	101,8	100,3	94,8	99,2
Trächtigkeitsdauer	Direkt	Gut	100,7	94,5	95,5	102,3	101,2
		Mittel	100,5	103,3	99,1	101,0	99,8
		Schlecht	100,0	103,2	103,2	97,5	100,2
	Maternal	Gut	99,5	98,0	98,4	100,3	100,0
		Mittel	99,2	100,2	101,3	99,8	100,0
		Schlecht	100,8	101,4	99,8	99,0	99,5

Tabelle 32: Mittlere Kuhzuchtwerte für Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bei Bullen mit über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Kalbmerkmalszuchtwerten für deren direkte und maternale Eigenschaften (544 Kalbväter, 491 Kuhväter bei Anzahl Nachkommen ≥ 20)

		Geburtsgewicht			Trächtigkeitsdauer		
		Tot- geburten	Problem- geburten	Schwer- geburten	Tot- geburten	Problem- geburten	Schwer- geburten
Direkt	Gut	94,2	91,6	92,6	96,4	95,2	95,1
	Mittel	100,4	100,0	99,5	99,6	99,3	99,0
	Schlecht	104,4	108,3	107,7	101,9	103,8	104,3
Maternal	Gut	102,8	99,8	99,0	100,1	98,1	99,9
	Mittel	100,6	101,6	102,0	97,4	101,3	99,8
	Schlecht	98,4	101,0	101,4	100,6	98,9	98,3

Tabelle 33: Mittlere Färsenzuchtwerte für direktes Geburtsgewicht und direkte Trächtigkeitsdauer bei Bullen mit sowohl direkt als auch maternal über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Kalbmerkmalszuchtwerten (N=215 bei Anzahl Nachkommen ≥ 15 als Kalbväter sowie Kuhväter)

		Totgeburten		Problem- geburten		Schwer- geburten		Tot-leicht		Tot-schwer	
		Wert	N	Wert	N	Wert	N	Wert	N	Wert	N
Geburts- gewicht direkt	Gut	99,9	28	90,6	38	92,9	33	98,8	60	95,8	23
	Mittel	99,9	21	99,7	26	97,5	27	101,4	31	95,3	22
	Schlecht	102,0	17	116,5	21	111,9	20	95,4	48	113,7	12
Trächtigkeits- dauer direkt	Gut	104,2	28	97,1	38	99,3	33	103,3	60	98,8	23
	Mittel	103,9	21	104,7	26	100,8	27	102,1	31	99,4	22
	Schlecht	98,0	17	103,9	21	105,0	20	98,3	48	99,4	12

5.3.2 Betrachtung der Zielmerkmale in Abhängigkeit von den Hilfsmerkmalen

Tabelle 34: Mittlere direkte und maternale Kalbeeigenschaften (TOT=Totgeburt, KV1=Problemgeburt, KV2=Schwerg Geburt) bei Bullen mit über- und unterdurchschnittlichen sowie mittleren Zuchtwerten für Geburtsgewicht (GG) und Trächtigkeitsdauer (289 Kalbväter, 384 Kuhväter bei Anzahl Nachkommen ≥ 20)

		Direkte Kalbeeigenschaften					Maternale Kalbeeigenschaften				
		TOT	KV1	KV2	Tot- leicht	Tot- schwer	TOT	KV1	KV2	Tot- leicht	Tot- schwer
GG direkt	Schwer	96,8	90,5	90,0	102,2	94,5	100,5	97,6	98,5	102,6	99,7
	Mittel	99,2	99,7	101,4	99,6	100,6	102,3	103,1	102,6	101,2	102,4
	Leicht	103,8	110,8	109,4	98,9	104,0	98,9	103,2	101,9	99,7	99,2
TD direkt	Spät	100,2	97,4	96,8	103,3	100,1	102,1	101,8	102,1	102,5	101,8
	Mittel	100,4	99,7	99,9	100,7	100,3	100,2	100,4	100,7	102,0	100,2
	Früh	99,6	106,3	106,7	95,9	99,8	100,4	102,1	100,3	98,5	99,9

In Tabelle 34 sind die Mittelwerte der Kalbmerkmale gruppiert nach Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer dargestellt. Daraus lassen sich für bei Geburtsgewicht für alle Merkmale außer „tot-leicht“ ungünstigere direkte Kalbmerkmalszuchtwerte bei Vererbung schwererer Kälber und günstigere Werte bei der Vererbung leichterer Kälber ablesen. Bei der Trächtigkeitsdauer besteht ein frühere Kälber bevorzugender Trend bei Problem- und Schwerg geburten. Dieser Trend wirkt für das Merkmal „tot-leicht“ in entgegengesetzter Richtung. Eine Beeinflussung der direkten Zuchtwerte von „tot-schwer“ oder Totgeburten durch die direkte Trächtigkeitsdauer ist nicht ersichtlich. Ebenso weisen die maternalen Eigenschaften der Kalbmerkmale keinerlei sichtbare Abhängigkeiten von den direkten Zuchtwertgruppen der Hilfsmerkmale.

6. Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die innerhalb des RMV-Testherdenprogramms erhobenen Kalbmerkmale eingehenden quantitativ-genetischen Analysen unterzogen. Im Folgenden sollen die gefundenen Ergebnisse diskutiert und sofern möglich mit der vorhandenen Literatur in Kontext gestellt werden. In Anlehnung an die in der Einleitung gestellten Fragestellungen soll der Schwerpunkt auf folgenden Themenbereichen liegen:

- 1) Genetische Parameter der Kalbmerkmale für alle Paritäten sowie getrennt für Färsen und Kühe
- 2) Segmentierte Merkmalsdefinition von Totgeburt und Kalbeverlauf als neuer Ansatz
- 3) Gegenüberstellung der Hilfsmerkmale Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer mit den Zielmerkmalen zur Abschätzung eines potentiellen züchterischen Nutzens

6.1 Datenerhebung und Editierung

Die Erhebung von Felddaten ist auch bei größtmöglichem Bemühen um Präzision immer gewissen Ungenauigkeiten ausgesetzt. Daher sollen im Folgenden einige Problempunkte im eigenen Datenmaterial angesprochen werden. Die insgesamt sehr gute Dokumentationsdisziplin aufgrund der Sensibilisierung der Betriebe ist davon unbenommen. Zu den Unregelmäßigkeiten zählen z.B. der Peak der Geburtsgewichte bei 40 kg (siehe Abbildung 1). Die Häufung dürfte auf Schätzwerte oder Rundung zurückzuführen sein. Auffällig ist auch der äußerst geringe Anteil erst nach der Geburt verendeter Kälber (0,1 %, siehe Tabelle 7). In der Untersuchung von KAUSCH (2009) nehmen post natum verendete Tiere 25 % der Totgeburten ein, wenngleich ein Großteil innerhalb der ersten 30 Lebensminuten verstarb. In dem Fall dürften sie im vorliegenden Material der Definition „Tot geboren“ zugeschlagen worden sein.

Bemerkenswert erscheint das ausgeglichene Geschlechterverhältnis bei Färsenkalbungen, da üblicherweise ein leichter Überhang männlicher Kälber beobachtet wird (z.B. BAR-ANAN und ROBERTSON, 1975). Möglicherweise liegt dieser Beobachtung der Einsatz gesexten Spermias zugrunde. Entsprechende Bullen konnten in geringem Umfang im Material gefunden werden, eine weitere Zuordnung unterblieb. Sollte gesextes Sperma zukünftig in größerem Maßstab eingesetzt werden, müssten mögliche Auswirkungen auf die Zuchtwertschätzung für Kalbmerkmale durch gering/nicht besetzte Gruppen männlicher Kälber bedacht werden.

Die Beurteilung des Kalbeverlaufs kann nur subjektiv erfolgen und ist aufgrund ihrer Natur als Folge vielfältigster Einflüsse Ungenauigkeiten unterworfen. Die fortlaufende Anleitung der Betriebe zu guter Dokumentationsdisziplin ist aber dahingehend wirkungsvoll, dass unplausible Verteilungen über Zeitfahrtengruppen nicht auftreten.

Bei der Trächtigkeitsdauer ist bei extrem späten Kalbungen ein Absinken des Geburtsgewichtes (Abbildung 2) zu verzeichnen. Möglicherweise ist es hier zu einer Fehlzuordnung des Konzeptionsdatums bei mehreren möglichen Besamungsterminen gekommen. Dieses Risiko wird auch von NORMAN et al. (2009) besprochen.

Die Editierung der Daten erfolgte mit der Maßgabe, systematische Fehler nach Möglichkeit zu vermeiden. Besonderer Wert wurde dabei auf die Geburtsgewichtserfassung gelegt, da sie ein bedeutendes Alleinstellungsmerkmal dieser Arbeit darstellt. Da in einigen Zeitgefährtengruppen massiv tote Kälber keine Angabe aufwiesen, war eine Verzerrung genetischer Zusammenhänge zwischen Gewicht und Totgeburt zu befürchten, weshalb diese Gruppen von der weiteren Analyse ausgeschlossen wurden. Die Editierung von Datensätzen mit Gewichten unter 31 kg erfolgte, da diese Werte nicht der zu erwartenden Verteilung folgten. Stark abweichende Restvarianzen dieser Werte (nicht dargestellt) legten Fehler bei der Dokumentation nahe und untermauerten den Entschluss. Sowohl in diesem Editierungsschritt als auch bei Mehrlingsgeburten und unbekanntem Kalb- oder Muttervätern sind Totgeburten überdurchschnittlich häufig vertreten. In der Folge kommt es zu gegenüber den Rohdaten verringerten Totgeburtenraten (vgl. Tabelle 7, Tabelle 11).

Das aufbereitete Datenmaterial umfasst 30.589 Färsen- und 50.830 Kuhkalbungen über einen Zeitraum von sieben Jahren. Damit nimmt es vom Umfang eine Zwischenstellung zwischen Studien an Versuchsherden mit geringen Tierzahlen über längere Zeiträume und großen nationalen Auswertungen ein.

6.2 Populationsgenetische Aspekte

Für die Untersuchung genetischer Zusammenhänge zwischen direkter und maternaler Leistung auf Tierzebene muss eine genügende Menge von Tieren vorhanden sein, die Leistungsdaten sowohl als Kalb als auch später als Mutter vorweisen. Diese Vorgabe ist im vorliegenden Material zum einen auf Grund des relativ kurzen Untersuchungszeitraums und zum anderen wegen der Reduktion von Kalb-Kuh Kombinationen aufgrund der Datenaufbereitung nur eingeschränkt erfüllt. Das Merkmal Totgeburt führt in diesem Zusammenhang per se zu einer unvollständigen Verteilung. Hier wie auch bei den anderen Merkmalen beruhen genetische Zusammenhänge in besonderem Maß auf Verwandtenleistungen, besonders von Verknüpfungen über Bullen, die sowohl als Kalb- als auch als Kuhvater auftreten. Dieser Umstand trifft für 24 % der im Datenmaterial auftretenden Bullen zu (siehe Tabelle 10). Im Mittel weisen Bullen über 86 Nachkommenleistungen als Kalbvater und 35 als Kuhvater auf (Tabelle 9). Der beobachtbare Unterschied kommt dadurch zustande, dass in die reproduktive Phase eintretende Töchter eine Teilmenge aller geborenen Nachkommen eines Bullen

bilden, von welcher männliche und tote Kälber per se ausgenommen sind. Die Gruppe der Färsenkalbungen bildet dahingehend eine Ausnahme (39 zu 25 Nachkommen), dass Töchterleistungen auch von Tieren stammen, die selbst aus einer pluriparen Kalbung stammen. Gleichzeitig wirkt sich Nachkommenprüfung von Jungbullen durch deren Anpaarung an Erstkalbskühe ungünstig auf die Zahl geborener Kälber aus Färsenkalbungen aus. Die mittleren Nachkommenszahlen sind insgesamt nur bedingt aussagekräftig, da etliche Bullen mit wenig Nachkommen wenigen sehr stark frequentierten Vätern gegenüberstehen. Andererseits sind alternative Mittelwerte, wie z.B. das geometrische Mittel, auch nicht besser interpretierbar.

6.3 Methode

In der vorliegenden Arbeit wurden Sire-MGS Modelle für die Schätzung der Varianzkomponenten und Zuchtwerte verwendet. Dazu wurde bei den Binärmerkmalen eine logistische Verteilungsfunktion unterstellt. Es wurden sowohl univariate als auch bivariate Modelle erstellt, wobei für die nachfolgende Korrelationen der Zuchtwerte die Ergebnisse der univariaten Modelle verwendet wurden.

Aus den Empfehlungen des GIFT-Arbeitstreffens (GROEN et al., 1998), geht hervor, dass bei der Betrachtung der Kalbmerkmale sowohl die direkte als auch die maternale Komponente berücksichtigt werden sollen. Die Verwendung des Sire-MGS Modells ermöglicht diesen Ansatz. Über die Varianzkomponenten von Kalb- und Kuhvater können direkte und maternale Heritabilität sowie die Korrelation zwischen direkter und maternaler Komponente ermittelt werden.

Die Implementierung eines Tiermodells, wie von GROEN et al. (1998) weiter empfohlen, konnte in dieser Arbeit aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht umgesetzt werden. Während diese Vorgabe in einigen Studien umgesetzt werden konnte (VAN PELT et al., 2009; VAN PELT und DE JONG, 2011; LIU et al. 2012), wurden von anderen Autoren die Analysen ebenfalls als Sire-MGS Modell durchgeführt (BOELLING et al., 2007; HERINGSTAD et al., 2007; WIGGANS et al., 2008a; LUO et al., 1999). Im Vergleich von Tiermodell und Sire-MGS Modell sahen RAMIREZ-VALVERDE et al. (2001) den Hauptvorteil in höheren Sicherheiten und EAGLEN und BIJMA (2009) kamen zu dem Schluss, dass sich die Ergebnisse sehr ähneln.

Der Nutzen von Schwellenwertmodellen für kategoriale Merkmale wird in der Literatur allgemein anerkannt, allerdings werden für die Praxis häufig lineare Modelle konstruiert (z.B. ERIKSSON et al., 2004a; LIU et al., 2012). In der vorliegenden Arbeit wurde auf diese Vereinfachung nicht zurückgegriffen. Zum einen schreibt BANOS (1999), dass gerade stark abweichende Binärmerkmale nicht-lineare Methoden erfordern. Zum anderen geben HANSEN et al. (2004a) zu bedenken, dass gerade bei kleineren Nachkommengruppen Schwellenwertmodelle genauere Zuchtwerte liefern, was ja für den begrenzten Datenpool der Testherden zutrifft.

6.4 Definition der Kalbmerkmale

Geburtsgewicht

Die Erfassung der Geburtsgewichte erfolgt beim Milchrind nur in Geringem Maß. In den Niederlanden wird das Geburtsgewicht seit 2007 in zwölf Klassen mit fünf-Kilo-Stufen erfasst, dabei schätzt der Landwirt das Gewicht. In Dänemark wird die Größe des Kalbes schon seit 1985 dokumentiert, allerdings in vier Klassen (HANSEN et al., 2004a). In Australien erfolgt die Einteilung der Kalbgröße in fünf Stufen (McCLINTOCK et al., 2003). SEWALEM et al. (2006) geben für Kanadische Daten die Einteilung von Kälbern in drei Klassen an. Aus eigenen Untersuchungen (WAURICH et al., 2011) geht hervor, dass bei der Reduktion des Geburtsgewichts in Klassen infolge der zu unterstellenden Verzerrung durch Fehler bei der subjektiven Eingabe die Heritabilität herabgesetzt ist. Die bei den Autoren gefunden direkten Erblichkeitsgrade des Geburtsgewichts bei Färsen von 16% (McCLINTOCK et al., 2003), 22% (HANSEN et al., 2004b) und 10% (VAN PELT et al., 2009) liegen deutlich unter den in dieser Arbeit gefundenen 30% und bleiben zum Teil hinter den 20% Erblichkeit bei starker Verzerrung (WAURICH et al., 2011) zurück.

Bei der Datenedition wurden bewusst Gewichte unterhalb 31 kg ausgelassen. Dieser Schritt schien nötig, da die Häufung von 25 und 30 kg schweren Kälbern auf willkürliche Schätzung schließen lässt und nur so sichere Aussagen möglich schienen. Die Entscheidung wurde weiter durch die von GAMBLING und MCARDLE (2003) unterstützte Barker-Hypothese bekräftigt, wonach eine Ursache für überleichte Kälber eine unangepasste Nährstoffversorgung in Utero verantwortlich sein kann.

Trächtigkeitsdauer

In den zur Verfügung stehenden Daten sind Trächtigkeiten außerhalb 265 und 295 Tagen Dauer nicht angegeben. Das stimmt mit der Methode von NORMAN et al. (2009) überein. Sie gehen davon aus, dass bei Trächtigkeiten außerhalb von ca. drei Standardabweichungen (15 Tage) vom Mittel (280 Tage) mehrheitlich von falsch bestimmten Konzeptionszeitpunkten ausgegangen werden muss. Diese Definition ist dahingehend zu hinterfragen, da gerade vor dem 265ten Tag gehäuft Totgeburten auftreten (z.B. HANSEN et al., 2004b) und auch Kalbungen mit eindeutigem Besamungsdatum unterhalb dieser Schwelle liegen können (WAURICH, eigene Untersuchungen). Andererseits ist der Anteil der entsprechenden Daten als gering zu erachten und, wie auch bei Geburtsgewichten, von pathologischen Geburts Umständen auszugehen.

Kalbeverlauf

Für die Definition des Kalbeverlaufs wurden zwei Varianten eines Binärmerkmals gewählt. Mitauslöser für diese Entscheidung war die Frage nach Unterschieden zwischen den erblichen

Komponenten der Eintrittswahrscheinlichkeiten, welche bei der „einfachen“ Betrachtung des Kalbeverlaufs nivelliert werden. Die binäre Verschlüsselung steht im Gegensatz zu Arbeiten, bei denen ein multikategoriales Schwellenwertmodell angewendet wurde (z.B. HERINGSTAD et al., 2007; RAMIREZ-VALVERDE et al., 2001) bzw. wo trotz der kategorialen Natur des Kalbeverlaufs lineare Modelle unterstellt wurden (VAN PELT et al., 2009; LIU et al., 2012; EAGLEN und BIJMA, 2009). Zum Teil werden die Stufen des Kalbeverlaufs transformiert (z.B. VAN PELT et al., 2009). Allerdings haben EAGLEN und BIJMA (2009) bei einem Vergleich von untransformiertem und transformiertem Kalbeverlauf herausgefunden, dass nur minimale Veränderungen in der Erblichkeit sowie quasi keine Verschiebungen bei den Zuchtwerten auftreten.

BENNETT und GREGORY (2001a) ermitteln anhand von Fleischrinderdaten bei der Eingrenzung des Kalbeverlaufs von vier auf zwei Klassen reduzierte Erblichkeiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sie lineare Modelle verwendet haben. STEINBOCK et al. (2000; 2003) haben bei einem Vergleich von Schwellenwert- und linearen Modellen gezeigt, dass man mit Hilfe einer Umrechnung der im linearen Modell ermittelten beobachtbaren Erblichkeit Ergebnisse erhält, welche denen aus Schwellenwertmodellen ähneln.

Eine binäre Verschlüsselung des Kalbeverlaufs wurde z.B. von JOHANSON et al. (2011), JUNGE et al. (2003), OLSON et al. (2009) und BURFENING et al. (1981) gewählt. Dabei entspricht die Definition von JUNGE et al. (2003) bei einer Inzidenz von 9 % der in dieser Arbeit verwendeten Schweregeburtenrate. Eine der Problemgeburtenrate ähnelnde Definition haben JOHANSON et al. (2011) und BURFENING et al. (1981) gewählt.

Totgeburt

Es ist international üblich, auch kurz nach der Geburt verendete Kälber zu den Totgeburten zu zählen. Die Empfehlung des GIFT-Workshops (GROEN et al., 1998) lautet, alle voll entwickelten Föten, die bis zu 24 h post partum verendet sind, als Totgeburt zu bezeichnen. In Deutschland wird der Zeitraum bis 48 h post partum als kritisch angesehen und liegt den hier verwendeten Zahlen zugrunde. Während BENJAMÍNSSON (2007) angibt, dass von den Totgeburten 6 % lebend geboren werden und innerhalb der ersten vier Tage sterben. KAUSCH (2009) gibt an, dass von 87 verendeten Kälbern 22 post natum verendet sind. Von diesen starben allerdings 17 in den ersten 30 Minuten, womit die übriggebliebenen 5 ca. 6 % entsprechen. Die Angabe von 0,1 % aller Geburten bzw. 1 % aller Totgeburten ist daher ggf. auf eine ungenügende Differenzierung der Totgeburten zurückzuführen.

6.5 Genetische Parameter von Färsen und Kühen

In diesem Abschnitt sollen die genetischen Parameter der „üblichen“ Kalbmerkmale diskutiert werden. Dabei werden zuerst die Erblichkeiten diskutiert. Anschließend werden die genetischen

Korrelationen zwischen den Merkmalen beleuchtet und abschließend erste und folgende Paritäten zueinander in Beziehung gesetzt.

6.5.1 Heritabilität

Totgeburten

Das vielleicht auffälligste Ergebnis dieser Arbeit stellt die Erblichkeit der Totgeburtenrate dar. Diese liegt mit 14 % direkter und 28 % maternaler Heritabilität bei Färsenkalbungen deutlich über den Werten, die in vergleichbaren Arbeiten beschrieben werden. Die einzigen, die von ähnlich hohen Erblichkeiten berichten, sind SWALVE et al. (2006) und bei Betrachtung aller Paritäten JOHANSON et al. (2011). Interessant in diesem Zusammenhang ist der Umstand, dass sich beide Arbeiten auf jeweils einen einzigen Betrieb beziehen, auf dem über längere Zeiträume gewissenhaft dokumentiert worden ist. Da aus der Arbeit von BRÜGEMANN (2008) hervorgeht, dass unter optimalen Umweltbedingungen ein höherer Anteil additiv-genetischer Varianz zum Vorschein kommt, ist zu vermuten, dass die in dieser Arbeit gefundene hohe Erblichkeit der Totgeburtenrate im Zusammenhang mit der gewissenhaften Anleitung der untersuchten Betriebe steht. Bemerkenswert ist die Diskrepanz zwischen Färsen- und Kuhheritabilität. Diese steht in Einklang mit den Ergebnissen anderer Autoren (siehe Kapitel 2.3.2). Sie ist als Indiz dafür zu werten, dass beim adulten Tier die genetische Komponente der Totgeburten gegenüber der Umweltvarianz deutlich in den Hintergrund rückt. Es ist zwar einzuwenden, dass aufgrund wiederholter Leistungen korrekterweise die permanente Umweltvarianz des Tieres im Modell mit berücksichtigt werden sollte. Allerdings weisen die Ergebnisse von JAMROZIK et al. (2005), VAN PELT et al. (2009) und ERIKSSON et al. (2004a) darauf hin, dass die permanente Umwelt bei Totgeburten bzw. allgemein bei den Kalbmerkmalen eine nur untergeordnete Rolle spielt.

Kalbeverlauf

Die Erblichkeit des Kalbeverlaufs erreicht für beide Definitionen sehr ähnliche Ergebnisse. Dabei zeigt die Schweregeburtenrate minimal höhere Werte bei allerdings ebenfalls höheren Standardfehlern. Die Heritabilitäten bewegen sich im oberen Rahmen der vorliegenden Literatur (siehe Kapitel 2.3.3) und reihen sich in die Gruppe der Arbeiten mit Schwellenwert oder transformierter Erblichkeit ein. Ebenfalls aus der Literatur belegt ist die überlegene Erblichkeit der Färsenkalbungen gegenüber derjenigen der Kühe. Von dieser Aussage weicht lediglich die maternale Komponente von KV2 ab.

Geburtsgewicht

Die gefundenen Ergebnisse liegen mit 30 % direkter und 7 % maternaler Heritabilität bei Färsenkalbungen über den Resultaten aktueller Studien (siehe Kapitel 2.3.4). Allerdings bewegen sie

sich im Rahmen der von MEIJERING (1984) gegebenen Spanne von 10 bis 40 % direkter Erbllichkeit. Die niedrigere direkte Erbllichkeit bei pluriparen Tieren entspricht ebenfalls den Erwartungen. Auffällig ist die höhere maternale Erbllichkeit bei Kühen gegenüber Färsen. Eine mögliche Erklärung für diesen Effekt könnte in der höheren Effizienz der Plazenta bei adulten Tieren liegen, wie von Sullivan et al. (2009) beschrieben. Allerdings lässt sich diese Tendenz in aktuellen Studien nicht finden.

Trächtigkeitsdauer

Die Trächtigkeitsdauer erreicht mit 44 % direkter Erbllichkeit das höchste Ergebnis der Kalbmerkmale, während die maternale Komponente deutlich geringer ausgeprägt ist. Die Ergebnisse reihen sich in die sehr konsistenten Resultate anderer Autoren ein (siehe Kapitel 2.3.5). Die direkte Erbllichkeit ist bei Kühen gegenüber Färsen geringfügig niedriger, während die maternale Komponente ähnlich wie beim Geburtsgewicht bei Kühen etwas höher ausgeprägt ist.

6.5.2 Genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen

Die genetischen Korrelationen fügen sich generell gut in die bestehende Literatur ein. So sind die direkten Eigenschaften ausnahmslos positiv korreliert, während bei den maternalen Eigenschaften teilweise schwache Korrelationen mit hohen Standardfehlern auftreten.

Am bedeutendsten ist die moderat positive direkte Korrelation zwischen Totgeburten und Kalbeverlauf. Sie liegt im unteren Bereich der Ergebnisse anderer Studien und deutet darauf hin, dass es genetische Wirkmechanismen gibt, die Totgeburten auch ohne Kalbprobleme verursachen.

Die maternale Korrelation ist bei Färsen stark und bei Kühen moderat ausgeprägt.

Interessant war die Fragestellung, wie die beiden Definitionen des Kalbeverlaufs miteinander in Beziehung stehen. Bedauerlicherweise sind gerade hier Konvergenzprobleme aufgetreten. Die Rangkorrelationen der Zuchtwerte deuten allerdings darauf hin, dass partiell andere genetische Mechanismen wirken und dass diese sich beim adulten Tier noch etwas stärker ausprägen.

Der stärkste genetische Zusammenhang besteht zwischen direktem Geburtsgewicht und Kalbeverlauf. Zwischen den maternalen Eigenschaften scheinen keine genetischen Zusammenhänge zu bestehen. Dieses Ergebnis weicht etwas von bisherigen Studien ab, wo üblicherweise ein moderat positiver Zusammenhang beschrieben wurde. Da JOHANSON et al. (2011), der auch Wiegedaten verwendet hat, mit 0,27 gegenüber den Arbeiten mit Stufeneinteilung den geringsten Wert hat, könnte möglicherweise die präzise Merkmalserfassung eine Rolle spielen. Der Zusammenhang zwischen Totgeburten und Geburtsgewicht sowie Trächtigkeitsdauer ist bei Färsen schwächer als bei Kühen (bei GG 0,35 zu 0,71, bei TD 0,17 zu 0,53). Die Deutlichkeit der Beziehungen ist überraschend, da aus den phänotypischen Zusammenhängen eher ein nichtlinearer Wirkungsmechanismus zu

vermuten wäre (siehe Abbildung 3, Abbildung 4). Die maternalen Korrelationen lassen aufgrund der hohen Standardfehler keine Aussagen zu.

Die nur moderaten Zusammenhänge zwischen Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bestätigen die Ergebnisse anderer Autoren, dass der beobachtbare phänotypische Zusammenhang nur eingeschränkt auf genetischen Mechanismen ruht.

6.5.3 Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Paritäten

Die Korrelationen zwischen den Zuchtwerten primi- und pluriparer Kalbungen sind für alle untersuchten Merkmale deutlich voneinander verschieden. Daraus folgt, dass für die Merkmale zwischen Färsen- und Kuhkalbungen zum Teil verschiedene genetische Parameter wirken. Diese Aussage wird grundsätzlich von den Ergebnissen anderer Autoren getragen, findet sich allerdings nicht in der hier gefundenen Deutlichkeit wieder (siehe Kapitel 2.3.7). Besonders hervorzuheben ist die Totgeburtenrate, wo für die direkte Komponente quasi kein Zusammenhang besteht. Möglicherweise hätte eine Bereinigung der Korrelationen um die erbliche Komponente (CALO et al., 1973) zu veränderten, höheren Ergebnissen geführt. Dieser Vermutung lässt sich aber aus den vorliegenden Daten nicht überprüfen. Die Unterschiede zwischen Färsen und Kühen für direktes Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer stimmen mit den Ergebnissen von JAMROZIK et al. (2005) und BOELLING et al. (2007) überein, stehen aber im Gegensatz zu den Resultaten von MCCLINTOCK et al. (2003), VAN PELT et al. (2009) und LIU et al. (2012), die zu Korrelationen über 0,96 gekommen sind. Die Kongruenz erscheint vor dem Hintergrund der hohen Erblichkeiten durchaus einleuchtend.

Darüber hinaus wurde ein Vergleich der Färsen- und Kuhkalbungszuchtwerte mit den am Gesamtmaterial errechneten Zuchtwerten durchgeführt. Ein entsprechender Vergleich ist bis dahin nach aktuellem Kenntnisstand noch nicht publiziert worden. Das Ergebnis zeigt, dass die Einbeziehung von Erst- und Folgeparitäten bei den Merkmalen Totgeburt und Kalbeverlauf weder den Eigenschaften von Färsen- noch von Kuhkalbungen gerecht wird. Die gegen eine laufende Korrelation der Zuchtwerte von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bei Kuhkalbungen ist vermutlich auf den stärkeren Anteil dieser Gruppe im Gesamtmaterial zurückzuführen. Die demgegenüber geringere Korrelation des Färsenmaterials impliziert, dass für die Zuchtwertschätzung von Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer die Einbeziehung aller Paritäten mit dem Ziel der Betrachtung der ersten Kalbung evtl. zu Verzerrungen führen kann.

6.6 Eigenschaften der Kalbmerkmale

Datengrundlage

Die Segmentierung der Kalbmerkmalsdefinition, wie in dieser Arbeit durchgeführt, ist in der Literatur noch nicht beschrieben worden. Die Gefahr dieses Verfahrens liegt in der geringen Inzidenz

der Einzelmerkmale, welche zu dem von MISZTAL et al. (1989) beschriebenen Problem extremer Kategorien, also wenn alle Beobachtungen einer Gruppe angehören, führen kann. Die kritische Gruppe stellt die Kombination „tot-leicht“ dar, die bei Färsen mit 2,3 % auftritt. Eine Gruppe muss demzufolge 43 Kalbungen umfassen, um ein Ereignis eintreten zu lassen. Diese Anforderung erfüllen 75 % der untersuchten Zeitgefährtengruppen. Ausgehend von der Argumentation von COLE et al. (2007a), wonach bei hinreichen großen Gruppen diejenigen mit einem „Extreme Category Problem“ weniger ins Gewicht fallen, wird unterstellt, dass dieser Umstand auf das vorliegende Material zutrifft.

Darüber hinaus ist zu hinterfragen, ob die Einschränkung des Datenmaterials auf Kälber über 30 kg Geburtsgewicht und 265 Tage Trächtigkeitsdauer zu einer Reduktion der Eintrittswahrscheinlichkeiten führt, da gerade unterhalb dieser Grenzen höhere Totgeburtenraten beobachtet werden (z.B. HANSEN et al., 2004b; HARBERS et al. 2000). Allerdings sollte aufgrund der geringen erwarteten Besetzung dieser Randklassen der Einfluss auf die Zielparameter gering sein.

Die Modellierung als Binärmerkmal führt dazu, dass gegenüber einer Eingrenzung auf Lebendgeburten oder Kalbeverlaufsklassen, wie bei BOETTCHER und VAN DOORMAAL (1999) und SWALVE et al. (2006), alle Kalbungen berücksichtigt werden und ermittelte Zuchtwerte eine Aussage zu der beobachtbaren Eintrittswahrscheinlichkeit in der Population erlauben.

Erblichkeit und Zusammenhänge der Gruppen mit lebenden Kälbern

Die Erblichkeit der Merkmalsdefinitionen, die nur lebende Kälber beinhalten, liegt generell nicht über den für Problem- und Schweregeburten gefundenen Heritabilitäten. Das bedeutet, dass die Ausgrenzung der Totgeburten nicht zu einem günstigeren Verhältnis von genetischer und umweltbedingter Varianz führt. Da einerseits die Totgeburten nur einen Bruchteil der Datenmenge ausmachen und für einen Teil der verendeten Kälber dystokische Umstände verantwortlich sind, ist dieser Fund allerdings nachvollziehbar.

Die Definition „lebend-leicht“ weist eine sehr hohe Übereinstimmung der Heritabilität mit Problemgeburten auf, während es bei „lebend-normalen“ Kalbungen zu einer Reduktion der direkten und Zunahme der maternale Komponente gegenüber der Schweregeburtenrate kommt (15 zu 12 % und 11 zu 15 %). Dieser Wechsel kann eventuell als Indiz dafür gewertet werden, dass bei nicht normalen Kalbungen (schwer oder tot) genetisch determinierte Eigenschaften der Mutter stärker zum Tragen kommen.

Bei Kalbungen mit lebendem Kalb, die Assistenz oder massive Hilfe erfahren haben, ist die genetische Komponente sowohl auf direkter als auch auf maternaler Seite deutlich reduziert. Dieser Umstand ist wahrscheinlich auf die stärkere Umweltvarianz aufgrund der Hilfestellung zurückzuführen, gegenüber welcher die genetischen Komponenten in den Hintergrund rücken. Während keine wesentlichen

Verschiebungen der genetischen Korrelation der Merkmale zu direktem Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer zu beobachten sind, deutet sich eine tendenziell stärkere Korrelation von Lebendgeburten mit Hilfestellung gegenüber denen ohne Hilfe an. Diese Verschiebung könnte damit zusammenhängen, dass es die größeren und späteren Kälber sind, die Hilfestellung benötigen. Aufgrund der Höhe der Standardfehler lässt sich diese Vermutung allerdings nicht absichern.

Zwischen den Zuchtwerten der einzelnen Merkmale ergeben sich Unterschiede in der Rangierung, die auf teilweise unterschiedliche genetische Einflüsse schließen lassen. Diese Unterschiede sind allerdings eher schwach ausgeprägt. So weisen beide Teildefinitionen der Problemgeburtenrate, „lebend-leicht“ und „lebend-assistiert“, Korrelationen zueinander sowie vor allem zur Problemgeburtenrate auf, was praktisch der Kongruenz der drei Definitionen gleichkommt. Diese Aussage gilt generell auch für die Teilmengen der Schwergeburtenrate („lebend-normal“ und „lebend-schwer“), wenngleich die Korrelation zwischen den Merkmalen etwas schwächer ausfällt.

Sowohl der von Problemgeburten als auch der von Schwergeburten ausgehende Ansatz sind ziemlich hoch miteinander korreliert, abgesehen von den maternalen Eigenschaften der Kalbungen mit Hilfestellung. Da es sich bei den lebenden Schwergeburten um eine Teilmenge der Lebendgeburten mit allgemeiner Hilfestellung handelt, ist das Ergebnis bemerkenswert. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung wäre, dass Hilfestellung bei der Kalbung schon aufgrund mangelnder Wehentätigkeit oder zu geringer Aufweitung der Geburtswege eintritt, während eine explizite Schweregeburt eher mit Engpässen bei den Beckeninnenmaßen, also dem knöchernen Geburtsweg, in Zusammenhang stehen könnte.

Insgesamt weisen die segmentierten Kalbeverlaufsdefinitionen keine Überlegenheit in der Heritabilität oder gravierende Abweichungen von der Hauptmerkmalsdefinition auf, weswegen eine getrennte Betrachtung nicht sinnvoll erscheint.

Erblichkeit und Zusammenhänge der Gruppen mit toten Kälbern

Für die Interpretation der segmentierten Definitionen der toten Kälber muss man sich vor Augen halten, wie die Gruppen zusammengesetzt sind. Während es sich bei „tot-leicht“ und „tot-schwer“ um die Totgeburten der extremen Klassen handelt, stellen „tot-assistiert“ und „tot-normal“ Mischklassen dar, die beide die Gruppe mittlerer Kalbeverlaufsklassen beinhalten. Mithilfe dieser Gruppierung sollten die Inzidenzen der Merkmale erhöht werden. Eine separate Betrachtung der Klasse „tot-mittel“ wurde nicht durchgeführt.

Zwischen den Heritabilitäten und genetischen Zusammenhängen der einzelnen Definitionen der toten Kälber bestehen gravierende Unterschiede. Bei Totgeburten ohne Assistenz zeigen sich im Vergleich deutlich geringere Erblichkeiten (direkt 11 %, maternal 10 %), eine positive Korrelation

zwischen direkter und maternaler Komponente bei extrem hohem Standardfehler und moderat negative Korrelationen zu Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer. Totgeburten mit schweren Kalbproblemen weisen demgegenüber mit 24 % und 25 % direkter und maternaler Heritabilität, einen moderat negativen direkt-maternalen Antagonismus und positive Korrelationen zu direktem Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer auf. Die Mischgruppen „tot-assistiert“ und „tot-normal“ nehmen eine Zwischenposition in Bezug auf Erblichkeit ein. In Bezug auf die Korrelationen zu GG und TD orientiert sich „tot-assistiert“ stark an „tot-schwer“. Aus dem Vergleich mit den Zuchtwerten der Totgeburtenrate zeigt sich insgesamt die höchste Übereinstimmung bei den Mischgruppen, wohingegen die Randgruppen „tot-schwer“ und vor allem „tot-leicht“ zu deutlich abweichenden Zuchtwerten führt. Da diese beiden miteinander direkt gar nicht und maternal nur schwach korreliert sind (-0,6 und 0,26) und klar voneinander abweichende genetische Parameter aufweisen, scheint es sich um zwei völlig voneinander unabhängige Merkmale zu handeln, deren einzige Gemeinsamkeit das tote Kalb als Resultat ist. Darauf deuten darüber hinaus die moderate Korrelation der Merkmale zur Totgeburtenrate sowie die, abgesehen von der maternalen Heritabilität, intermediär zwischen beiden Randgruppen liegenden genetischen Parameter. Während sich bei der Gruppe „tot-schwer“ ein deutlich positiver Zusammenhang zum Kalbeverlauf abzeichnet (ca. 0,55 und 0,60 direkt und maternal), sind „tot-leichte“ Geburten direkt schwach negativ (ca. -0,25) und maternal schwach positiv (ca. 0,2) miteinander verbunden.

6.7 Beziehungen der Hilfsmerkmale zu den Zielmerkmalen

In der Literatur wird der Vorteil der Hilfsmerkmale überwiegend in der Erhöhung der Sicherheiten durch die Verwendung multivariater Modelle gesehen, wohingegen eine direkte Ausnutzung der Zuchtwerte der Hilfsmerkmale wenig diskutiert wird (siehe Kapitel 2.5). Das ist hauptsächlich auf die komplexen und nichtlinearen Zusammenhänge zurückzuführen.

Um eine Aussage zu der Nutzbarkeit der Zuchtwerte der Hilfsmerkmale zu erzielen, wurde in dieser Arbeit eine Gegenüberstellung der Einflüsse der Haupt- und Hilfsmerkmale durchgeführt. Die Einteilung der Zuchtwerte in die Gruppen „über-, mittel- und unterdurchschnittlich“ stellt zwar eine Verallgemeinerung dar und beleuchtet die Unterschiede innerhalb der Gruppen nicht. Andererseits gewährleistet das Verfahren balancierte und genügend große Gruppen. Eine stärker differenzierte Einteilung der Gruppen, wie z.B. bei NORMAN et al. (2011) mit sieben Gruppen geschehen, wäre bei einem größeren Datenpool eine erstrebenswerte Alternative.

Generell zeigen sich sowohl für die erste als auch für Folgekalbungen deutliche Unterschiede zwischen den Zuchtwerten der direkten Komponenten, während auf maternaler Seite überwiegend keine Abhängigkeit der Hilfsmerkmale von den Hauptmerkmalen besteht. Eine Ausnahme stellt die Totgeburtenrate bei Färsen dar. Diese weisen bei ungünstigen Totgeburtswerten im Mittel

niedrigere maternale Geburtsgewichtszuchtwerte auf. Dieser Effekt tritt bei „tot-leichten“ Kälbern auf, jedoch nicht bei der Definition „tot-schwer“. Diese Beobachtung impliziert, dass bei Färsen Effekte auftreten, die das Wachstum und die Vitalität des Kalbes einschränken, aber nicht zu Kalbproblemen führen und nicht mit den maternalen Eigenschaften der Trächtigkeitsdauer zusammenhängen. Insgesamt ist aber die beobachtbare Divergenz der Hilfsmerkmale als gering zu erachten, vor allem vor dem Hintergrund der niedrigen Erblichkeitsgrade und der geringen Streuung der Naturalzuchtwerte. Daher wurde für die weitere Untersuchung die Ausrichtung auf die wesentlich stärker erblichen und streuenden direkten Eigenschaften der Hilfsmerkmale als statthaft angesehen.

Für die Zuchtwerte der direkten Eigenschaften zeigt sich ein starker Trend für Geburtsgewicht und weniger prononciert für Trächtigkeitsdauer, wonach Bullen mit günstigem Zuchtwert für Problem- und Schweregeburten leichtere/frühere Kälber zeugen, während Kalbväter mit ungünstigem Zuchtwert schwerere/spätere Nachkommen produzieren. Dieser Zusammenhang findet sich sowohl bei primi- als auch bei pluriparen Tieren. Im Umkehrschluss weisen Bullen mit genetischer Disposition zu leichteren/früheren Kälbern günstigere und diejenigen mit schweren/späten Kälbern ungünstigere Zuchtwerte für direkte Kalbeeigenschaften auf.

Die direkte Totgeburtenrate weist weniger klare Zusammenhänge mit den Hilfsmerkmalen auf. Bei Färsen wird für das Merkmal „tot-schwer“ ein gegenläufiger Trend des mittleren Geburtsgewichtszuchtwertes beobachtet, aber keine Abweichung der Trächtigkeitsdauer. Demgegenüber weisen Bullen mit ungünstigem Zuchtwert „tot-leicht“ geringere direkte Gewichte und kürzere Trächtigkeitsdauern auf. Möglicherweise aufgrund dieser gegensätzlichen Effekte lassen sich bei der allgemeinen Definition der Totgeburtenrate keine Verschiebungen der Hilfsmerkmale beobachten. Bei Kuhkalbungen werden demgegenüber Verschiebungen beobachtet, die bei Kalbvätern mit günstigem Totgeburtswert im Mittel genetisch leichtere und frühere Kälber erwarten lassen. Die Ursachen für diese paritätsabhängige Verschiebung sind nicht klar.

Da in dieser Arbeit gegenüber anderen Studien bei primiparen Tieren kein ausgeprägter Antagonismus zwischen direkter und maternaler Komponente von Totgeburt und Kalbeverlauf beschrieben wurde, wurden diejenigen Bullen mit sowohl direkt als auch maternal günstigen, mittleren und ungünstigen Kalbezuchtwerten in Bezug auf den mittleren Zuchtwert der Hilfsmerkmale verglichen. Ziel dieser Fragestellung war es, Zusammenhänge zwischen vorteilhaften und unvorteilhaften Vererbern und deren Zuchtwerten der Hilfsmerkmale aufzuzeigen.

Bei dieser Gegenüberstellung ist zu beachten, dass aufgrund der geringen Anzahl von Bullen mit genügenden Nachkommenszahlen sowohl bei Kälbern als auch bei Kühen die Untergrenze auf fünfzehn Tiere gesetzt werden musste und dass die Anzahl von Bullen pro Gruppe mit ca. 20 Individuen recht gering ist. Die Belastbarkeit und Übertragbarkeit der Resultate ist deshalb nur eingeschränkt. Da die Ergebnisse sowohl in Bezug auf das Geburtsgewicht als auch auf die Trächtigkeitsdauer generell mit den vorgenannten übereinstimmen, ist eine negative Auswirkung der maternalen Kalbeeigenschaften durch züchterische Beeinflussung der direkten Hilfsmerkmale wenig wahrscheinlich.

Die Zusammenstellung der Kalbmerkmalszuchtwerte gruppiert nach den Hilfsmerkmalen bestätigt generell die vorgenannten Zusammenhänge. Dabei ist zu beachten, dass nun eine Tendenz zu weniger Kälbersterblichkeit von schweren zu leichteren Kälbern aufgezeigt wird, die offenbar durch die ebenfalls stärker kontrastierten Zusammenhänge bei der Definition „tot-schwer“ getragen wird. Demgegenüber ist die Abhängigkeit „tot-leicht“ von Geburtsgewicht schwächer ausgeprägt, während die Abhängigkeit von Trächtigkeitsdauer stärker zum Tragen kommt.

Auf die maternalen Zuchtwerte haben die direkten Hilfsmerkmale keinen nennenswerten Einfluss.

Daraus folgt, dass insgesamt diejenigen Kalbväter mit genetischer Disposition zu schwereren Kälbern zu mehr und diejenigen mit leichteren Kälbern zu weniger Kalbproblemen und Totgeburten mit Schweregeburt neigen. Bei der Trächtigkeitsdauer zeigt sich eine Überlegenheit der früheren Kälber gegenüber den späteren Kälbern in Bezug auf den Kalbeverlauf, während die Veranlagung zu Totgeburten ohne Kalbprobleme vermehrt bei den Kalbvätern mit kurzer Trächtigkeitsdauer auftritt.

7. Schlussfolgerungen

- Die Erbllichkeit der Totgeburtenrate im vorliegenden Datenmaterial liegt deutlich über den aus der Literatur bekannten Ergebnissen. Als Ursache dafür wird die genaue Dokumentation innerhalb der Testherden erachtet, durch welche die Umweltvarianz reduziert ist.
- Bei der Totgeburtenrate handelt es sich um ein Aggregat aus zwei voneinander unabhängigen Merkmalen, nämlich „totes Kalb ohne Kalbprobleme“ und „totes Kalb mit Kalbproblemen“. Erstes scheint mit niedriger Trächtigkeitsdauer und dadurch bedingt geringen Geburtsgewichten assoziiert zu sein. Zweites steht mit Kalbeverlauf stärker in Zusammenhang, wobei eine Kausalität Totgeburt aufgrund Dystokie möglich wäre.
- Zwischen Färsen- und Kuhkalbungen bestehen nur schwache bis moderate genetische Verknüpfungen. Daher ist eine separate Analyse der ersten Parität für die Kalbmerkmale unerlässlich.
- Während die Datenqualität der Kalbmerkmale den Anforderungen genügt, besteht für die Anzahl Nachkommen pro Bulle im Sinne einer besseren Belastbarkeit der Zuchtwerte Handlungsspielraum. Aufgrund der zunehmenden Nutzung von gesextem Sperma ist der Einfluss dieses biotechnologischen Verfahrens auf die Modellierung zu bedenken.
- Unter dem Durchschnitt der Population liegende Zuchtwerte für direktes Geburtsgewicht sind mit besseren direkt-genetischen Kalbparametern assoziiert. Ein Zusammenhang zu maternalen Kalbeeigenschaften besteht nicht. Die Selektion leichterer Kälber könnte demnach eine Verbesserung der Kalbeeigenschaften bewirken. Negative Auswirkungen auf die maternalen Kalbeeigenschaften sind im Mittel der Population nicht zu erwarten. Aufgrund der überdurchschnittlichen Kalbmerkmalszuchtwerte bei geringem Geburtsgewicht ist zu überlegen, ob das Geburtsgewicht in der HF-Population evtl. generell zu hoch ist und eine züchterische Regulierung stattfinden sollte. Dabei ist zu bedenken, dass damit eine Reduktion der Körpergröße adulter Tiere verbunden sein könnte.
- Die direkte Trächtigkeitsdauer als Hilfsmerkmal der Kalbmerkmale ist nur bedingt für die züchterische Beeinflussung der Kalbmerkmale geeignet, da gegensätzliche Zusammenhänge zwischen Kalbeverlauf und Totgeburt bestehen. Ein Ausschluss von Bullen mit extremen Zuchtwerten scheint sinnvoll.

8. Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund vermehrter Kalbprobleme und hoher Totgeburtensraten in der deutschen Holsteinpopulation soll in dieser Arbeit untersucht werden, welche züchterischen Möglichkeiten sich aus der Nutzung von mit hoher Dokumentationsdisziplin erhobenen Phänotypen innerhalb des Testherdenprogramms des Rinderzuchtverbandes Mecklenburg-Vorpommern ergeben. Die Datengrundlage bilden Kalbedaten von 30.589 Färsen- und 50.830 Kuhkalbungen aus 21 Betrieben zwischen Oktober 2005 und April 2011. Für die quantitativ-genetische Analyse werden uni- und bivariate Sire-MGS Modelle erstellt, bei Binärmerkmalen erfolgt die Verwendung von Schwellenwertmodellen unter Zugrundelegung einer Logit-Link Funktion. Ausgehend von den in der Einleitung genannten Fragestellungen lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

Genetische Parameter der Kalbmerkmale

Die genetischen Parameter der Kalbmerkmale bewegen sich grundsätzlich innerhalb des Rahmens vorliegender Studien mit schwach bis moderaten Erblichkeiten bei Dystokie und Totgeburt und hohen direkten Heritabilitäten bei Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer. Auch die genetischen Korrelationen zwischen den Merkmalen bewegen sich im Rahmen. Übereinstimmend mit der Literatur werden für Färsen gegenüber Kühen höhere Erblichkeitsgrade gefunden. Bemerkenswert ist dabei die überdurchschnittliche Heritabilität der Totgeburtensrate bei Färsen (13,8 % direkt, 28,1 % maternal), für welche die Dokumentationsdisziplin innerhalb der Testherden verantwortlich gemacht wird. Genetische Zusammenhänge zwischen primi- und pluriparen Tieren sind nur schwach ausgeprägt. Im Sinne einer belastbaren Zuchtwertschätzung für Kalbmerkmale ist daher die getrennte Analyse der Färsengruppe anzustreben.

Neue Merkmalsdefinitionen der Kalbmerkmale

Ausgehend von der binären Betrachtung der Kalbmerkmale in Kalbeverlauf und Totgeburt werden die Merkmale weiter geteilt, sodass als neue Merkmale „lebend ohne Hilfe“, „lebend mit Hilfe“, „tot ohne Hilfe“ und „tot mit Hilfe“ entstehen. Eine weitere Differenzierung erfolgt durch die Verwendung der Definitionen Problem- oder Schweregeburt als Ausgangspunkt des Kalbeverlaufs. Dabei zeichnen sich deutlich abweichende genetische Parameter der Merkmale „tot bei leichter Geburt“ und „tot bei schwerer Geburt“ voneinander und vom übergeordneten Merkmal „Totgeburt“ ab. Aus diesen Beobachtungen wird geschlossen, dass das Merkmal Totgeburt ein Aggregat aus zwei voneinander genetisch nicht verwandten Wirkmechanismen darstellt, welchen vor allem das tote Kalb als Resultat gemein ist.

Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer als Hilfsmerkmale

Die direkten Eigenschaften der Hilfsmerkmale Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer bieten aufgrund ihrer hohen Erbllichkeit die Möglichkeit zu züchterischer Bearbeitung. Dass beide Merkmale nicht durch einander substituierbar sind, zeigt ihre nur mäßige genetische Korrelation. Während von einer züchterischen Beeinflussung der Trächtigkeitsdauer keine wesentlichen Auswirkungen auf Kalbprobleme und Totgeburten zu erwarten sind, scheint der Ausschluss von Vererbern schwerer sowie unter Beachtung von Vitalitätsparametern der Kälber eine Selektion in Richtung leichter Kälber hinsichtlich der Verbesserung der Kalbeeigenschaften sinnvoll und empfehlenswert.

Damit stellen die in den Testherden erhobenen Phänotypen der Kalbmerkmale eine wertvolle Quelle zur züchterischen Bearbeitung in der deutschen Holsteinpopulation dar.

9. Summary

Since calving problems and stillbirth rates in the German Holstein population are too high to be tolerable, this study investigates the prospects for genetic improvement based on using precisely documented phenotypes from a cooperator test herd scheme of the cattle breeding organization of Mecklenburg Western Pomerania. Data consisted of 30, 589 heifer and 50, 830 cow calvings from 21 herds during the period from October 2005 to April 2011. For quantitative-genetic studies, uni- and bivariate Sire-MGS models were set up. For binary traits threshold models using the Logit-Link function were applied. Three main objectives of the study and the respective results can be summarized as follows:

Genetic parameters of calving traits

Genetic parameters for calving traits were found to be within the range of literature results with low to moderate heritabilities for dystocia and stillbirth and higher estimates for direct effects for birth weight and gestation length. Estimates of genetic correlations of the traits also were comparable to other studies. In accordance to the literature, estimates of the heritability for heifers were found to be higher than for cows. For the heritability of stillbirth in heifers remarkably high estimates of 13.8 % and 28.1 %, for direct and maternal effects, respectively, were obtained. It may be assumed that a possible explanation for this could be the high accuracy of recording. Genetic correlations between first and later calvings were rather low. Therefore, it can be recommended that heifer calvings should be analyzed separately to achieve a system of genetic evaluations which is valuable for genetic selection.

New definitions of calving traits

Based on a binary definition of the traits dystocia and stillbirth, a further dissection of the traits is conducted which results in traits defined as “alive without assistance”, “alive with assistance”, “stillborn without assistance” and “stillborn with assistance”. Since two definitions of dystocia, with a differentiation of “assisted” births and “difficult” births, were used in this study, the dissection and new definition of traits is carried out for both differentiations. The results show clearly different genetic parameters for “stillborn without assistance” and “stillborn with assistance”. Both sets of genetic parameters for these new definitions also differ from the genetic parameters of stillbirth as a binary trait. From this result it is concluded that stillbirth is an aggregate of two traits with different underlying genetic principles that share the same phenotypic result.

Birth weight and gestation length as auxiliary traits

Direct genetic effects of birth weight and gestation length exhibit high heritabilities and hence provide good opportunities for changes by genetic selection. The genetic relationship between both traits is not very pronounced and thus it is not recommended to consider both traits as

interchangeable. Gestation length does not show a linear influence on calving traits. Birth weight, on the other hand, is a valuable trait that could be used for genetic selection within the calving complex. Therefore, an exclusion of sires with high direct genetic effects for birth weights from a widespread use, and, in general a selection towards lighter calves, respecting calf vigor, seems to be recommendable.

In general, calving trait phenotypes collected in the cooperator test herd scheme represent a valuable source of data that can be the basis for selection decisions in the German Holstein population.

10. Quellenangabe

- Adler, B. (2005): Perspektiven der Rinderzucht aus der Sicht der Praxis. *Züchtungskunde* 77, 457–463.
- Albera, A., Groen, A. F. und Carnier, P. (1999): Breeding for improved calving performance in Piemontese cattle - genetic parameters for different parities. International workshop on EU concerted action on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle (GIFT). Wageningen, Niederlande, 7. - 9. November. *Interbull Bulletin* (23).
- Anthony, R. V., Bellows, R. A., Short, R. E., Staigmiller, R. B., Kaltenbach, C. C. und Dunn, T. G. (1982): Fetal growth of beef calves. II. Effect of sire on prenatal development of the calf and related placental characteristics. *Journal of Animal Science* 62, 1375–1387.
- Arnold, J. W., Bertrand, J. K., Benyshek, L. L., Comeford, J. W. und Kiser, T. E. (1990): Selection for low birth weight and high yearling weight in Angus beef cattle. *Livestock Production Science* 25, 31–41.
- Banos, G. (1999): From research to application: A summary of scientific developments and possible implementation to the genetic improvement for functional traits. International workshop on EU concerted action on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle (GIFT). Wageningen, Niederlande, 7. - 9. November. *Interbull Bulletin* (23).
- Bar-Anan, R. und Robertson, A. (1975): Variation in sex ratio between progeny groups in dairy cattle. *Theoretical and Applied Genetics* 46, 63–65.
- Barkema, H. W., Schukken, Y. H., Guard, C. L., Brand, A. und van der Weyden, G. C. (1992): Caesarean section in dairy cattle: a study of risk factors. *Theriogenology* 37, 490–506.
- Basarab, J. A., Rutter, L. M. und Day, P. A. (1993): The efficacy of predicting dystocia in yearling beef heifers: I. Using ratios of pelvic area to birth weight or pelvic area to heifer weight. *Journal of Animal Science* 71, 1359–1371.
- Bastin, C., Loker, S., Gengler, N., Sewalem, A. und Miglior, F. (2010): Short communication: Genetic relationship between calving traits and body condition score before and after calving in Canadian Ayrshire second-parity cows. *Journal of Dairy Science* 93, 4398–4403.
- Bellows, R. A., Short, R. E. und Richardson, G. V. (1982): Effects of sire, age of dam and gestation feed level on dystocia and postpartum reproduction. *Journal of Animal Science* 55, 18–72.
- Bellows, R. A., Short, R. E., Staigmiller, R. B. und Milmine, W. L. (1988): Effects of Induced Parturition and Early Obstetrical Assistance in Beef Cattle. *Journal of Animal Science* 66, 1073–1080.
- Bellows, R. A., Staigmiller, R. B., Orme, L. E., Short, R. E. und Knapp, B. W. (1993): Effects of sire and dam on late-pregnancy conceptus and hormone traits in beef cattle. *Journal of Animal Science* 71, 714–723.
- Benjamínsson, B. (2007): Prenatal death in Icelandic cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica* 49, S16.
- Bennett, G. L. und Gregory, K. E. (2001a): Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle: I. Calving difficulty score, birth weight, weaning weight, and postweaning gain. *Journal of Animal Science* 79, 45–51.
- Bennett, G. L. und Gregory, K. E. (2001b): Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle: II. Reproductive, skeletal, and carcass traits. *Journal of Animal Science* 79, 52–59.
- Berger, P., Cubas, A. C., Koehler, K. J. und Healey, M. H. (1992): Factors affecting dystocia and early calf mortality in Angus cows and heifers. *Journal of Animal Science* 70, 1775–1786.
- Berglund, B., Steinbock, L. und Elvander, M. (2003): Causes of stillbirth and time of death in Swedish Holstein calves examined post mortem. *Acta Veterinaria Scandinavica* 44, 111–120.

- Berry, D. P., Lee, J. M., Macdonald, K. A. und Roche, J. R. (2007): Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance. *Journal of Dairy Science* 90, 4201–4211.
- Bicalho, R. C., Galvão, K. N., Warnick, L. D. und Guard, C. L. (2008): Stillbirth parturition reduces milk production in Holstein cows. *Preventive Veterinary Medicine* 84, 112–120.
- Bierstedt, P. (2011): Optimierung der Geburtsgewichtserfassung in der Fleischrindzucht. Bachelorarbeit. Humboldt-Universität, Berlin.
- Blöttner, S., Heins, B., Wensch-Dorendorf, M., Hansen, L. und Swalve, H. H. (2011): Short communication: A comparison between purebred Holstein and Brown Swiss × Holstein cows for milk production, somatic cell score, milking speed, and udder measurements in the first 3 lactations. *Journal of Dairy Science* 94, 5212–5216.
- Bobe, G., Young, J. W. und Beitz, D. C. (2004): Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87, 3105–3124.
- Boelling, D., Nielsen, U. S., Pösö, J., Eriksson J. A. und Aamand, G. P. (2007): Genetic evaluation of calving traits in Denmark, Finland and Sweden. *Proceedings of the 2007 Interbull Meeting*. Dublin, Irland, 23. - 25. August. *Interbull Bulletin* (37), 179–184.
- Boettcher, P. J. und van Doormaal, B. J. (1999): Tools for selection for functional traits in Canada. *International workshop on EU concerted action on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle (GIFT)*. Wageningen, Niederlande, 7. - 9. November. *Interbull Bulletin* (23), 1–11.
- Bourdon, R. M. und Brinks, J. S. (1982): Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. *Journal of Animal Science* 55, 543–553.
- Brand, B., Baes, C., Mayer, M., Reinsch, N., Seidenspinner, T., Thaller, G. und Kühn, C. (2010): Quantitative trait loci mapping of calving and conformation traits on *Bos taurus* autosome 18 in the German Holstein population. *Journal of Dairy Science* 93, 1205–1215.
- Brügemann, K. (2008): Untersuchungen zur Heterogenität der Varianzen von Merkmalen der Milchleistung unter differenzierter Stratifikation des Gesamtmaterials beim Holsteinrind in Deutschland. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle/Saale.
- Burfeind, O., Suthar, V., Voigtsberger, R., Bonk, S. und Heuwieser, W. (2011): Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94, 5053–5061.
- Burfening, P. J., Kress, D. D. und Friedrich, R. L. (1981): Calving ease and growth rate of simmental-sired calves. III. direct and maternal effects. *Journal of Animal Science* 53, 1210–1216.
- Burfening, P. J., Kress, D. D., Friedrich, R. L. und Vaniman, D. D. (1978): Phenotypic and genetic relationships between calving ease, gestation length, birth weight and preweaning growth. *Journal of Animal Science* 47, 595–600.
- Burris, M. J. und Blunn, C. T. (1952): Some factors affecting gestation length and birth weight of beef cattle. *Journal of Animal Science* 11, 34–41.
- Cady, R. A. und van Fleck, L. D. (1978): Factors affecting twinning and effects of twinning in Holstein dairy cattle. *Journal of Animal Science* 46, 950–956.
- Calo, L. L., McDowell, R. E., van Fleck, L. D. und Miller, P. D. (1973): Genetic aspects of beef production among Holstein-Friesians pedigree selected for milk production. *Journal of Animal Science* 37, 676–682.

- Carnier, P., Dal Zotto, R., Albera, A. und Bona, M. (1997): Direct and maternal effects on calving ease in heifers and second parity Piemontese cows. International workshop on genetic improvement of functional traits in cattle. Grub, 23.-25. November. Interbull Bulletin (18), 12–16.
- Cervantes, I., Gutierrez, J. P., Fernandez, I. und Goyache, F. (2009): Genetic relationships among calving ease, gestation length, and calf survival to weaning in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. *Journal of Animal Science* 88, 96–101.
- Chassagne, M., Barnouin, J. und Chacornac, J. P. (1999): Risk factors for holstein heifers under field conditions in france: a prospective survey. *Theriogenology* 51, 1477–1488.
- Choi, Y. I., Han, I. K., Woo, J. H., Lee, H. J., Jang, K., Myung, K. H. und Kim, Y. S. (1997): Compensatory growth in dairy heifers: The effect of a compensatory growth pattern on growth rate and lactation performance. *Journal of Dairy Science* 80, 519–524.
- Colburn, D. J., Deutscher, G. H., Nielsen, M. K. und Adams, D. C. (1997): Effects of sire, dam traits, calf traits, and environment on dystocia and subsequent reproduction of two-year-old heifers. *Journal of Animal Science* 75, 1452–1460.
- Cole, J. B., Wiggans, G. R. und VanRaden, P. M. (2007a): Genetic evaluation of stillbirth in United States Holsteins using a sire-maternal grandsire threshold model. *Journal of Dairy Science* 90, 2480–2488.
- Cole, J. B., Wiggans, G. R., VanRaden, P. M. und Miller, R. H. (2007b): Stillbirth (co)variance components for a sire-maternal grandsire threshold model and development of a calving ability index for sire selection. *Journal of Dairy Science* 90, 2489–2496.
- Correa, M. T., Erb, H. und Scarlett, J. (1993): Path analysis for seven postpartum disorders of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 76, 1305–1312.
- Crews, D. H. (2006): Age of dam and sex of calf adjustments and genetic parameters for gestation length in Charolais cattle. *Journal of Animal Science* 84, 25–31.
- Dematawewa, C. M. B. und Berger, P. (1997): Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. *Journal of Dairy Science* 80, 754–761.
- Ducrocq, V. (2000): Calving ease evaluation of French dairy bulls with a heteroskedastic threshold model with direct and maternal effects. Proceedings of the 2000 Interbull Meeting. Bled, Slowenien, 14. - 15. Mai. Interbull Bulletin (25), 1–8.
- Eaglen, S. A. E. und Bijma, P. (2009): Genetic parameters of direct and maternal effects for calving ease in Dutch Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 92, 2229–2237.
- Echternkamp, S. E. (1993): Relationship between placental development and calf birth weight in beef cattle. *Animal Reproduction Science* 32, 1–13.
- Echternkamp, S. E. und Gregory, K. E. (1999): Effects of twinning on gestation length, retained placenta, and dystocia. *Journal of Animal Science* 77, 39–47.
- Echternkamp, S. E., Thallman, R. M., Cushman, R. A., Allan, M. F. und Gregory, K. E. (2007): Increased calf production in cattle selected for twin ovulations. *Journal of Animal Science* 85, 3239–3248.
- Emanuelson, U., Oltanecu, P. A. und Gröhn, Y. T. (1993): Nonlinear mixed model analyses of five production disorders of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 76, 2765–2772.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K. und Philipsson, J. (2004a): Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. *Journal of Animal Science* 82, 375–383.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K. und Philipsson, J. (2004b): Genetic relationships between calving and carcass traits for Charolais and Hereford cattle in Sweden. *Journal of Animal Science* 82, 2269–2276.

- Essmeyer, K. (2006): Aufklärung der Ursachen einer erhöhten Häufigkeit von Totgeburten in einem Milchviehbetrieb. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- Ettema, J. F. und Santos, J. E. P. (2004): Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *Journal of Dairy Science* 87, 2730–2742.
- Fürst, C. und Egger-Danner, C. (2003): Multivariate genetic evaluation for calving ease and stillbirth in Austria and Germany, Proceedings of the 2003 Interbull Meeting. 2003 Interbull Meeting. Rom, Italien, 28. - 30. August (31), 47–51.
- Fürst, C. und Fürst-Waltl, B. (2006): Züchterische Aspekte zu Kalbeverlauf, Totgeburtenrate und Nutzungsdauer in der Milchviehzucht. *Züchtungskunde* 78, 365–383.
- Gaines, J. D., Peschel, D., Kauffman, R. G. S. D. M., Badtram, G., Kumi-Diaka, J. C. M. K. und Milliken, G. (1993): Pelvic growth, calf birth weight and dystocia in Holstein x Herford heifers. *Theriogenology* 40, 33–41.
- Gambling, L. und Mcardle, H. J. (2003): The effect of nutrient deficiency on fetal development, pregnancy outcome and adult metabolism. *Archiv für Tierzucht* 46, 130–141.
- Georg, H., Beintmann, S., Schwalm, A. und Ude, G. (2008): Bestimmung des Abkalbezeitpunkts. *Landtechnik* 63, 262–263.
- Gianola, D. und Sorensen, D. (2004): Quantitative Genetic Models for Describing Simultaneous and Recursive Relationships Between Phenotypes. *Genetics* 167, 1407–1424.
- Gianola, D. und Tyler, W. J. (1973): Influences on birth weight and gestation period of Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* 57, 235–240.
- Gilmour, A. R., Gogel, B. J., Cullis, B. R. und Thompson, R. (2008): ASReml User Guide Release 3.0. VSN International Ltd: Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK. Online verfügbar unter www.vsn.co.uk.
- Gregory, K. E., Cundiff, L. V. und Koch, R. M. (1991): weight, birth date, dystocia, and survival as traits of dam in beef cattle effects and heterosis in advanced generations of composite populations for birth weight, birth date, dystocia, and survival as traits of dam in beef cattle. *Journal of Animal Science* 69, 3574–3589.
- Groen, A. F., Sölkner, J., Aumann, J., Ducrocq, V., Gengler, N. und Strandberg, E. (1998): EU concerted action 'Genetic Improvement of Functional Traits in cattle ' (GIFT) annual report 1997. Intermediate report workshop EU concerted action genetic improvement of functional traits in cattle. Warschau, Polen, 23. August. *Interbull Bulletin* (19), 9–20.
- Gundelach, Y., Essmeyer, K., Teltscher, M. K. und Hoedemaker, M. (2009): Risk factors for perinatal mortality in dairy cattle: Cow and foetal factors, calving process. *Theriogenology* 71, 901–909.
- Hansen, L., Cole, J. B., Marx, G. und Seykora, A. J. (1999): Productive life and reasons for disposal of Holstein cows selected for large versus small body size. *Journal of Dairy Science* 82, 795–801.
- Hansen, M., Lund, M. S., Pedersen, J. und Christensen, L. G. (2004a): Genetic parameters for stillbirth in Danish Holstein cows using a bayesian threshold model. *Journal of Dairy Science* 87, 706–716.
- Hansen, M., Lund, M. S., Pedersen, J. und Christensen, L. G. (2004b): Gestation length in Danish Holsteins has weak genetic associations with stillbirth, calving difficulty, and calf size. *Livestock Production Science* 91, 23–33.
- Hansen, M., Misztal, I., Lund, M. S., Pedersen, J. und Christensen, L. G. (2004c): Undesired phenotypic and genetic trend for stillbirth in Danish Holsteins. *Journal of Dairy Science* 87, 1477–1486.
- Hansen, P. J. (2004): Pregnancy - Physiology. In: Roginski, H. (Hrsg.), *Encyclopedia of dairy sciences*, 2290–2299.

- Harbers, A., Segeren, L. und de Jong, G. (2000): Genetic parameters for stillbirth in the Netherlands. Proceedings of the 2000 Interbull Meeting. Bled, Slowenien, 14. - 15. Mai. Interbull Bulletin (25), 1–6.
- Heinrichs, A. J., Heinrichs, B. S., Harel, O., Rogers, G. W. und Place, N. T. (2005): A prospective study of calf factors affecting age, body size, and body condition score at first calving of Holstein dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 88, 2828–2835.
- Heins, B., Hansen, L., Hazel, A., Seykora, A. J., Johnson, D. und Linn, J. (2010): Birth traits of pure Holstein calves versus Montbeliarde-sired crossbred calves. *Journal of Dairy Science* 93, 2293–2299.
- Henricks, D. M., Rawlings, N. C., Ellicott, A. R., Dickey, J. F. und Hill, J. R. (1977): Use of Prostaglandin F₂{alpha} to induce parturition in beef heifers. *Journal of Animal Science* 44, 438–441.
- Heringstad, B., Chang, Y. M., Gianola, D. und Klemetsdal, G. (2004): Multivariate threshold model analysis of clinical mastitis in multiparous Norwegian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87, 3038–3046.
- Heringstad, B., Chang, Y. M., Svendsen, M. und Gianola, D. (2007): Genetic analysis of calving difficulty and stillbirth in Norwegian Red cows. *Journal of Dairy Science* 90, 3500–3507.
- Hickey, J., Keane, M., Kenny, D., Cromie, A. R., Amer, P. und Veerkamp, R. (2007): Heterogeneity of genetic parameters for calving difficulty in Holstein heifers in Ireland. *Journal of Dairy Science* 90, 3900–3908.
- Holland, M. D. und Odde, K. G. (1992): Factors affecting calf birth weight: a review. *Theriogenology* 38, 769–798.
- Jamrozik, J., Fatehi, J., Kistemaker, G. J. und Schaeffer, L. R. (2005): Estimates of genetic parameters for Canadian Holstein female reproduction traits. *Journal of Dairy Science* 88, 2199–2208.
- Johanson, J. und Berger, P. (2003): Birth Weight as a Predictor of Calving Ease 1 Birth weight as a predictor of calving Ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 86, 3745–3755.
- Johanson, J., Berger, P., Kirkpatrick, B. W. und Dentine, M. R. (2001): Twinning rates for North American Holstein sires. *Journal of Dairy Science* 84, 2081–2088.
- Johanson, J., Berger, P., Tsuruta, S. und Misztal, I. (2011): A Bayesian threshold-linear model evaluation of perinatal mortality, dystocia, birth weight, and gestation length in a Holstein herd. *Journal of Dairy Science* 94, 450–460.
- Junge, W., Stamer, E., Reinsch, N. und Kalm, E. (2003): Züchterische Möglichkeiten zur Senkung von Kälberverlusten. *Züchtungskunde* 75, 479–488.
- Kausch, M. (2009): Inzidenz und Ursachen von Totgeburten in einer Milchviehanlage in Brandenburg bei optimiertem Geburtsmanagement. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- King, G. (2004): Pregnancy - Characteristics. In: Roginski, H. (Hrsg.), *Encyclopedia of dairy sciences*, 2283–2290.
- Kornmatitsuk, B., Dahl, E., Ropstad, E., Beckers, J. F., Gustafsson, H. und Kindahl, H. (2004): Endocrine profiles, haematology and pregnancy outcomes of late pregnant Holstein dairy heifers sired by bulls giving a high or low incidence of stillbirth. *Acta Veterinaria Scandinavica* 45, 47–68.
- Lapierre, S., Guilbault, L. A., Roy, G. L. und Menard, D. P. (1989): Maternal influence on gestation length and characteristics at birth of embryo transfer Holstein calves. *Theriogenology* 31, 215.
- Laster, D. B. (1974): Factors affecting pelvic size and dystocia in beef cattle. *Journal of Animal Science* 38, 496–503.

- Leister, T. M. (2009): Untersuchungen zur Vitalität neugeborener Kälber in einer Milchviehanlage in Brandenburg bei optimiertem Geburtsmanagement. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- Linden, T. C., Bicalho, R. C. und Nydam, D. V. (2009): Calf birth weight and its association with calf and cow survivability, disease incidence, reproductive performance, and milk production. *Journal of Dairy Science* 92, 2580–2588.
- Liu, Z., Pasma, E., Reinhardt, F. und Reents, R. (2012): A multi-parity animal model for genetic evaluation of calving traits enhanced with genomic information. *Proceedings of the 2012 Interbull Meeting*. Cork, Irland, 28. - 31. Mai. *Interbull Bulletin* (46), 133–142.
- Lombard, J. E., Garry, F. B., Tomlinson, S. M. und Garber, L. P. (2007): Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 90, 1751–1760.
- López de Maturana, E., Ugarte, E. und González-Recio, O. (2007a): Impact of calving ease on functional longevity and herd amortization costs in Basque Holsteins using survival analysis. *Journal of Dairy Science* 90, 4451–4457.
- López de Maturana, E., Ugarte, E., Komen, J. und van Arendonk, J. A. M. (2007b): Consequences of selection for yield traits on calving ease performance. *Journal of Dairy Science* 90, 2497–2505.
- López de Maturana, E., Wu, X.-L., Gianola, D., Weigel, K. A. und Rosa, G. J. M. (2008): Exploring Biological Relationships Between Calving Traits in Primiparous Cattle with a Bayesian Recursive Model. *Genetics* 181, 277–287.
- Luo, M. F., Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M. und Schaeffer, L. R. (1999): Bayesian analysis for estimation of genetic parameters of calving ease and stillbirth for Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science* 82, 1848–1858.
- Luo, M. F., Boettcher, P. J., Schaeffer, L. R. und Dekkers, J. C. M. (2002): Estimation of genetic parameters of calving ease in first and second parities of Canadian Holsteins using Bayesian methods. *Livestock Production Science* 74, 175–184.
- Mangurkar, B. R., Hayes, J. F. und Moxley, J. E. (1984): Effects of calving ease-calf survival on production and reproduction in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 67, 1469–1509.
- Martinez, M. L., Freeman, A. E. und Berger, P. (1983): Age of dam and direct and maternal effects on calf livability. *Journal of Dairy Science* 66, 1714–1720.
- McClintock, S., Beard, K., Gilmour, A. R. und Goddard, M. (2003): Relationships between calving traits in heifers and mature cows in Australia, *Proceedings of the 2003 Interbull Meeting*. 2003 Interbull Meeting. Rom, Italien, 28. - 30. August (31), 102–106.
- Mee, J. F., Berry, D. P. und Cromie, A. R. (2008): Prevalence of, and risk factors associated with, perinatal calf mortality in pasture-based Holstein-Friesian cows. *ANM* 2.
- Meijering, A. (1984): Dystocia and stillbirth in cattle - a review of causes, relations and implications. *Livestock Production Science* 11, 143–177.
- Meyer, C. L., Berger, P. und Koehler, K. J. (2000): Interactions among Factors Affecting Stillbirths 1 Interactions among factors affecting Stillbirths in Holstein cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* 83, 2657–2663.
- Meyer, C. L., Berger, P., Koehler, K. J., Thompson, J. R. und Sattler, C. G. (2001): Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. *Journal of Dairy Science* 84, 515–523.
- Misztal, I., Gianola, D. und Fouley, J. L. (1989): Computing aspects of a nonlinear method of sire evaluation for categorical data. *Journal of Dairy Science* 72, 1557–1568.
- Mrode, R. A. (2005): Linear models for the prediction of animal breeding values. 2nd Edition.

- Mujibi, F. D. N. und Crews, D. H. (2009): Genetic parameters for calving ease, gestation length, and birth weight in Charolais cattle. *Journal of Animal Science* 87, 2759–2766.
- Nelson, L. A. und Beavers, G. D. (1982): Beef x beef and dairy x beef females mated to Angus and Charolais sires. I. pregnancy rate, dystocia and birth weight. *Journal of Animal Science* 54, 1138–1149.
- Nielsen, K. T., Nielsen, S. S., Agger, J. F., Christoffersen, A.-B. und Agerholm, J. S. (2011): Association between antibodies to *Coxiella burnetii* in bulk tank milk and perinatal mortality of Danish dairy calves. *Acta Veterinaria Scandinavica* 53, 53–64.
- Niskanen, S. und Juga, J. (1997): Calving difficulties and calf mortality in Finnish dairy cattle population. International workshop on genetic improvement of functional traits in cattle. Grub, 23.-25. November. *Interbull Bulletin* (18), 17–20.
- Norman, H. D., Wright, J. R., Kuhn, M. T., Hubbard, S. M., Cole, J. B. und VanRaden, P. M. (2009): Genetic and environmental factors that affect gestation length in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92, 2259–2269.
- Norman, H. D., Wright, J. R. und Miller, R. (2011): Potential consequences of selection to change gestation length on performance of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 94, 1005–1010.
- Nugent, R. A., 3rd und Notter, D. R. (1991a): Body measurements of crossbred calves sired by Simmental bulls divergently selected for progeny first-calf calving ease in relation to birth weight. *Journal of Animal Science* 69.
- Nugent, R. A., 3rd, Notter, D. R. und Beal, W. E. (1991b): Body measurements of newborn calves and relationship of calf shape to sire breeding. *Journal of Animal Science* 69, 2413–2421.
- Olson, K. M., Cassell, B. G., McAllister, A. J. und Washburn, S. P. (2009): Dystocia, stillbirth, gestation length, and birth weight in Holstein, Jersey, and reciprocal crosses from a planned experiment. *Journal of Dairy Science* 92, 6167–6175.
- Oltanecu, P. A., Frick, A. und Lindhé Bengt (1988): Use of statistical modeling and decision analysis to estimate financial losses due to dystocia and other diseases in Swedish cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica* S84, 353–355.
- Oltanecu, P. A., Frick, A. und Lindhé Bengt (1990): Epidemiological study of several clinical diseases, reproductive performance and culling in primiparous Swedish cattle. *Preventive Veterinary Medicine* 9, 59–74.
- Philipsson, J. (1976): Calving performance and calf mortality. *Livestock Production Science* 3, 319–331.
- Philipsson, J. und Steinbock, L. (2003): Definition of calving traits - Results from Swedish research. Proceedings of the Interbull technical workshop. Beltsville, MD, USA, 2. - 3. März. *Interbull Bulletin* (30), 71–74.
- Philipsson, J., Steinbock, L. und Berglund, B. (1997): Considering stillbirths in a breeding program? International workshop on genetic improvement of functional traits in cattle. Grub, 23.-25. November. *Interbull Bulletin* (18), 25–27.
- Phocas, F. und Laloë, D. (2003): Evaluation models and genetic parameters for calving difficulty in beef cattle. *Journal of Animal Science* 81, 933–938.
- Pollak, E. J. und Freeman, A. E. (1976): Parameter estimation and sire evaluation for dystocia and calf size in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 59, 1817–1824.
- Price, T. D. und Wiltbank, J. N. (1978): Dystocia in cattle - A review and implications. *Theriogenology* 9, 195–219.

Rajala, P. J. und Gröhn, Y. T. (1998): Effects of dystocia, retained placenta, and metritis on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 81, 3172–3181.

Ramirez-Valverde, R., Misztal, I. und Bertrand, J. K. (2001): Comparison of threshold vs linear and animal vs sire models for predicting direct and maternal genetic effects on calving difficulty in beef cattle. *Journal of Animal Science* 79, 333–338.

Renand, G., Vinet, A., Saintilan, R. und Krauss, D. (2009): Pelvic opening and dystocia in Charolais cattle. 60th Annual Meeting of the EAAP. Barcelona, Spanien, 24. - 27. August.

Reynolds, W. L., Urick, J. J. und Knapp, B. W. (1990): Biological type effects on gestation length, calving traits and calf growth rate. *Journal of Animal Science* 68, 630–639.

Risco, C. A. und Melendez, P. (2004): Pregnancy - Periparturient disorders. In: Roginski, H. (Hrsg.), *Encyclopedia of dairy sciences*, 2309–2314.

Rudolph, C. (2010): Persönliche Mitteilung.

Rumph, J. M. und Faust, M. A. (2006): Genetic analysis of calving ease in holsteins in the U.K. based on data from heifers and cows. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG, Brasilien, 13. - 18. August.

Ryan, D. P. und Boland, M. P. (1991): Frequency of twin births among Holstein-Friesian cows in a warm dry climate. *Theriogenology* 36, 1–10.

Ryan, P. L. (2004): Pregnancy - Parturition. In: Roginski, H. (Hrsg.), *Encyclopedia of dairy sciences*, 2299–2309.

Schafberg, R., Rosner, F. und Swalve, H. H. (2006): Umweltbedingte und genetische Faktoren der Kälbersterblichkeit. 4. Rinderworkshop. Uelzen, 14.-15. Februar. Tagungsband.

Schulz, Joachim; Brabant, Werner; Erices, Jaime (2002): *Geburtkunde und praktische Geburtshilfe*. Nachdruck der 1. Auflage. Berlin: Lehmanns Media.

Sewalem, A., Kistemaker, G. J., Miglior, F. und van Doormaal, B. J. (2006): Analysis of the relationship between fertility traits and functional longevity in canadian holstein using a weibull proportional hazards model. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG, Brasilien, 13. - 18. August.

Shelton, J. N., Simpson-Morgan, M. W. und Summers, P. M. (1986): The cause of the shorter gestation length for twin calves: a computer simulation. *Theriogenology* 25, 451–454.

Sorge, U. S., Kelton, D. F. und Staufenbiel, R. (2008): Short Communication: Prepartal Concentration of Estradiol-17 β in Heifers with Stillborn Calves. *Journal of Dairy Science* 91, 1433–1437.

Stamer, E., Hafez, S., Junge, W. und Kalm, E. (2004): Genetische Parameter für das Geburts- und Absetzgewicht von schwarzbunten weiblichen Kälbern. *Züchtungskunde* 76, 188–195.

Steinbock, L. (2006): Comparative aspects on genetics of stillbirth and calving difficulty in Swedish dairy cattle breeds. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Steinbock, L., Johansson Kjell, Näsholm, A., Berglund, B. und Philipsson, J. (2000): Stillbirths and dystocia at first and second parities in Swedish Holstein cattle. Proceedings of the 2000 Interbull Meeting. Bled, Slowenien, 14. - 15. Mai. *Interbull Bulletin* (25), 1–4.

Steinbock, L., Näsholm, A., Berglund, B., Johansson, K. und Philipsson, J. (2003): Genetic effects on stillbirth and calving difficulty in Swedish Holsteins at first and second calving. *Journal of Dairy Science* 86, 2228–2235.

Sullivan, T., Micke, G., Magalhaes, R., Phillips, N. und Perry, V. (2009): Dietary protein during gestation affects placental development in heifers. *Theriogenology* 72, 427–438.

Swalve, H. H. (2003): Neue Ansätze in der züchterischen Bearbeitung funktionaler Merkmale. Archiv für Tierzucht 46, 63–71.

Swalve, H. H. (2012): Persönliche Mitteilung.

Swalve, H. H., Schafberg, R. und Rosner, F. (2006): Genetic parameters for categories of stillbirth in dairy cattle. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, MG, Brasilien, 13. - 18. August.

Tarrés, J., Casellas, J. und Piedrafita, J. (2005): Genetic and environmental factors influencing mortality up to weaning of Bruna dels Pirineus beef calves in mountain areas. A survival analysis. Journal of Animal Science 83, 543–551.

Teltscher, M. K. (2006): Analyse möglicher Ursachen von Totgeburten in MLP-Milchviehbetrieben anhand Kriterien des Betriebsmanagements - eine statistische Erhebung in Thüringen -. Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover.

Tenhagen, B. A., Helmbold, A. und Heuwieser, W. (2007): Effect of various degrees of dystocia in dairy cattle on calf viability, milk production, fertility and culling. Journal of Veterinary Medicine 54, 98–102.

Toghiani Pozveh, S., Shadparvar, A. A., Moradi Shahrabak, M. und Taromsari, M. D. (2009): Genetic analysis of reproduction traits and their relationship with conformation traits in Holstein cows. Livestock Science 125, 84–87.

Tsousis, G., Heun, C., Becker, M. und Bollwein, H. (2010): Application of computed tomography for the evaluation of obstetrically relevant pelvic parameters in German Holstein-Friesian cows. Theriogenology 73, 309–315.

van Pelt, M. L. und de Jong, G. (2011): Genetic evaluation for direct and maternal livability in the Netherlands. Proceedings of the 2011 Interbull Meeting. Stavanger, Norwegen, 27. - 29. August. Interbull Bulletin (44), 235–239.

van Pelt, M. L., de Jong, G., Eding, H. und Roelfzema, J. E. (2009): Analysis of calving traits with a multitrait animal model with a correlated direct and maternal effect. Proceedings of the 2009 Interbull Meeting. Barcelona, Spanien, 21. - 24. August. Interbull Bulletin (40), 138–141.

van Tassell, C. P., Wiggans, G. R. und Misztal, I. (2003): Implementation of a sire-maternal grandsire model for evaluation of calving ease in the United States. Journal of Dairy Science 86, 3366–3373.

Wähner, M. (2006): Fortpflanzung. In: Lengerken, G. von, Ellendorf, F. und Wussow, J. (Hrsg.), Tierzucht, 36–51.

Waurich, B., Schafberg, R., Rudolphi, B. und Swalve, H. H. (2008): Genetische Analyse von Tot- und Schweregeburten bei Deutschen Holsteins. DGfZ/GfT Gemeinschaftstagung. Gießen, 16. - 17. September.

Waurich, B. und Swalve, H. H. (2012): Die Bedeutung der Abkalbung für das nachfolgende Leben der Kuh. Rekasen Journal 19, 119–123.

Waurich, B., Wensch-Dorendorf, M., Cole, J. B. und Swalve, H. H. (2011): Genetic evaluations for birth weight: comparison of continuous and discrete definitions of birth weight under varying accuracies of recording. 62th Annual Meeting of the EAAP. Stavanger, Norwegen, 29. August - 2. September.

Wehrend, A., Bostedt, H. und Leiser, R. (2004): Lichtmikroskopische Untersuchungen zur Architektur des bovinen zervikalen Gewebes nach Spontangeburt oder Auszug mit einem mechanischen Geburtshelfer. Tierärztliche Praxis 32.

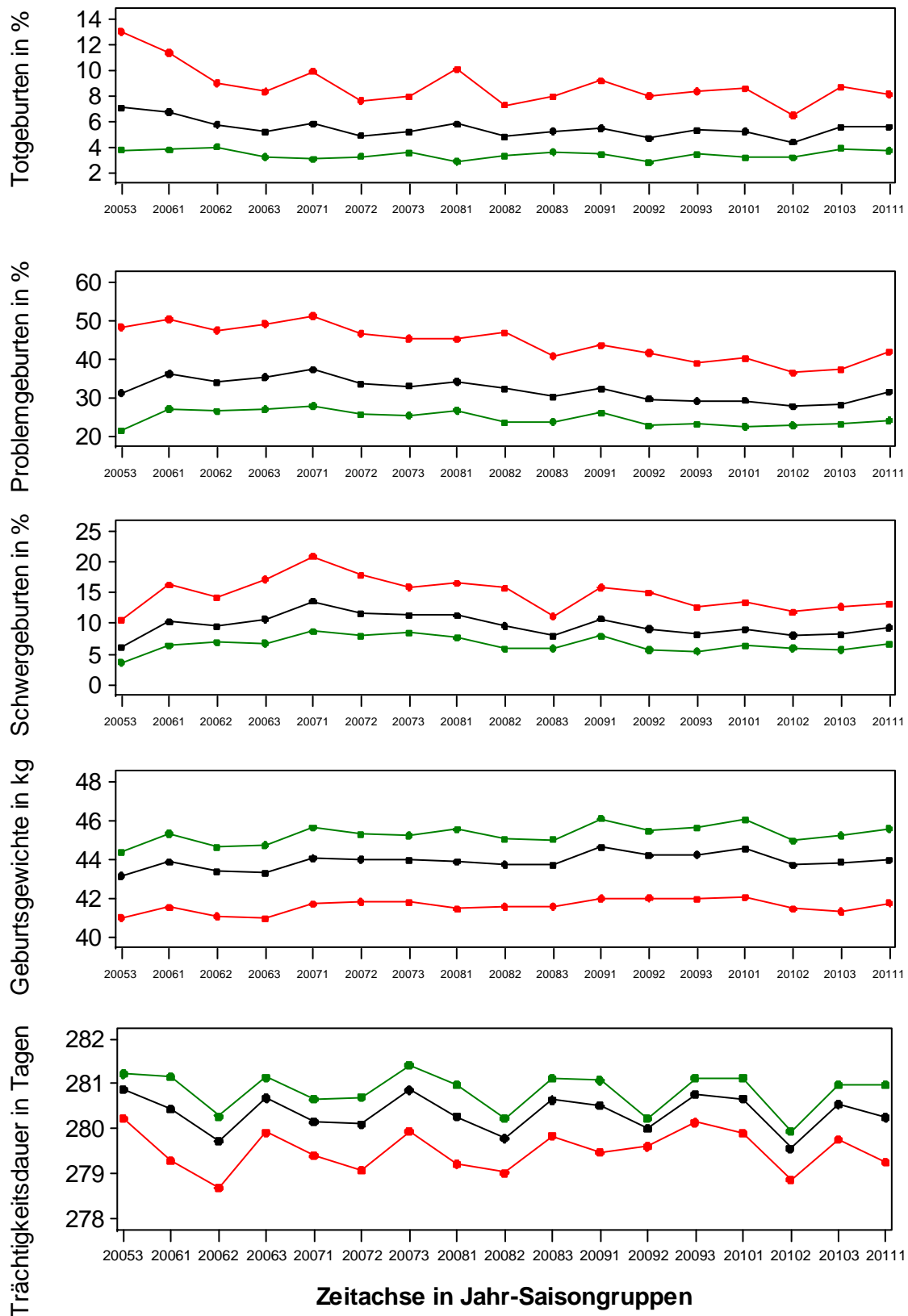
Weigel, K. A. und Rekaya, R. (2000): Genetic parameters for reproductive traits of Holstein cattle in California and Minnesota. Journal of Dairy Science 83, 1072–1080.

- Weller, J. I., Golik, M., Seroussi, E., Ron, M. und Ezra, E. (2008): Detection of quantitative trait loci affecting twinning rate in Israeli Holsteins by the daughter design. *Journal of Dairy Science* 91, 2469–2474.
- Wiggans, G. R., Cole, J. B. und Thornton, L. L. M. (2008a): Multiparity Evaluation of Calving Ease and Stillbirth with Separate Genetic Effects by Parity. *Journal of Dairy Science* 91, 3173–3178.
- Wiggans, G. R., Misztal, I. und van Tassell, C. P. (2003): Calving ease (co)variance components for a sire-maternal grandsire threshold model. *Journal of Dairy Science* 86, 1845–1848.
- Wiggans, G. R., Tsuruta, S. und Misztal, I. (2008b): Technical Note: Adaptation of an Animal-Model Method for Approximation of Reliabilities to a Sire-Maternal Grandsire Model. *Journal of Dairy Science* 91, 4058–4061.
- Willham, R. L. (1972): The Role of Maternal Effects in Animal Breeding: III. Biometrical Aspects of Maternal Effects in Animals. *Journal of Animal Science* 35, 1288–1293.
- Wilson, L. L. (1973): Effects of sire, calf sex and age, age of dam on birth weight and body dimensions at one and three days of age. *Journal of Animal Science* 36, 452–456.
- Winkelman, A. M., Wood, R. M. und Harris, B. L. (2010): Enhancement of calving difficulty breeding values in New Zealand. *Proceedings of the 2010 Interbull Meeting*. Riga, Lettland, 31. Mai - 4. Juni. *Interbull Bulletin* (42), 91–94.
- Zaborski, D., Grzesiak, W., Szatkowska, I., Dybus, A., Muszynska, M. und Jedrzejczak, M. (2009): Factors affecting dystocia in cattle. *Reproduction in Domestic Animals* 44, 540–551.
- Zhang, W. C., Nakao, T., Moriyoshi, M., Nakada, K., Ohtaki, T., Ribadu, A. Y. und Tanaka, Y. (1999): The relationship between plasma oestrone sulphate concentrations in pregnant dairy cattle and calf birth weight, calf viability, placental weight and placental expulsion. *Animal Reproduction Science* 54, 169–178.

11. Anhang

Anhang Tabelle 1: Mittelwerte der Betriebskennzahlen für Beobachtungen im Datenmaterial, durchschnittliche Anzahl Kalbungen pro Monat mit Anteil Färsenkalbungen, Tot-, Problem-, Schwergewburtenrate, Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer Gesamt (G) sowie getrennt für Färsen- (F) und Kuhkalbungen (K) mit Angabe der Differenz (Diff) zwischen beiden

Betrieb	Anzahl Beobachtungen			Kalbungen / Monat Ø	% Färsenkalbungen			Totgeburten in %			Problemgeburten in %			Schwergewburten in %			Geburtsgewicht in Kg			Trächtigkeitsdauer in Tagen					
	G	F	K		G	F	K	G	F	K	G	F	K	G	F	K	G	F	K	G	F	K	Diff		
1	2.311	717	1.594	38,5	31,0	3,8	5,4	3,1	2,4	85,6	89,4	83,9	5,5	9,0	10,9	8,2	2,7	45,2	42,9	46,2	3,3	280	279	281	1,3
2	1.159	419	740	17,3	36,2	4,7	9,5	2,0	7,5	19,1	32,5	11,5	21,0	10,7	19,3	5,8	13,5	43,9	43,2	44,3	1,1	281	281	281	0,5
3	4.588	1.563	3.005	72,5	34,2	5,9	9,5	4,0	5,5	31,0	47,2	22,6	24,6	12,5	18,6	9,4	9,3	44,8	42,2	46,1	3,9	280	278	281	2,9
4	5.799	2.203	3.596	86,6	38,0	3,3	5,4	2,0	3,4	39,1	55,4	29,0	26,3	4,9	7,2	3,4	3,8	44,3	42,5	45,4	2,9	280	280	281	1,2
5	13.810	5.175	8.635	206,1	37,5	5,4	8,8	3,3	5,5	25,2	36,8	18,2	18,7	8,4	13,6	5,2	8,3	44,4	42,1	45,9	3,8	281	280	281	1,2
6	832	299	533	17,7	35,9	7,0	9,0	5,8	3,2	28,2	36,3	23,7	12,7	2,4	2,2	2,6	0,4	42,8	41,4	43,6	2,2	280	280	280	0,2
7	1.724	563	1.161	35,9	32,7	5,2	7,5	4,1	3,4	61,2	83,5	50,4	33,1	25,4	44,6	16,1	28,5	43,6	41,1	44,8	3,7	281	281	281	0,7
8	2.646	988	1.658	44,8	37,3	8,5	17,5	3,2	14,2	18,4	34,0	9,0	25,0	8,4	18,1	2,7	15,5	44,0	41,4	45,6	4,2	280	279	281	2,0
9	380	121	239	30,0	33,6	6,1	4,1	7,1	3,0	22,6	28,1	19,7	8,4	11,1	13,2	10,1	3,1	43,7	41,7	44,7	3,0	281	281	281	0,9
10	7.043	2.394	4.659	119,4	33,8	6,0	11,8	3,0	8,8	41,0	62,8	29,9	32,9	24,6	42,5	15,4	27,1	43,7	41,5	44,8	3,3	280	280	280	0,3
11	7.108	2.817	4.291	106,1	39,6	5,0	8,4	2,8	5,7	31,6	44,8	22,8	21,9	10,0	13,9	7,5	6,3	43,1	40,4	44,8	4,4	280	279	281	2,4
12	5.591	2.085	3.506	93,2	37,3	4,6	6,5	3,5	3,0	25,5	31,6	21,8	9,8	2,6	3,4	2,2	1,2	43,6	40,8	45,3	4,4	280	279	281	1,4
13	1.326	507	819	21,0	38,2	6,3	11,2	3,2	8,1	34,1	49,9	24,3	25,6	4,2	7,1	2,4	4,7	44,4	42,2	45,8	3,6	280	280	280	0,2
14	1.540	625	1.015	24,4	34,1	6,0	7,8	5,0	2,8	44,3	56,0	38,2	17,8	12,6	21,1	8,1	13,0	42,4	40,0	43,6	3,6	280	279	280	1,1
15	3.258	1.328	1.930	48,6	40,8	5,4	9,2	2,8	6,4	38,5	55,1	27,1	28,0	12,2	20,4	6,6	13,8	44,6	42,6	46,0	3,4	280	280	280	0,1
16	3.131	1.132	1.999	49,7	36,2	7,6	11,0	5,7	5,3	28,3	40,5	21,3	19,2	2,9	4,0	2,3	1,7	42,7	40,6	43,8	3,2	280	279	281	1,2
17	6.325	3.518	2.807	98,8	55,6	4,8	6,3	3,0	3,2	23,9	27,6	19,3	8,3	13,4	15,6	10,6	5,0	44,0	42,1	46,3	4,2	280	279	281	1,9
18	4.082	1.252	2.810	60,6	30,8	8,2	13,3	5,9	7,3	15,1	25,6	10,5	15,0	1,9	2,0	1,9	0,1	42,2	39,4	43,4	4,0	280	279	280	1,5
19	2.841	910	1.931	42,4	32,0	3,3	5,6	2,2	3,4	33,8	45,0	28,5	16,5	16,0	20,0	14,1	5,9	44,1	42,5	44,8	2,3	281	280	281	0,7
20	2.855	1.105	1.750	42,6	38,7	6,4	11,0	3,5	7,4	38,7	57,8	26,5	31,4	3,6	5,5	2,3	3,2	43,7	41,0	45,3	4,3	281	280	281	1,0
21	3.130	978	2.152	60,2	31,2	3,9	5,5	3,2	2,3	24,7	39,2	18,1	21,0	2,0	2,5	1,8	0,6	45,7	42,0	47,3	5,3	280	279	281	1,3
Statistische Kennzahlen																									
Mittelwert				62,7	36,4	5,6	8,8	3,7	5,3	33,8	46,6	28,5	20,1	9,5	14,5	6,6	8,0	43,8	41,6	45,1	3,5	280,3	279,7	280,7	1,2
Percentil 25				35,9	33,6	4,7	6,3	3,0	3,2	24,7	34,0	19,3	15,0	3,6	5,5	2,4	2,7	43,6	41,0	44,7	3,2	280,0	279,2	280,5	0,7
Percentil 75				86,6	38,0	6,3	11,0	4,1	7,3	38,7	55,4	28,5	25,6	12,5	19,3	9,4	13,0	44,4	42,2	45,9	4,2	280,6	280,1	281,0	1,4



Anhang Abbildung 1: Mittlere Tot-, Problem-, Schweregeburtenrate, Geburtsgewicht und Trächtigkeitsdauer im Untersuchungszeitraum gegliedert nach Jahr-Saison-Gruppen (vier Monate bilden eine Saison, Beginn Januar) für gesamtes Datenmaterial (schwarz) sowie getrennt für Färsen- (rot) und Kuhkalbungen (grün)

Danksagung

Mein Dank gilt allen, die mir das Projekt „Benno promoviert“ ermöglicht und allen, die mich seit dessen Beginn begleitet, unterstützt und immer wieder motiviert haben. Mein Dank gilt allen, die durch Ihr Dasein und Handeln zu einer vielgesichtigen und immer wieder spannenden Zeit beigetragen. Mein Dank gilt allen, an deren Lob, Tadel, Lehre, Widerspruch und Beispiel ich fachlich und persönlich gereift bin.

Danke, Danke, Danke!

Erklärung an Eides statt

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Es wurden keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Hiermit erkläre ich, dass ich noch keine vergeblichen Promotionsversuche unternommen habe und die vorliegende Dissertation nicht in der gegenwärtigen bzw. in einer anderen Fassung bereits einer anderen Fakultät / anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt habe.

Datum:

Unterschrift:

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich keine bestehenden Vorstrafen habe und gegen mich keine anhängigen Ermittlungsverfahren laufen.

Datum:

Unterschrift:

Lebenslauf

Persönliche Angaben:

geboren am 13.09.1981 in Räckelwitz
verheiratet

Beruflicher Werdegang

ab 11/2011 Mitarbeiter zur Betreuung der Testherden von RMV und RBB (in
Zusammenarbeit mit vit)

Ausbildung und wissenschaftlicher Werdegang:

10/2007 – 09/2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter Martin-Luther-Universität Halle-
Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungs-wissenschaften,
Arbeitsgruppe Tierzucht
Projektthema (seit 09/2009):
„Innovative Verfahren der Leistungsprüfung beim Milchrind“
Projektthema (10/2007 – 08/2009):
„Verfahren der Zuchtwertschätzung auf der Basis von neuen
Ansätzen der Leistungsprüfung in Testherden des RMV-Profit-
Programmes“

10/2005 - 05/2007 Masterstudium der Agrarwissenschaften,
Georg-August-Universität Göttingen
Abschluss: Master of Science
Agrarwissenschaften - Tierproduktion
Thema der Masterarbeit:
„Einkreuzungseffekte von Jersey-Vatertieren auf die
sächsische Holsteinpopulation für Produktions- und
Sekundärmerkmale“

10/2004 – 06/2005 Studienaufenthalt an der Tschechischen Universität für
Agrarwissenschaften Prag

10/2001 - 10/2004 Studium der Agrarwissenschaften,
Georg-August-Universität Göttingen
Abschluss: Bachelor of Science
Agrarwissenschaften – Tierproduktion
Thema der Bachelorarbeit:

„Bewertung des Programms „Schafzucht®“ von Arcalsoft unter Berücksichtigung der praktischen Anwendbarkeit“
09/1994 – 07/2000 Sorbisches Gymnasium Bautzen, Abschluss: Abitur

Wehrersatzdienst:

10/2000 – 08/2001 Zivildienst im Pflegeheim „St. Johannes“, Schmeckwitz

Praktika:

04/2006 – 08/2006 Sächsischer Rinderzuchtverband e.G. (Verwaltung, Klassifizierung, Kundenbetreuung, Deckbullenhaltung)

08/2003 – 09/2003 Landesgestüt Moritzburg (Pferdehaltung, Verwaltung)

07/2002 – 10/2002 Agrofarm Göda e.G. (Pflanzenbau, Milchviehhaltung, Sauenhaltung, Schweinemast)

03/2002 - 04/2002 Ralf Schneider, Hamm (Pferdehaltung)

08/2001 - 10/2001 Miltitzer Agrar GmbH (Milchviehhaltung, Färsenaufzucht)