

Aus der Klinik für Klautiere
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Geburtsverlauf bei Kühen und auf das Kälbergeburtsgewicht

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Nancy Maschurek
Tierärztin aus Zossen

Berlin 2016
Journal-Nr.: 3893

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Rudolf Staufenbergel
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Manfred Füll
Dritter Gutachter: PD Dr. Sebastian Arlt

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

dairy cows; Holstein-Freisian; dystocia; fetal death; birth weight; risk factors;
cattle farming; performance recording; blood sampling; calcium; phosphorus;
3-hydroxybutyric acid; fatty acids, nonesterified (MeSH); statistical analysis

Tag der Promotion: 06.10.2016

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-767-5

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2016

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder
Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in
irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet,
vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch
ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der
Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von
jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written
authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2016

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	X
Abbildungsverzeichnis	XIII
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht.....	2
2.1. Physiologie der Geburt.....	2
2.1.1. Auslösung der Geburt und endokrine Situation zum Geburtsbeginn.....	2
2.1.2. Geburtsstadien.....	2
2.1.3. Geburtsanzeichen zur Vorhersage des Kalbezeitpunktes	4
2.2. Pathologie der Geburt	5
2.2.1. Pathologischer Geburtsverlauf	5
2.2.2. Klassifikation des Geburtsverlaufes.....	6
2.2.3. Geburtsanzeichen Dystokie.....	7
2.2.4. Vorkommen pathologischer Geburtsverläufe.....	8
2.2.5. Folgen der pathologischen Geburtsverläufe	9
2.3. Ursachen des pathologischen Geburtsverlaufes	11
2.3.1. Einflussfaktoren des Muttertieres auf den Geburtsverlauf	11
2.3.1.1. Parität und Alter	11
2.3.1.2. Störungen im Geburtsweg.....	12
2.3.1.3. Rasse.....	13
2.3.1.4. Heritabilität und Genetik	14
2.3.1.5. Tragezeit.....	15
2.3.1.6. Kondition	17
2.3.1.7. Einfluss der Fütterung	18
2.3.1.8. Hormone und Stoffwechselmetabolite	19
2.3.1.9. Weitere Einflussfaktoren	21
2.3.2. Einflussfaktoren des Kalbes auf den Geburtsverlauf	22
2.3.2.1. Lage-, Stellungs-, Haltungsanomalien.....	22
2.3.2.2. Anzahl der Nachkommen	23
2.3.2.3. Geschlecht.....	24
2.3.2.4. Größe und Gewicht	24
2.3.2.5. Weitere Einflussfaktoren	25
2.3.3. Einflussfaktor Management auf den Geburtsverlauf	26

2.3.3.1.	Besamung und Transitzühe	26
2.3.3.2.	Kalbmanagement	27
2.3.3.2.1.	Qualifikation des Personals	27
2.3.3.2.2.	Geburtsüberwachung und räumliche Gestaltung	28
2.3.3.2.3.	Geburtshilfe	29
2.3.4.	Einflussfaktor Umwelt auf den Geburtsverlauf	30
2.4.	Kälbergeburtsgewicht	31
2.4.1.	Physiologie des pränatalen Wachstums des bovinen Fetus	31
2.4.2.	Möglichkeiten der fetalen Gewichtsbestimmung	33
2.5.	Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht	33
2.5.1.	Einflussfaktoren des Muttertieres auf das Kälbergeburtsgewicht	33
2.5.1.1.	Parität und Erstkalbealter	33
2.5.1.2.	Rasse	34
2.5.1.3.	Genetik	34
2.5.1.4.	Heritabilitäten und Zuchtwerte	35
2.5.1.5.	Trächtigkeitsdauer	36
2.5.1.6.	Körpermaße und Kondition	37
2.5.1.7.	Fütterung des Muttertieres	38
2.5.1.8.	Hormone und Stoffwechselmetabolite	42
2.5.2.	Einflussfaktoren des Kalbes auf das Kälbergeburtsgewicht	42
2.5.2.1.	Geschlecht	42
2.5.2.2.	Anzahl der Nachkommen	43
2.5.3.	Weitere Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht	43
2.5.4.	Einflussfaktor Klima auf das Kälbergeburtsgewicht	44
3.	Material und Methoden	46
3.1.	Allgemeines	46
3.1.1.	Vorstellung des Betriebes	46
3.1.1.1.	TMF	46
3.1.1.1.1.	Trockenstehergruppe	46
3.1.1.1.2.	Vorbereitergruppe (Close-Up)	47
3.1.1.1.3.	Kalbung	47
3.1.1.1.4.	Frischmelkergruppe auf Stroh	47
3.1.1.1.5.	Frischmelkergruppen	48

3.1.1.2.	Hochleistungs-, Staphylokokkus aureus- und Altmelkergruppe	48
3.1.1.3.	Mastitisgruppe.....	48
3.1.1.4.	Kälber	48
3.1.2.	Besamungsmanagement	49
3.2.	Datenerhebung Kalbung, Probenentnahme und -untersuchung	49
3.2.1.	Untersuchungszeitraum und Studientiere.....	49
3.2.2.	Probenplan.....	49
3.2.3.	Datenerhebung Kalbung	50
3.2.3.1.	Geburtsüberwachung und Kalbmanagement	50
3.2.3.2.	Erfassung der Kalbedaten.....	51
3.2.4.	Probenentnahme und Messung der Rückenfettdicke	52
3.2.5.	Probenaufbereitung.....	53
3.2.6.	Probenanalyse	53
3.3.	Erhebung der Herdendaten	54
3.4.	Statistische Auswertungen	55
4.	Ergebnisse	57
4.1.	Deskriptive Statistik	57
4.1.1.	Studientiere nach Laktationszahl.....	57
4.1.2.	Kalbeparameter.....	57
4.1.3.	Kalbungen nach Monaten	58
4.1.4.	Kalbungen nach Jahreszeiten	59
4.1.5.	Konzeptionsmonat	60
4.1.6.	Kalbungen nach Schichten.....	60
4.1.7.	Anzahl Geburten nach Personal.....	61
4.1.8.	Kexxtone®	61
4.1.9.	Kalbvater.....	62
4.1.10.	Kälbergeburtsgewicht	63
4.1.11.	Intervallskalierte antepartale und partale Untersuchungsvariablen	64
4.2.	Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate	67
4.2.1.	Laktationszahl	67
4.2.2.	Anzahl der Kälber.....	67
4.2.3.	Geschlecht des Kalbes.....	68
4.2.4.	Lebend- und Totgeburt.....	68
4.2.5.	Kälbergeburtsgewicht.....	69
4.2.6.	Trächtigkeitsdauer.....	70

4.2.7.	Konzeptionssaison	72
4.2.8.	Kalbvater.....	73
4.2.9.	Dauer der Trockenstehperiode.....	74
4.2.10.	Kalbesaison	75
4.2.11.	Kalbung nach Schichtsystem.....	75
4.2.12.	Kalbepersonal.....	76
4.2.13.	Rückenfettdicke	77
4.2.14.	Blutparameter zu Beginn der Trockenstehphase 2	77
4.2.15.	Blutparameter zur Kalbung	78
4.2.16.	Weitere Untersuchungsparameter	79
4.2.17.	Multivariable logistische Regressionsanalyse Primipara	80
4.2.18.	Multivariable logistische Regressionsanalyse Pluripara	81
4.3.	Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate	83
4.3.1.	Laktationszahl	83
4.3.2.	Anzahl der Kälber.....	83
4.3.3.	Kälbergeburtsgewicht.....	84
4.3.4.	Geburtsverlauf.....	85
4.3.5.	Trächtigkeitsdauer.....	86
4.3.6.	Konzeptionssaison	88
4.3.7.	Kalbvater.....	88
4.3.8.	Dauer der Trockenstehperiode.....	89
4.3.9.	Kalbepersonal	90
4.3.10.	Rückenfettdicke	91
4.3.11.	Blutparameter zu Beginn der Trockenstehphase 2	92
4.3.12.	Blutparameter zur Kalbung	93
4.3.13.	Weitere Untersuchungsparameter	94
4.3.14.	Multivariable logistische Regressionsanalyse Primipara	94
4.3.15.	Multivariable logistische Regressionsanalyse Pluripara	95
4.4.	Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht	97
4.4.1.	Laktationszahl	97
4.4.2.	Geschlecht des Kalbes.....	98
4.4.3.	Trächtigkeitsdauer.....	98
4.4.4.	Kalbvater.....	100
4.4.5.	Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit.....	102
4.4.6.	Dauer der Trockenstehperiode Kühe.....	102
4.4.7.	Zwischenauswertung „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ bei Pluripara	104

4.4.8.	Vorbereitungsdauer Färsen.....	108
4.4.9.	Zwischenauswertung „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ bei Primipara.....	109
4.4.10.	Rückenfettdicke	111
4.4.11.	Blutparameter zu Beginn der Trockenstehphase 2	113
4.4.12.	Blutparameter zur Kalbung	114
4.4.13.	Weitere Untersuchungsparameter	115
4.4.14.	Multivariable lineare Regressionsanalyse Primipara.....	116
4.4.15.	Multivariable lineare Regressionsanalyse Pluripara.....	118
5.	Diskussion.....	121
5.1.	Material und Methoden.....	121
5.2.	Ausgewählte Untersuchungsgrößen der deskriptiven Statistik	121
5.3.	Einflussfaktoren auf die Schwereburtenrate	122
5.3.1.	Maternale Einzelfaktoren.....	122
5.3.2.	Fetale Einzelfaktoren.....	126
5.3.3.	Multivariable Regressionsanalyse	128
5.4.	Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate	130
5.4.1.	Maternale Einzelfaktoren.....	130
5.4.2.	Fetale Einzelfaktoren.....	133
5.4.3.	Multivariable Regressionsanalyse	135
5.5.	Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht	137
5.5.1.	Maternale Einzelfaktoren.....	137
5.5.2.	Fetale Einzelfaktoren.....	141
5.5.3.	Multivariable Regressionsanalyse	143
6.	Schlussfolgerungen.....	146
7.	Zusammenfassung.....	152
8.	Summary.....	154
9.	Literaturverzeichnis	156
10.	Anhang.....	179
10.1.	Schwereburten	179
10.1.1.	Sonstige signifikante Untersuchungsgrößen.....	179
10.1.2.	Sonstige kategoriale nicht-signifikante Untersuchungsgrößen	181
10.1.3.	Sonstige intervallskalierte nicht-signifikante Untersuchungsgrößen	182
10.2.	Totgeburten	183
10.2.1.	Sonstige signifikante Untersuchungsgrößen.....	183
10.2.2.	Sonstige kategoriale nicht-signifikante Untersuchungsgrößen	183
10.2.3.	Sonstige intervallskalierte nicht-signifikante Untersuchungsgrößen	186

10.2.4.	Multivariable Regressionsanalyse.....	187
10.3.	Kälbergeburtsgewicht	188
10.3.1.	Sonstige kategoriale nicht-signifikante Untersuchungsgrößen	188
10.3.2.	Sonstige intervallskalierte nicht-signifikante Untersuchungsgrößen	190
10.3.3.	Streudiagramme	191
10.3.4.	Multivariable lineare Regr.-Analyse Pluripara mit „Tragezeit \geq 260 d“	196
11.	Publikationsverzeichnis.....	198
12.	Danksagung	199
13.	Selbständigkeitserklärung.....	200

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ANOVA	analysis of variance (Varianzanalyse)
a.p.	ante partum
b.c.	vor der Konzeption
B	Regressionskoeffizient
BCS	Body Condition Score
BHB	β-Hydroxybutyrat
bPL	bovines plazentäres Laktogen
bpm	beats per minute (Schläge pro Minute)
Ca	Calcium
CON	Kontrolltiere (normale Futtermenge)
CP	Rohprotein
d	Tag(e)
DYS	Dystokie
E	Östron
ES	Östronsulfat
E-	Östradiol-
EKA	Erstkalbealter
EPD	Expected Progenitur Differences (Selektionsdifferenz)
ges.	gesamt
h	Stunde
h ²	Heritabilität
H	hoher Protein- und Energiegehalt
HE	hoher Energiegehalt
HF	Holstein Friesian
HP	hoher Proteingehalt
IGF-1	Insulin-like Growth Factor 1
IUGR	intrauterine Wachstumsretardierung
Kalb.	Kalbung
KI	Konfidenzintervall
kum.	kumulativ(e)
L	geringer Protein- und Energiegehalt
LE	niedriger Energiegehalt
LSH	Lage, Stellung, Haltung
LP	geringer Proteingehalt

m	Monate
M _P	mittlerer Protein- und Energiegehalt
M	Multipara
M.	Musculus
Max.	Maximum
ME	mittlerer Energiegehalt
min	Minute
Min.	Minimum
MP	mittlerer Proteingehalt
n	Anzahl
NE	Nettoenergie
NEFA	Non-Esterified Fatty Acids (unveresterte [freie] Fettsäuren)
NR	Futterrestriktion
NRC	National Research Council
NRP	Futterrestriktion mit Proteinsupplementierung
Obergr.	Obergrenze
OR	Odds Ratio = Exp(B)
P	Primipara
Phos	Phosphor
Q	Quantil
Tab.	Tabelle
TM	Trockenmasse
TMF	Transition Management Facility (Transitstall)
TMR	Totale Mischration
TS 1	Trockenstehperiode 1
TS 2	Trockenstehperiode 2
TZ	Tragezeit
p	Signifikanz
P ₄	Progesteron
PAG	Pregnancy Associated Glycoproteins
p.c.	nach der Konzeption (post conceptionem)
PGF	Placental Growth Factor
PGF _{2α}	Prostaglandin F _{2α}
PM	perinatale Mortalität
p.n.	post natum
p.p.	post partum
PTA	Predicted Transmitting Ability (Zuchtwert)

Abkürzungsverzeichnis

QTL	Quantitative Trait Locus (Region eines quantitativen Merkmals)
r_p	Korrelationskoeffizient nach Pearson
r_s	Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho
RFD	Rückenfettdicke
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SNP	Single Nucleotide Polymorphism (Einzelnukleotid-Polymorphismus)
Untergr.	Untergrenze
V.	Vena
\bar{x}	Mittelwert
ZKZ	Zwischenkalbezeit
ZTZ	Zwischentragezeit

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Geburtsanzeichen zur Bestimmung des Kalbezeitpunktes	5
Tabelle 2:	Einteilung der Kalbeverläufe nach Klassifizierungssystemen.....	7
Tabelle 3:	Angaben zur Schweregeburtenrate von Holsteinkühen	9
Tabelle 4:	Angaben zur Totgeburtenrate von Holsteinkühen	9
Tabelle 5:	Vergleich von Schweregeburtenraten bei unterschiedlichen Kuhrasen	13
Tabelle 6:	Einfluss der maternalen Hormonkonzentration auf den Geburtsverlauf	20
Tabelle 7:	Gewichtsangaben unterschiedlich alter Feten nach Ferrell et al. (1976)	31
Tabelle 8:	Angaben zu Geburtsgewichten von Holsteinkälbern.....	32
Tabelle 9:	Gewichtsangaben von Kälbern unterschiedlicher Rassen	34
Tabelle 10:	Einfluss einer variierten Futtermenge und Futterintensität auf das Kälbergeburtsgewicht	38
Tabelle 11:	Einfluss des Energiegehaltes im Futter auf das Kälbergeburtsgewicht	40
Tabelle 12:	Einfluss des Rohproteingehaltes im Futter auf das Kälbergeburtsgewicht	41
Tabelle 13:	Probenplan	50
Tabelle 14:	Beschreibung und Methoden zur Erhebung der Kalbedaten	52
Tabelle 15:	Messverfahren und Referenzwerte der Blutparameter.....	53
Tabelle 16:	Überblick über die erfassten Herdendaten aus DairyCOMP 305	54
Tabelle 17:	Überblick über die verwendeten Formeln zur Berechnung weiterer Variablen.....	54
Tabelle 18:	Anzahl Studientiere nach Laktationsnummern	57
Tabelle 19:	Häufigkeitstabelle der untersuchten Kalbeparameter.....	58
Tabelle 20:	Anzahl Kalbungen nach Monaten	59
Tabelle 21:	Anzahl Kalbungen nach Jahreszeiten.....	59
Tabelle 22:	Anzahl Konzeptionen nach Monaten	60
Tabelle 23:	Anzahl Kalbungen nach Schichten	61
Tabelle 24:	Anzahl Kalbungen nach Personal.....	61
Tabelle 25:	Anzahl Tiere mit / ohne Kexxtone®-Bolus.....	62
Tabelle 26:	Kalbväter	62
Tabelle 27:	Deskriptive Statistik des Kälbergeburtsgewichts der Einlingsgeburten.....	63
Tabelle 28:	Deskriptive Statistik der intervallskalierten nicht normalverteilten Variablen.....	65
Tabelle 29:	Einfluss der Laktationszahl auf die Schweregeburtenrate.....	67
Tabelle 30:	Einfluss der Nachkommensanzahl auf die Schweregeburtenrate	68
Tabelle 31:	Einfluss des Kalbgeschlechts auf die Schweregeburtenrate	68
Tabelle 32:	Einfluss der Kalbvitalität auf die Schweregeburtenrate	69
Tabelle 33:	Einfluss des Geburtsgewichts auf die Schweregeburtenrate.....	70
Tabelle 34:	Einfluss der Tragezeit auf die Schweregeburtenrate.....	71
Tabelle 35:	Einfluss des Konzeptionszeitpunktes auf die Schweregeburtenrate.....	72
Tabelle 36:	Einfluss des Kalbvaters auf die Schweregeburtenrate bei Primipara	73
Tabelle 37:	Einfluss des Kalbvaters auf die Schweregeburtenrate bei Pluripara	74
Tabelle 38:	Einfluss der Trockenstehdauer auf die Schweregeburtenrate	74
Tabelle 39:	Einfluss der Kalbesaison auf die Schweregeburtenrate	75
Tabelle 40:	Einfluss der Kalbeschicht auf die Schweregeburtenrate	76
Tabelle 41:	Einfluss des Kalbepersonals auf die Schweregeburtenrate	76
Tabelle 42:	Einfluss der Rückenfettdicken auf die Schweregeburtenrate	77
Tabelle 43:	Einfluss der Blutwerte zur Beginn der TS 2 auf die Schweregeburtenrate	78
Tabelle 44:	Einfluss der Blutparameter zur Kalbung auf die Schweregeburtenrate	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 45:	Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate bei Primipara.....	81
Tabelle 46:	Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate bei Pluripara.....	82
Tabelle 47:	Einfluss der Laktationszahl auf die Totgeburtenrate	83
Tabelle 48:	Einfluss der Nachkommensanzahl auf die Totgeburtenrate	84
Tabelle 49:	Einfluss des Geburtsgewichts auf die Totgeburtenrate	85
Tabelle 50:	Einfluss des Kalbeverlaufs auf die Totgeburtenrate	86
Tabelle 51:	Einfluss der Tragezeit auf die Totgeburtenrate	87
Tabelle 52:	Einfluss des Konzeptionszeitpunktes auf die Totgeburtenrate	88
Tabelle 53:	Einfluss des Kalbvaters auf die Totgeburtenrate bei Primipara	89
Tabelle 54:	Einfluss des Kalbvaters auf die Totgeburtenrate bei Pluripara	89
Tabelle 55:	Einfluss der Trockenstehdauer auf die Totgeburtenrate.....	90
Tabelle 56:	Einfluss des Kalbepersonals auf die Totgeburtenrate	91
Tabelle 57:	Einfluss der RFD auf die Totgeburtenrate.....	91
Tabelle 58:	Einfluss der Blutwerte zu Beginn der TS 2 auf die Totgeburtenrate	92
Tabelle 59:	Einfluss der Blutparameter zur Kalbung auf die Totgeburtenrate	93
Tabelle 60:	Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Primipara	95
Tabelle 61:	Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Pluripara	96
Tabelle 62:	Einfluss der Laktationszahl auf das Kälbergeburtsgewicht.....	97
Tabelle 63:	Einfluss des Kalbgeschlechts auf das Kälbergeburtsgewicht	98
Tabelle 64:	Einfluss der Tragezeit auf das Kälbergeburtsgewicht.....	99
Tabelle 65:	Einfluss des Kalbvaters auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara	100
Tabelle 66:	Einfluss des Kalbvaters auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara	101
Tabelle 67:	Einfluss der Zwischentrage- und der Zwischenkalbezeit auf das Kälbergeburtsgewicht	102
Tabelle 68:	Einfluss der Trockenstehperioden der Pluripara auf das Geburtsgewicht	103
Tabelle 69:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara.....	105
Tabelle 70:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit \geq 260 d“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara	107
Tabelle 71:	Einfluss der Vorbereitungsdauer der Primipara auf das Geburtsgewicht.....	108
Tabelle 72:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara	109
Tabelle 73:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit \geq 260 d“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara	111
Tabelle 74:	Übersicht RFD-Messung als Einflussfaktor für das Kälbergeburtsgewicht ...	111
Tabelle 75:	Einfluss der Rückenfettdicke auf das Kälbergeburtsgewicht	112
Tabelle 76:	Einfluss der Blutparameter zu Beginn der TS 2 auf das Geburtsgewicht	114
Tabelle 77:	Einfluss der Blutparameter zur Kalbung auf das Kälbergeburtsgewicht	115
Tabelle 78:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara - Modell 1	116
Tabelle 79:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara - Modell 2	117
Tabelle 80:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara	119

Tabelle 81:	Geschätzte Randmittel für das Geburtsgewicht nach dem Vater des Nachkommen	120
Tabelle 82:	Vergleich alter u. neuer Zuchtwerte für den KV ausgewählter Bullen.....	125
Tabelle 83:	Übersicht signifikanter Einflussfaktoren auf die Schwereburtenrate	128
Tabelle 84:	Vergleich alter u. neuer Zuchtwerte für die TG ausgewählter Bullen.....	132
Tabelle 85:	Übersicht signifikanter Einflussfaktoren auf die Totgeburtensrate.....	135
Tabelle 86:	Übersicht signifikanter Einflussfaktoren auf das Kälbergewicht.....	142
Tabelle 87:	Übersicht und Vergleich signifikanter Einflussfaktoren der Regressionsanalysen	145
Tabelle 88:	Einfluss des Konzeptionsmonats auf die Schwereburtenrate.....	179
Tabelle 89:	Einfluss des Kalbemonats auf die Schwereburtenrate	179
Tabelle 90:	Einfluss der Uhrzeit der Kalbung auf die Schwereburtenrate.....	180
Tabelle 91:	Zusammenhang zwischen Kalbvater und Konzeptionssaison bei Primipara	180
Tabelle 92:	Zusammenhang zwischen Kalbvater und Konzeptionssaison bei Pluripara .	181
Tabelle 93:	Einfluss von Kexxtone® auf die Schwereburtenrate	181
Tabelle 94:	Einfluss sonstiger Intervallskalierter nicht-signifikanter Variablen auf die Schwereburtenrate	182
Tabelle 95:	Einfluss des Konzeptionsmonats auf die Totgeburtensrate	183
Tabelle 96:	Einfluss des Kalbgeschlechts auf die Totgeburtensrate.....	183
Tabelle 97:	Einfluss des Kalbemonats auf die Totgeburtensrate	184
Tabelle 98:	Einfluss der Kalbesaison auf die Totgeburtensrate.....	184
Tabelle 99:	Einfluss der Kalbeschicht auf die Schwereburtenrate	184
Tabelle 100:	Einfluss der Uhrzeit der Kalbung (im 2 h-Intervall) auf die Totgeburtensrate..	185
Tabelle 101:	Einfluss von Kexxtone® auf die Totgeburtensrate	185
Tabelle 102:	Zusammenfassung intervallskalierter nicht-signifikanter Variablen auf die Totgeburtensrate	186
Tabelle 103:	Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtensrate bei Primipara ohne „Konzeptionssaison“.....	187
Tabelle 104:	Einfluss des Konzeptionsmonats auf das Kälbergewicht.....	188
Tabelle 105:	Einfluss der Konzeptionssaison auf das Kälbergewicht.....	188
Tabelle 106:	Einfluss des Kalbemonats auf das Kälbergewicht	189
Tabelle 107:	Einfluss der Kalbesaison auf das Kälbergewicht	189
Tabelle 108:	Einfluss von Kexxtone® auf das Kälbergewicht	190
Tabelle 109:	Einfluss des Erstkalbealters auf das Kälbergewicht	190
Tabelle 110:	Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergewicht bei Pluripara mit der Variable "Tragezeit \geq 260 d"	196
Tabelle 111:	Geschätzte Randmittel für das Geburtsgewicht nach dem Vater des Nachkommen mit der Variable „Tragezeit \geq 260 d“	197

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung des Kälbergewichts der Einlingsgeburten über alle Laktationen.....	63
Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Trächtigkeitsdauern ≥ 260 Tage.....	66
Abbildung 3: Schweregeburtenrate in Abhängigkeit vom Kälbergeburtsgewicht.....	70
Abbildung 4: Schweregeburtenrate in Abhängigkeit von der Tragezeit ≥ 260 d.....	72
Abbildung 5: Totgeburtenrate in Abhängigkeit vom Kälbergeburtsgewicht	85
Abbildung 6: Totgeburtenrate in Abhängigkeit von der Tragezeit	87
Abbildung 7: Vergleich der Kälbergeburtsgewichte nach der Laktationszahl	98
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen der Tragezeit ≥ 260 und dem Kälbergeburtsgewicht.....	99
Abbildung 9: Vergleich der Kälbergeburtsgewichte nach dem Vater des Kalbes	101
Abbildung 10: Zusammenhang zwischen der Dauer der Trockenstehperiode 2 der Pluripara und dem Kälbergeburtsgewicht	103
Abbildung 11: Zusammenhang zwischen der gesamten Trockenstehperiode der Pluripara und dem Kälbergeburtsgewicht	104
Abbildung 12: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer und der Tragezeit bei Pluripara	106
Abbildung 13: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer und der Tragezeit ≥ 260 d bei Pluripara.....	107
Abbildung 14: Zusammenhang zwischen der Vorbereitungsdauer der Primipara und dem Kälbergeburtsgewicht	108
Abbildung 15: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer und der Tragezeit bei Primipara	110
Abbildung 16: Zusammenhang zwischen der RFD TS 2 und dem Kälbergeburtsgewicht...	113
Abbildung 17: Zusammenhang zwischen der Dauer TS 1 und dem Kälbergeburtsgewicht	191
Abbildung 18: Zusammenhang zwischen der RFD TS 1 und dem Kälbergeburtsgewicht...	191
Abbildung 19: Zusammenhang zwischen der RFD zur Kalbung und dem Geburtsgewicht.	192
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen der BHB-Konzentration zu Beginn der TS 2-Phase und dem Kälbergeburtsgewicht bei Primipara.....	192
Abbildung 21: Zusammenhang zwischen der Phosphorkonzentration zu Beginn der TS 2-Phase und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara.....	193
Abbildung 22: Zusammenhang zwischen der NEFA-Konzentration zu Beginn der TS 2-Phase und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara.....	193
Abbildung 23: Zusammenhang zwischen der Ca-Konzentration zur Kalbung und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara	194
Abbildung 24: Zusammenhang zwischen der NEFA-Konzentration zur Kalbung und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara	194
Abbildung 25: Zusammenhang zwischen der BHB-Konzentration zur Kalbung und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara	195

1. Einleitung

Für einen guten Start in die Laktation ist ein unproblematischer Geburtsvorgang wichtig. Im besten Fall kalbt die Kuh leicht von allein in einer sauberen Box (Traulsen und Tischer, 2013). Die aktuellen Zahlen zu den Kalbeverläufen und Totgeburten belegen jedoch, dass der Idealfall noch zu selten eintritt. Rudolphi (2009) hat für den Zeitraum 2006-2009 anhand der Auswertung von 22 Testherden aus Mecklenburg-Vorpommern eine durchschnittliche Schweregeburtenrate von 11,4% ermittelt. In der Arbeit von Lombard et al. (2007) benötigt sogar jede dritte Kuh geburtshilfliche Maßnahmen. Auch die Mortalitätsrate ist mit 8% (Silva del Rio et al., 2007) und sogar bis zu 15% bei Primipara (Hoedemaker et al., 2010) nach wie vor zu hoch. Dabei bedeuten die damit verbundenden Folgen nicht nur finanzielle Verluste durch Milchleistungseinbußen, schlechterer Leistung und höheren Abgangsraten von Kuh und Kalb (Dematawewa und Berger, 1997; Eaglen et al., 2011; Hossein-Zadeh, 2014; Kamble et al., 2010; Tenhagen et al., 2007). Auf Grund der zunehmenden Sensibilisierung der Bevölkerung stellen Totgeburten auch ein ethisches Problem dar. Ganz abgesehen von den Schmerzen, die die Kuh auf Grund problematischer Kalbeverläufe erfährt (Mainau und Manteca, 2011). Die ökonomischen Verluste und die ethische Problematik rechtfertigen, den Fokus auf eine Reduktion der Schwer- und Totgeburtenrate zu legen.

In der Vergangenheit wurde viel zu den Gründen pathologischer Geburtsverläufe erforscht und berichtet. So gibt es Ursachen des Muttertieres (z. B. Laktationsalter, Rasse, Kondition, Trächtigkeitlänge, Störungen im Geburtsweg), des Kalbes (z. B. Anzahl der Nachkommen, Geschlecht, Lage-, Stellungs- und Haltungsanomalien), des Managements (z. B. Fütterung, Haltung, Monitoring, Geburtshilfe) und der Umwelt (z. B. Klima). Immer wieder wird dabei das Augenmerk auf das Kälbergeburtsgewicht als ein zentraler Faktor für Dystokien, v. a. bei Erstkalbinnen gelegt (Johanson und Berger, 2003; Linden et al., 2009; Meijering und Postma, 1984). Daraus kann die Arbeitshypothese aufgestellt werden, dass das Kälbergeburtsgewicht der wichtigste Einflussfaktor für das Vorkommen von Dystokien ist. Es ist Aufgabe der Dissertation, Untersuchungen zu den Ursachen der Schwer- und Totgeburten in einer großen Stichprobenzahl vorzunehmen und die Bedeutung des Kälbergeburtsgewichts für das Thema einzuordnen. Auf Grund der komplexen Problematik werden umfangreiche Daten in einem großen Milchviehbetrieb erfasst und deren Bedeutung analysiert. Anschließend werden die relevanten Parameter mit Hilfe von multivariablen Regressionsanalysen ausgewertet, um die Größen auszuschließen, die sich durch gegenseitige Effekte erklären. Ziel ist es, signifikante Einflussfaktoren auf den Geburtsverlauf und das Kälbergeburtsgewicht zu erkennen sowie praktische Möglichkeiten aufzuzeigen, die perinatale Sterblichkeit zu senken.

2. Literaturübersicht

2.1. Physiologie der Geburt

2.1.1. Auslösung der Geburt und endokrine Situation zum Geburtsbeginn

Die Geburt ist definiert als das Austreiben der Frucht bzw. Früchte, des Fruchtwassers und der Fruchthüllen aus dem maternalen Geburtsweg. Der physiologische Geburtsverlauf ist eine Kaskade fein aufeinander abgestimmter nervaler, endokriner und biochemisch gesteuerter Vorgänge (Senger, 2012).

Die Einleitung der Geburt erfolgt durch die ACTH-Ausschüttung aus dem Hypophysenvorderlappen des Kalbes mit Abschluss der Reifung, Gewicht- und Längenzunahme der Frucht. Aus der fetalen Nebennierenrinde werden Glukokortikoide (Kortisol) freigesetzt, die nach Übertritt in die Pars fetalis der Plazenta eine geburtsvorbereitende Hormonumstellung im Muttertier in die Wege leiten (Bostedt, 2003). Zunächst wird über die Bildung von 3 Enzymen (17α -Hydroxylase, 17-20-Desmolase und Aromatase) die Umwandlung von Progesteron zu Östrogen initiiert (Senger, 2012). Dadurch wird vermehrt Prostaglandin F₂ α in der Plazenta produziert und sezerniert, das zur Luteolyse des trächtigkeitserhaltenen Gelbkörpers führt. Es kommt zur Aufhebung des Progesteronblocks und zum Anstieg des Östrogenspiegels im maternalen Blut. In Folge wird die Kontraktionsbereitschaft des Uterus über die Ausbildung von gap junctions, die Vermehrung kontraktiler Elemente, die Sensibilisierung gegenüber Oxytocin und die Herabsetzung der Reizschwelle erhöht. Die Vorbereitung des weichen Geburtskanals ist auf die Wirkung von Östrogenen zurückzuführen. Prolaktin führt zur Mammogenese und Laktogenese („Aufeutern“). Für die Auflockerung des knöchernen Geburtsweges und die Erschlaffung der Zervix ist das Hormon Relaxin verantwortlich, was in Form von Granula im Corpus luteum und in der Plazenta gespeichert und zu Geburtsbeginn freigesetzt wird.

2.1.2. Geburtsstadien

Der Geburtsvorgang beim Rind wird in das **Vorbereitungs-, das Geburts- und das Nachgeburtsstadium** eingeteilt. Im eigentlichen Geburtsstadium wird dann zusätzlich zwischen der Öffnungs-, Aufweitungs- und Austreibungsphase unterschieden (Schnurrbusch, 2004; Schulz, 2010). Viele Autoren (Derar und Abdel-Rahman, 2012; Mainau und Manteca, 2011; Rawal und Rajendra, 1993; Wehrend et al., 2006) nehmen in ihren Arbeiten die Klassifikation nach Jackson (1995) vor. Dieser differenziert drei Geburtsphasen ohne weitere Unterteilung. Die erste Phase in seiner Nomenklatur entspricht dabei dem Vorbereitungsstadium und enthält im Wesentlichen die Prozesse der Öffnungsphase des Geburtsstadiums. Die zweite Geburtsphase fasst die restlichen Vorgänge der Aufweitungs-

und Austreibungsphase zusammen und die dritte Phase stimmt mit dem Nachgeburtsstadium überein.

Im **Vorbereitungsstadium** finden die unter dem Punkt 2.1.1. beschriebenen hormonellen Prozesse statt. Zum Geburtsbeginn dominiert der Sympathikotonus. Zusammen mit den endokrinen Veränderungen (Anstieg des Kortisol- und Östrogenspiegels, Abfall der Progesteronkonzentration) bewirkt der Sympathikus eine Senkung des Uterustonus. Die Gebärmutter sinkt in die Tiefe und die Zervix richtet sich auf. Das Kalb nimmt nun idealerweise die physiologische Geburtsposition ein. Die Klauenspitzen gelangen vor den inneren Muttermund und die Zervix öffnet sich wenige Zentimeter infolge der Tonussenkung. Das Vorbereitungsstadium findet nach Schulz (2010) Wochen, Tage bzw. Stunden vor der Geburt statt. Grunert (1995) grenzt den Zeitraum auf 2-3 Wochen a.p., Schnurrbusch (2004) auf 3-6 Tage a.p. ein. Bei Bostedt (2003) findet das Vorbereitungsstadium keine Erwähnung. Richter und Götze (1993) deklarieren es als passive Phase des Öffnungsstadiums.

In der Öffnungsphase des **Geburtsstadiums** folgt die Umstellung auf den Parasympathikotonus. Durch die Wirkung von Prostaglandinen kommt es zu den ersten Uteruskontraktionen (Wehen). Die Fruchtblasen werden mit dem Kalb in Richtung Zervikalkanal geschoben, was die mechanische Weitung des Geburtsweges und die Reizung von Pressorezeptoren bewirkt. Infolge dessen wird Oxytocin aus dem Hypophysenhinterlappen des Muttertieres freigesetzt. Die Wehen verstärken sich, der intrauterine Druck wird größer und das Kalb wird weiter Richtung Beckenausgang gedrängt. Ist der Muttermund vollkommen geöffnet, erscheinen die Klauenspitzen, noch umgeben von der Amnionblase, in der Rima vulvae. Zu diesem Zeitpunkt kann der Sprung der Allantoisblase bereits erfolgt sein. Die Zeitangaben dieser Geburtsphase variieren zwischen 3-6 h (Schnurrbusch, 2004) und 6-12 (16) h (Bostedt, 2003; Grunert, 1995; Schulz, 2010).

Es schließt sich die Aufweitungsphase des Geburtsstadiums an. Mit dem fortlaufenden Vorwärtsschieben des Uterusinhaltes werden die Druckrezeptoren intensiv gereizt. Die Ausschüttung von Oxytocin nimmt zu und die Uteruskontraktionen werden immer stärker. Die Kuh liegt meist flach auf der Seite und hält die Gliedmaßen während der Wehen von sich gestreckt. Das Kalb ist nun endgültig in den Geburtsweg eingestellt und weitet die kaudalen Abschnitte. Mit dem Durchtritt der Stirn ist die Aufweitungsphase beendet. Die Dauer dieser Geburtsphase wird in der Literatur allgemein mit 2-3 h angegeben. Grunert (1995) differenziert bei seinen Angaben zwischen Multipara (1-3 h) und Primipara (4-6 h).

In dem letzten Abschnitt des Geburtsstadiums, der Austreibungsphase, sind die Uteruskontraktionen maximal. Spätestens jetzt springt die Allantoisblase. Sobald sich das Kalb in ganzer Länge im weichen Geburtsweg befindet, wird die Bauchpresse reflektorisch ausgelöst (Ferguson-Reflex). Durch die Kontraktion der Bauchmuskulatur wird der intraabdominale Druck erhöht und das Kalb zügig aus dem Geburtskanal geschoben.

Darüber hinaus wird durch den Zug des M. rectus abdominis das Becken der Kuh steiler gestellt und somit für das Kalb leichter passierbar. Das Austreiben der Frucht bis zum Brust-/Bauchraum findet parallel zur Längsachse des Muttertieres statt. Danach erfolgt eine Kippung um 90° in Richtung Euter, um eine Streckung der Hintergliedmaße (Kniegelenke) zu ermöglichen. Ist das Kalb vollständig ausgetrieben, reißt die Nabelschnur und die Atmung des Kalbes setzt ein. Diese Geburtsphase dauert zwischen 5-10 (20) min (Grunert, 1995). Erst mit dem vollständigen Abgang der Secundinen im **Nachgeburtsstadium** ist der Geburtsvorgang abgeschlossen. Die Lösung der Nachgeburt und der Fruchthüllen wird durch die Nachwehentätigkeit und den Riss der Nabelschnur ausgelöst und beginnt an den Hornspitzen. Die Kontraktion der plazentären Blutgefäße bewirken Lockerungs- und Lösungsvorgänge an den Anheftungsstellen in der Gebärmutterschleimhaut. Die Dauer dieses Stadiums ist mit 5-8 h angegeben.

2.1.3. Geburtsanzeichen zur Vorhersage des Kalbezeitpunktes

Im Vorbereitungsstadium der Geburt ist etwa 96 h a.p. die Ödematisierung und Hyperämie der Vulva und des Euters sowie die Relaxation der Abdominalmuskulatur am Muttertier zu beobachten. Weitere unspezifische Geburtsanzeichen sind die Senkung des Leibes und die Verflüssigung des Zervix verschließenden Schleimpropfes. Circa 48 h a.p. fällt die rektale und vaginale Körpertemperatur stetig bis zum Tag der Kalbung um 0,4-0,7°C (Burfeind et al., 2011). Diese Temperatursenkung korreliert mit der Änderung des Hormonprofils (Progesteronabfall, Östrogenanstieg) und dem Einfallen der Ligamenta sacrotuberalia – zwei weitere wichtige Parameter zur Abschätzung des Kalbezeitpunktes (Rexha et al., 1993; Shah et al., 2006).

In den fortgeschrittenen Geburtsphasen ist eine deutliche Aktivitätssteigerung der Kuh auszumachen. Georg et al. (2008) wiesen mit nahendem Kalbezeitpunkt einen drastischen Anstieg der Herzfrequenz auf 106 bpm bei Kühen bzw. 119 bpm bei Färsen nach. Gleich mehrere Autoren (Derar und Abdel-Rahman, 2012; Georg et al., 2008; Huzzey et al., 2005; Jensen, 2012; Miedema et al., 2011b) berichten in ihren Untersuchungen von einer Abnahme der absoluten Liegezeiten bei einer gleichzeitig signifikanten Erhöhung der Steh- und Liegeperioden ca. 24 h a.p. Die Kuh nimmt weniger häufig Futter und Wasser zu sich und die absolute Wiederkauzeit wird am Tag der Kalbung auf ein Minimum reduziert (Hoy, 2014; Huzzey et al., 2005; Jensen, 2012; Schirmann et al., 2013; Soriani et al., 2012). Wehrend et al. (2006) wiederum haben einige fressende Kühe beobachtet, die sich bereits im ersten Geburtsstadium und in einer separaten Abkalbebox befanden. Sie zählen außerdem die olfaktorische Erkundung der neuen Umgebung, das Nestbauverhalten und

das vom Kot- oder Harnabsatz unabhängige Schwanzabstellen zu den physiologischen Geburtsanzeichen des Muttertieres.

Der Tabelle 1 können die untersuchten Parameter zur Abschätzung des Kalbetermins entnommen werden.

Tabelle 1: Geburtsanzeichen zur Bestimmung des Kalbezeitpunktes

Geburtsanzeichen	Autor	Kalbezeitpunkt
Abfall der Körpertemperatur	Birgel et al. (1994)	22 h a.p.
	Burfeind et al. (2011)	48 h a.p.
Progesteronabfall und Östrogenanstieg	Rexha et al. (1993)	1 d a.p.
	Shah et al. (2006)	12-60 h a.p.
Einfallen der Beckenbänder	Shah et al. (2006)	1 d a.p.
Steigerung der Herzfrequenz	Georg et al. (2008)	24 h a.p.
reduzierte Futter- und Wasseraufnahme	Huzzey et al. (2005)	-
	Jensen (2012)	2 h a.p.
	Schirmann et al. (2013)	24 h a.p.
Senkung der Wiederkauzeit	Soriani et al. (2012)	24 h a.p.
	Schirmann et al. (2013)	24 h a.p.
Abnahme der Liegezeiten, Anstieg der Liege-/Stehperioden	Huzzey et al. (2005)	-
	Georg et al. (2008)	24 h a.p.
	Miedema et al. (2011b)	6 h a.p.
	Derar und Abdel-Rahman (2012)	24 h a.p.
	Jensen (2012)	6 h a.p.
Abstellen des Schwanzes	Wehrend et al. (2006)	-
	Miedema et al. (2011b)	6 h a.p.

2.2. Pathologie der Geburt

2.2.1. Pathologischer Geburtsverlauf

Im Unterschied zur Eutokie, die Mee (2004) als spontane Kalbung innerhalb der physiologischen Zeitangaben definiert hat, bezeichnet man den pathologischen Geburtsverlauf als Dystokie. Die Begriffe Schweregeburt und Geburtskomplikation werden als Synonyme verwendet (Schulz, 2010). Richter und Götze (1993) zählen auch Verletzungen und Schäden am Muttertier und Kalb hierzu, die sub partu entstehen und sofort offensichtlich werden. Nach Micke et al. (2010b) handelt es sich beim Vorliegen von Lage-, Stellungs- oder Haltungsanomalien des Kalbes und bei feto-maternalen Disproportionen um Dystokien.

Eine allgemeingültige klare Abgrenzung zur Normalgeburt existiert jedoch nicht. Häufig wird das Überschreiten der normalen Zeitspannen in den einzelnen Stadien oder die Notwendigkeit von Geburtshilfe als pathologisch angesehen (Norman und Youngquist, 2006;

Senger, 2012). Nach Mee (2004) liegt sowohl bei einer Verzögerung im Geburtsablauf als auch bei der Anwendung von schwerer bzw. länger andauernder Auszugshilfe eine Geburtsstörung vor. Die Einschätzung, zu welchem Zeitpunkt und mit welchen Mitteln helfend in den Geburtsablauf eingegriffen werden sollte, ist jedoch subjektiv und setzt eine gewisse Erfahrung voraus (Noakes, 2001).

Zu dem Komplex der Partusstörungen zählen außerdem der Abort, die Früh- sowie die Totgeburt. Bei einem Abort handelt es sich um das Absterben und Ausstoßen der Frucht zwischen der 6. Trächtigkeitswoche und dem 265. Tag der Gravidität (Grunert, 1995). Die Frühgeburt ist als die Austreibung einer noch nicht voll ausgereiften Frucht, die nur unter günstigen Bedingungen am Leben zu erhalten ist, definiert. Der Begriff der Totgeburt umfasst den Abgang einer toten, vollentwickelten Frucht im geburtsnahen Zeitraum (Mickelsen und Evermann, 1994). Die Angaben für das Zeitfenster variieren zwischen 12 h p.n. (Linden et al., 2009), 24 h p.n. (Berglund et al., 2003; Brickell et al., 2010; Hoedemaker, 2010; Hossein-Zadeh, 2014) und 48 h p.n. (Johanson und Berger, 2003; Mee, 2004; Meyer et al., 2001). Andere halten diesen Zeitraum für inakzeptabel und empfehlen, die tatsächlich totgeborenen Kälber von denen die auf Grund einer eingeschränkten Vitalität post natum verenden (Lebensschwachesyndrom mit Todesfolge), zu differenzieren.

2.2.2. Klassifikation des Geburtsverlaufes

Zur Objektivierung und Vergleichbarkeit eignet sich grundsätzlich die Einteilung der Geburtsverläufe in Kategorien. Jedoch existiert dafür kein einheitliches Klassifizierungssystem. Das BIF (Beef Improvement Federation) empfiehlt fünf Klassen (Score 1-5) für die Erfassung der Kalbeverläufe. In Deutschland geben die Landeskontrollverbände (LKV) und die ADR-Empfehlung 3.1 der Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter (ADR, 2006) ebenfalls eine Einteilung der Geburtsverläufe nach dem 5-Punkte-System (Score 0-4) vor. Dabei variieren die Angaben leicht wie der Tabelle 2 zu entnehmen ist.

Tabelle 2: Einteilung der Kalbeverläufe nach Klassifizierungssystemen

Klasse	BIF	LKV	ADR
1 / 0	Normalgeburt ohne Störungen, keine Geburtshilfe	Keine Angabe	Nicht beobachtet bzw. keine Angabe verfügbar
2 / 1	Leichte Geburtsschwierigkeiten, leichte Hilfe	Leichte Geburt, ohne Hilfe oder ein Helfer	Leichter Geburtsverlauf, ohne Hilfe oder Hilfe nicht nötig, Nachtkalbung
3 / 2	Schwere Geburtsstörung, Anwendung des mechanischen Geburtshelfers	Mittlere Geburtsstörung, zwei und mehr Helfer oder Benutzung mechanischer Hilfsmittel	Mittlerer Geburtsverlauf, ein Helfer oder leichter Einsatz mechanischer Zughilfe
4 / 3	Kaiserschnitt	Schweregeburt, tierärztliche Geburtshilfe, ohne operativen Eingriff	Schweregeburt, mehrere Helfer, mechanische Zughilfe und/oder Tierarzt
5 / 4	Fetotomie	Kaiserschnitt, Fetotomie	Kaiserschnitt, Fetotomie

LKV = Landeskontrollverbände, ADR = Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter

Einige Autoren wiederum bevorzugen die Einteilung in nur drei (Berry et al., 2007; Dobson et al., 2008, Meyer et al., 2000; Olsen et al., 2010) oder vier Klassen (Eaglen et al., 2011; Purfield et al., 2014; Sorge, 2005). Andere wiederum unterscheiden lediglich zwischen einer leichten und einer schweren Geburt (Johanson und Berger, 2003). Márquez et al. (2005) hingegen nimmt eine sehr feinstufige Bewertung der Kalbeverläufe vor und kommt so auf sieben Scores. Eine Bewertung der Geburtsverläufe, ohne Kenntnis des zugrundeliegenden Klassifizierungssystems, ist demnach nicht möglich.

2.2.3. Geburtsanzeichen Dystokie

Wehrend et al. (2006) haben in ihrer vergleichenden Untersuchung zu eutokischen und dystokischen Geburtsanzeichen im ersten Stadium an 87 HF-Tieren mittels Videoaufzeichnung beobachtet, dass das vermehrte Scheuern an der Wand bzw. Gegenständen, der erhöhte Harnabsatz sowie das Kratzen/Schaben auf dem Boden bedeutende Hinweise für einen pathologischen Geburtsverlauf sind. Derar und Abdel-Rahman (2012) haben denselben Versuchsaufbau für ihre erweiterte Verhaltensstudie in 118 Büffelherden übernommen und berichten von anderen Ergebnissen. Sie zählen auch das Drehen des Kopfes Richtung Abdomen, das Vorderfußscharren, das Rückenkrümmen und die vermehrte Unruhe dazu. Die Aktivitätssteigerung der Kuh in Verbindung mit einer Zunahme der Liegefrequenzen sehen Mainau und Manteca (2011) ebenfalls als Dystokiehinweisend an, schließen aber ein normales Verhalten nicht aus. Miedema et al. (2011a)

kommen zu dem Fazit, dass es nur kleine beobachtbare Verhaltensunterschiede zwischen den Tieren, die Geburtshilfe benötigen und denen, die komplikationslos kalben, gibt.

Messbare Anhaltspunkte stellen die Puls- und Atemfrequenz sowie die Geburtsdauer dar. Derar und Abdel-Rahman (2012) berichten von einem überproportionalen Anstieg der Vitalparameter dystokischer Primi- und Pluripara während des ersten Geburtsabschnitts, im Vergleich zu normalgebärenden Kühen. Darüber hinaus stellt ein verlängertes Austreibungsstadium einen wichtigen Hinweis für Geburtskomplikationen dar (Schuenemann et al., 2011).

2.2.4. Vorkommen pathologischer Geburtsverläufe

Die unterschiedlichen Begriffsdefinitionen und die teilweise unvollständigen oder fehlenden Zeitangaben erschweren die objektive Erfassung und Vergleichbarkeit aktueller Zahlen der pathologischen Geburtsverläufe.

Hoedemaker et al. (2010) haben in einer umfangreichen Studie an 46 Herden in Thüringen eine Schweregeburtenrate von 14,9% und eine durchschnittliche perinatale Mortalität ≤ 24 h p.n. von 9,3% (Färsen: 15%, Kühe: 6,4%) ermittelt. Rudolphi (2009) hat die Zahlen von 22 Testherden aus Mecklenburg-Vorpommern aus dem Zeitraum 2006-2009 ausgewertet und ähnlich hohe Werte für Primi- und Pluripara ermittelt (Dystokie-Rate: 17,4% bzw. 7,7%, Totgeburtenrate: 9,4% bzw. 3,5%). In der Untersuchung von Junge et al. (2003) beläuft sich die Schweregeburten-Rate (Score $\geq 3 / 4$) auf 9,5% und der Anteil totgeborener Kälber auf 7,8%. Einen positiven Trend bei der Entwicklung der Totgeburtenrate von Holstein Kühen in Brandenburg zeigt Simon (2010) auf, obwohl die Kälbersterblichkeit mit 10,4% (ohne Zeitangabe) bei Primipara und 4,6% bei Multipara weiterhin sehr hoch ist.

Die Zahlen internationaler Studien schwanken beträchtlich. So belegen zwei große Untersuchungen aus dem Iran (Atashi et al., 2012b; Hossein-Zadeh, 2014) deutlich niedrigere Werte sowohl für die Schwer- (6,4%) als auch für die Totgeburtenrate (3,8% ≤ 48 h p.n. bzw. 4,9% ≤ 24 h p.n.). Meyer et al. (2001) haben über einen Zeitraum von 11 Jahren etwa 666.000 Kalbungen im mittleren Westen der USA verfolgt. Sie wiederum weisen einen Anstieg der perinatalen Mortalität ≤ 48 h p.n. um 3,7% auf 13,2% bei Färsenkalbungen und um 1,6% auf 6,6% bei Kuhkalbungen nach. Für die Dystokie-Rate geben sie durchschnittlich 19% für Erstkalbinnen und 6% für Pluripara an. Aus Iowa werden sogar noch höhere Zahlen gemeldet (Totgeburten ≤ 48 h p.n.: 7,1%, Dystokien: 23,7%), wobei die Kälbersterblichkeiten trotz Rückgang der Schweregeburten zuzunehmen scheinen (Johanson und Berger, 2003). In den Tabellen 3 und 4 sind die Vorkommen von Schwer- und Totgeburten bei Holsteinkühen zusammengefasst.

Für die Bewertung dieser Ergebnisse eignen sich die Zielvorgaben von Fishwick (2011). Er gibt als Zielwerte für die Schweregeburtenrate (Geburtsverlauf ≥ 3 von 5) $< 15\%$ für Erstkalbinnen und $< 10\%$ für Kühe an. Als Zielwerte für die perinatale Mortalität ≤ 24 h p.n. definiert er $< 8\%$ für Primipara und $< 3\%$ für Pluripara.

Tabelle 3: Angaben zur Schweregeburtenrate von Holsteinkühen

Autor (Jahr)	n	Dys in %	Definition
Hoedemaker et al. (2010)	13158	14,9%	≥ 2 Helfer, mechan. Zughilfe o. Tierarzt
Johanson und Berger (2003)	4528	23,7%	assistierte Geburt
Junge et al. (2003)	14095	9,5%	Tierarzt, Operation
Lombard et al. (2007)	7380	36,6% (P: 51,2%, M: 29,4%)	assistierte Geburt
Meyer et al. (2001)	666341	P: 19,0%, M: 6,0%	Geburtshilfe nötig
Rudolphi (2009)	57716	11,4% (P: 17,4%, M: 7,7%)	> 1 Helfer, mechan. Zughilfe, Tierarzt
Simon (2010)	k.A.	P: 5,8%, M: 2,8%	Schweregeburten, Tierarzt, Kaiserschnitt

n = Anzahl (Kalbungen), Dys = Dystokien, P = Primipara, M = Multipara, k.A. = keine Angabe

Tabelle 4: Angaben zur Totgeburtenrate von Holsteinkühen

Autor (Jahr)	n	PM in %	Definition
Atashi et al. (2012a)	305075	3,8%	≤ 48 h verstorben
Hoedemaker et al. (2010)	13158	9,3% (P: 15,0%, M: 6,4%)	≤ 24 h verstorben
Hosseini-Zadeh (2014)	104572	4,9%	≤ 24 h verstorben
Johanson und Berger (2003)	4528	7,1%	≤ 48 h verstorben
Junge et al. (2003)	14095	7,8%	k.A.
Lombard et al. (2007)	7380	8,2% (P: 12,6%, M: 6,1%)	≤ 24 h verstorben
Meyer et al. (2001)	666341	P: 13,2%, M: 6,6%	≤ 48 h verstorben
Rudolphi (2009)	57716	5,7% (P: 9,4%, M: 3,5%)	≤ 48 h verstorben
Silva del Rio (2007)	$> 2,3$ Mio.	8,0%	k.A.
Simon (2010)	13158	P: 10,4%, M: 4,6%	k.A.

n = Anzahl, PM = perinatale Mortalität, P = Primipara, M = Multipara, k.A. = keine Angabe

2.2.5. Folgen der pathologischen Geburtsverläufe

Dystokien verstärken die Geburtsschmerzen der Kuh (Mainau und Manteca, 2011). Die vaginale Manipulation und Entwicklung des Kalbes kann sowohl zu Traumata am Reproduktionstrakt und am muskuloskelettalen System als auch zum Festliegen des Muttertieres führen (Fishwick, 2011). Die Kuh ist in ihrem Wohlbefinden gestört und kann als Stressantwort mit längeren Liegezeiten und einer geringeren Futteraufnahme reagieren, woraus sich Gesundheitsprobleme und Leistungsdepressionen entwickeln können (Deitmer und Engels, 2012; Mainau und Manteca, 2011). Der häufig mit Schwer- und Totgeburten assoziierte Krankheitskomplex (Retentio secundinarium, Gebärparese, Ketose, Metritis,

Mastitis, Dislocatio abomasi) führt zu Milchleistungseinbußen, reduzierter Fertilität, einer schlechteren Kälbervitalität und früheren Abgängen von Kuh und Kalb.

Eine große Anzahl verschiedener Untersuchungen belegen die geringere Milchleistung der Kuh nach einer Schweregeburt (Barrier und Haskell, 2011; Berry et al., 2007; Berry und Cromie, 2009; Dematawewa und Berger, 1997; Eaglen et al., 2011; Gaafar et al., 2011; Helmbold, 2005; Hossein-Zadeh, 2014; Kamble et al., 2010; Tenhagen et al., 2007). Auf Grund unterschiedlicher Analysemethoden differieren sowohl die Mengenangaben als auch die Zeiträume der messbaren Leistungsdepression. Entscheidend für das Ausmaß der Milchverluste sind der Schweregrad der Geburt und die Art der angewendeten Geburtshilfe (Helmbold, 2005; Hossein-Zadeh, 2014; Tenhagen et al., 2007), die Vitalität des Kalbes (Kamble et al., 2010) und das Management der Transitzühe (Barrier und Haskell, 2011). Die größten Negativdifferenzen sowohl bei der Milchleistung als auch bei den Milchinhaltstoffen treten nach einer Schnittentbindung auf (Helmbold, 2005; Hossein-Zadeh, 2014; Tenhagen et al., 2007). Kühe mit Totgeburten hingegen produzieren nicht nur weniger Milch, sondern haben auch eine kürzere Laktationsperiode als Schwerkalbinnen mit lebend geborenen Kälbern (Kamble et al., 2010).

Der Schweregrad der Geburt beeinflusst außerdem die Fertilität. Rinder, bei deren Kalbung schwere Geburtshilfe oder tierärztliche Assistenz nötig war, weisen nicht nur eine längere Zwischenkalbezeit auf, da sie später Brunstsymptome zeigen, sondern sie benötigen auch mehr Besamungen bis zur Konzeption (Dematawewa und Berger, 1997; Eaglen et al., 2011; Gaafar et al., 2011). Nach Helmbold (2005) werden Kühe bereits ab der Anwendung von mittlerer Geburtshilfe später und seltener tragend.

Die Abgangsrate für die Rinder mit großen Geburtsschwierigkeiten (Score ≥ 4 von 5) ist 4% höher als die Mortalitätsraten der Kühe mit komplikationslosen Geburten (Dematawewa und Berger, 1997). Tenhagen et al. (2007) haben in ihrer Fall-Kontroll-Studie sogar eine 15% höhere Abgangsrate für Kühe nach einem Kaiserschnitt ermittelt.

Nicht zu unterschätzen sind die negativen Auswirkungen von Dystokien auf die Gesundheit und Leistung des Kalbes. Häufig sind mit verlängerten, schweren Geburten mechanische Traumata und respiratorischen bzw. metabolische Acidosen des Kalbes assoziiert. Diese können zu einer geringeren Vitalität, eingeschränkter Temperaturregelung, niedrigeren passiven Immunität auf Grund einer reduzierten IgG-Absorption aus dem Kolostrum, erhöhten Krankheitsraten und einer hohen Mortalität führen (Barrier et al., 2012; Barrier et al., 2013). Schweregeburten stellen nach Hoedemaker et al. (2010) sogar den größten Risikofaktor für perinatale Kälbermortalitäten dar. Ab einem schweren Geburtsverlauf (Score

4 von 5) ist das Totgeburtrisiko 1,7 mal und bei einer sehr schweren Kalbung (Score 5 von 5) sogar 2,3 mal größer als bei Spontangeburt (Cole et al., 2006). Eine Ausnahme bilden dabei die per Sectio entwickelten Kälber (Hosseini-Zadeh, 2014; Tenhagen et al., 2007).

Eaglen et al. (2011) fanden heraus, dass das mit tierärztlicher Geburtshilfe (Score 4 von 4) entwickelte Kalb als adultes Tier eine kumulierte Minderleistung von 710 kg (bezogen auf 305 Tage) in der 1. Laktation im Vergleich zu einer spontan geborenen Färse aufweist. Kälber von erstgebärenden Fleischrassen weisen im Vergleich weniger Tageszunahmen bei komplizierten Geburtsverläufen auf (Morris, 1980). Das veranschaulicht die Langzeitfolgen von Dystokien. Effekte auf die Reproduktionsleistungen wurden nicht entdeckt.

2.3. Ursachen des pathologischen Geburtsverlaufes

2.3.1. Einflussfaktoren des Muttertieres auf den Geburtsverlauf

2.3.1.1. Parität und Alter

In einer großen mittelamerikanischen Studie an HF-Kühen stellten Meyer et al. (2000) fest, dass die Parität den wichtigsten Faktor für das Vorkommen von Totgeburten darstellt. Viele Studien belegen die hohe Inzidenz von Dystokien bzw. perinatalen Mortalitäten bei Primipara im Vergleich zu älteren Kühen (Atashi et al., 2012b; Al-Samarai, 2014; Dematawewa und Berger, 1997; Gafaar et al., 2011; Hickson et al., 2008; Hoedemaker et al., 2010; Meyer et al., 2001). Laut Zhang et al. (1999b) nehmen diese deutlichen Unterschiede ab, sobald sich die Kühe in der zweiten Laktation befinden. Ab einem Alter von $\geq 10,5$ Jahren wiederum nimmt das Abortrisiko zu Waldner (2014).

Hauptursache für die häufig pathologischen Geburtsverläufe bei Erstkalbinnen ist das fetopelvine Missverhältnis zwischen der Größe des Kalbes und dem Durchmesser des maternalen Beckens (Mee, 2008; Meijering, 1984). Dies wiederum wird selbst von vielen Faktoren (z. B. Größe, Rasse, Gewicht und Alter des Muttertieres, Besamungsbulle etc.) bestimmt. Nach Johanson und Berger (2003) sinkt die Schweregeburtenrate um 11% mit jedem zusätzlichen dm² Beckendurchmesser. Burfening (1988) hat an 124.000 Kälbern den Einfluss des Erstkalbealters (EKA) des Muttertieres auf den Geburtsverlauf untersucht. Nach ihm sinkt die Rate an assistierten Geburten in Fleischrassen mit steigendem EKA unabhängig vom Kälbergeburtsgewicht. Auch nach Mee (2008) ist das Dystokie-Risiko bei einem EKA < 24 Monate deutlich höher als bei älteren Färsen. Eaglen und Bijma (2009) hingegen sehen ein zu hohes Alter (EKA > 48 Monate) wegen der längeren Tragezeit und dem damit verbundenen höheren Kälbergewicht als risikoreich an. Berry und Cromie (2009) wiederum konnten in ihrer Studie keine Assoziation zwischen dem Erstkalbealter und dem Schweregeburtsrisiko herstellen, obwohl jüngere Färsen häufiger Geburtshilfe benötigten.

Generell sollte bei der Belegung von Holstein Färsen auf deren Körpermaße Rücksicht genommen werden, da eine unzureichende körperliche Entwicklung mit schwierigen Geburtsverläufen einhergeht (Meijering und Postma, 1984).

2.3.1.2. Störungen im Geburtsweg

Störungen im **knöchernen Geburtsweg** treten vorwiegend bei Erstkalbinnen auf und resultieren häufig aus einer zu frühen Belegung von Jungrinden. Das Missverhältnis von unterentwickeltem Muttertier bzw. Geburtsweg und normalgroßem Kalb bezeichnet man als relativ zu große Frucht. Die Enge im juvenilen Becken manifestiert sich i.d.R. nach Beendigung der Öffnungsphase sub partu (Richter und Götze, 1993). Bei einer Übergröße des Kalbes und bei entsprechend der Rassemerkmale normal entwickeltem Muttertier spricht man von einer absolut zu großen Frucht. Auch Fehlernährungen des Muttertieres (z. B. Rachitis bei Phosphor- oder Vitamin-D-Mangel), Exostosen bzw. Deformationen nach Frakturen und andere Beckenanomalien können zur Verengung des knöchernen Geburtsweges und damit zu verzögerten, pathologischen Geburtsverläufen führen (Grunert, 1995; Richter und Götze, 1993).

Störungen im **weichen Geburtsweg** resultieren aus einer Enge der Vulva, Vagina oder des Zervikalkanals oder sind Folge von Krankheiten des Muttertieres, die zur Verlegung des Geburtskanals führen (z. B. Torsio uteri, Prolaps vaginae).

Bei der Scham- bzw. Scheidenenge handelt es sich nach Richter und Götze (1993) um das Ausbleiben der physiologischerweise zum Zeitpunkt der Geburt eintretenden erheblichen Weitung des weichen Geburtsweges oder um eine Verengung infolge (abgeheilte) Phlegmonen, Tumoren bzw. Narbenbildungen oder um einen Elastizitätsverlust im Zusammenhang mit geburtshilflichen Maßnahmen. Die Ursachen sind dementsprechend vielfältig, wie z. B. neuroendokrine Imbalancen (Zhang et al., 1999b) auf Grund von Stresssituationen sub partu oder verfrühter Auszugshilfe, vorzeitiger Blasensprung, übermäßige Ödeme von Vulva bzw. Scheide oder Hämatome nach Geburtshilfe. Häufig sind Primipara betroffen (Mee, 2004), wobei v.a. das perivaginale Fettgewebe bei überkonditionierten Tieren und der Hymenalring einen Engpass darstellen (Grunert, 1995; Richter und Götze, 1993).

Bei der ungenügenden Öffnung handelt es sich um das Sistieren der physiologischen Dilatation des Zervikalkanals in der Öffnungsphase der Geburt (Richter und Götze, 1993). Man unterscheidet nach Passierbarkeit des Kalbes zwischen drei (Busch und Schulz, 1993; Grunert, 1995) bzw. vier Öffnungsgraden (Richter und Götze, 1993). Als Ursachen sind alle Faktoren zu nennen, die das korrekte Einstellen der Frucht in den Geburtsweg und damit die mechanische Weitung der Zervix verhindern (z. B. LSH-Anomalien, zu große Frucht,

Zubildungen im Bereich des Zervikalkanals, vorzeitiger Blasensprung, Gebärparese, schwere septische Allgemeinerkrankungen des Muttertieres, Frühgeburt oder Abort). Aber auch peripartaler Stress, z. B. durch Überbelegung, Umstellungen oder Frühgeburten zählen zu den Auslösern. Nach Mee (2008) zählt sowohl die Vulva- als auch die Zervikalstenose zu den unterschätzten Risikofaktoren von Dystokien in großen Milchviehställen.

Bei über 12-24 h dauernden Geburten bzw. 6-12 h nach dem Blasensprung liegt der Zustand der verschleppten Geburt mit mangelhafter Weite und Dehnungsfähigkeit des Zervikalkanals vor (Busch und Schulz, 1993). Die Involution des Geburtsweges hat bereits begonnen und das Kalb weist keine Vitalitätsanzeichen mehr auf. Als Ursachen kommen eine vorher bestehende ungenügende Öffnung der Zervix und eine mangelhafte Geburtsüberwachung in Frage.

2.3.1.3. Rasse

Das Vorkommen pathologischer Geburtsverläufe variiert zwischen den verschiedenen Kuhrassen. Das wegen seiner ausgezeichneten Milchleistungsveranlagung weltweit geschätzte Holstein-Rind weist im Vergleich einen recht hohen Anteil an Dystokien auf (Tabelle 5).

Tabelle 5: Vergleich von Schweregeburtenraten bei unterschiedlichen Kuhrassen

Autor (Jahr)	Kuhrasse	1. Laktation	≥ 2. Laktation
Heins et al. (2006)	Holstein	16,4%	8,4%
	Schweizer Braunvieh	12,5%	4,9%
	Normande	-	8,7%
	Montbeliarde	11,6%	5,4%
	Skandinavische Rote	5,5%	2,1%
Nogalski und Mordas (2012a)	Holstein	16,2%	-
	Jersey	2,2%	-
Philipsson et al. (2006)	Holstein	8,3%	4,5%
	Schwedische Rote	4,0%	1,9%

Paart man Holstein-Kühe mit leichtkalbigeren Rassen, kann man eine deutliche Verbesserung der Kalbeeigenschaften bei den Kreuzungstieren der ersten Generation beobachten. So zeigen verschiedene Studien, dass die Anpaarung von Holstein-Rindern mit Jerseys, Brown Swiss, Normande, Montbéliarde oder Skandinavische (Norwegische bzw. Schwedische) Rote bei den F1-Tieren zur Senkung des Anteils an assistierten Geburten und zur Reduktion der Totgeburtenrate führt (Brade und Brade, 2007; Heins et al., 2006; Maltecca et al., 2006; Philipsson et al., 2006; Schaeffer et al., 2011; Yao et al., 2014). Schaeffer et al. (2011) machen dafür die niedrigeren Kälbergeburtsgewichte und die

kürzeren Gestationslängen bei den Kreuzungstieren verantwortlich. Vor allem Jersey-Rinder gelten auf Grund der Anatomie des maternalen Beckens und der geringen Gewichte ihrer Nachkommen (Nogalski und Mordas, 2012a) als überaus leichtkalbig und stellen u.a. deshalb einen geeigneten Partner für Rassenkreuzungen dar (Brade und Brade, 2007). Maltecca et al. (2006) weisen außerdem in den Kälbern von HF x Jersey-Kühen eine bessere Immunität und eine höhere Überlebensrate im Vergleich zu reinrassigen Holsteinkälbern nach.

Blottner et al. (2011) hingegen konnten in ihrer Kreuzungsstudie keinen signifikanten Unterschied zwischen den Schwer- und Totgeburtenraten von Schweizer Braunvieh x Holstein-Kühen im Vergleich zu reinrassigen HF feststellen. Die Anpaarung von Holstein-Kühen mit Fleischrassen hingegen führt auf Grund der hohen Kälbergeburtmassen zu einer Erhöhung assistierter Geburtsverläufe. Die meisten Kalbeschwierigkeiten beobachteten Fouz et al. (2013) bei Kreuzungstieren aus HF und Weißblauen Belgiern.

Zusammenfassend stellt die Kreuzungszucht zwar eine Möglichkeit dar, elitäre Merkmale (z. B. Kalbeeigenschaften, Fleischleistung) kurzfristig zu verbessern, die mittleren Lebensleistungen (Milchmenge) reinrassiger Holstein-Kühe werden jedoch nur selten erreicht bzw. übertroffen (Brade, 2012).

Das Vorkommen pathologischer Kalbeverläufe unterschiedlicher Rassen differiert nicht nur auf Grund der anatomischen Verhältnisse, dem Kälbergeburtsgewicht und der Tragezeit, sondern auch auf Grund der Dystokie-Ursachen. So sind die fetalen Gründe bei Milchkühen viel häufiger (65,65%) als bei Büffeln (40,17%), während bei letztgenannten die Torsio uteri der häufigste Auslöser von Schweregeburten ist (Purohit et al., 2012).

2.3.1.4. Heritabilität und Genetik

Die Heritabilitäten des Kalbeverlaufs (Eaglen und Bijma, 2009; Lopez de Maturana et al., 2007; Yao et al., 2014), der Kälbervitalität (Riley et al., 2004) und der Totgeburt (Yao et al., 2014) sind gering. Die Ausprägung dieser Merkmale hängt demnach stärker von anderen Faktoren als von der genetischen Veranlagung der Tiere ab. Außerdem ist die genetische Korrelation zwischen dem maternalen und dem paternalen Geburtsverlauf (antagonistisch) negativ (Eaglen und Bijma, 2009; Gevrekci et al., 2011; Lopez de Maturana et al., 2007), was den Zuchtfortschritt zusätzlich erschwert.

Philipsson et al. (2006) haben eruiert, dass die Erblichkeit für Dystokien und Totgeburten nicht nur zwischen den Rassen, sondern auch zwischen Primi- und Multipara differiert. Nach ihnen ist die Heritabilität dieser Merkmale bei Holstein Färsen deutlich höher. In einer Untersuchung von Kornmatitsuk et al. (2004) gebären Primipara, die mit Spermia besamt wurden, dass von Bullen mit einem überdurchschnittlich hohem Risiko für Totgeburten

stammt, mehr tote Kälber als die Kontrollgruppe. Auch Rumph und Faust (2006) ermittelten eine höhere Erblichkeit für den paternalen Kalbeverlauf bei Färsen und plädieren für eine separate Betrachtung in genetischen Analysen.

Für die genetische Korrelation von Dystokie und perinataler Mortalität haben Johanson et al. (2011) Werte zwischen 0,45 (maternal) und 0,67 (paternal) ermittelt. Beide Merkmale werden scheinbar von den gleichen Genen kontrolliert, weshalb nur die gemeinschaftliche Beachtung von Schweregeburtenrate und perinataler Sterblichkeit bei der Zuchtauswahl sinnvoll ist, um niedrige Kälbermortalitätsraten im Betrieb zu erzielen (Johanson et al., 2011).

Etlliche Studien befassen sich mit der Assoziation von Mutationen im bovinen Genom und dem Vorkommen von pathologischen Geburtsverläufen bzw. perinataler Mortalität. Brickell et al. (2010) konnten in ihrer Untersuchung an englischen Holstein Färsen einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Totgeburten und zwei Einzelnukleotid-Polymorphismen (SNP) im Leptin-Gen herstellen. Giblin et al. (2010) haben ebenfalls mehrere SNPs auf dem DNS-Strang von Leptin genotypisiert, die mit Dystokien und perinataler Mortalität assoziiert sind. Leptin wird vorwiegend von den weißen Adipocysten synthetisiert und gilt als wichtiger Regulator der Nahrungsaufnahme und des Fettstoffwechsels (Engelhardt und Breeves, 2005). Das Peptidhormon spielt aber auch eine Rolle bei der bovinen Implantation (Barbato et al., 2013) sowie bei der Plazentation (Versen-Hoyneck et al., 2009; Yao et al., 2014), der Angiogenese (Vyboh et al., 2010) und beim Wachstum (Sferruzzi-Perri et al., 2013) des humanen Fetus. Chillard et al. (2001) fanden eine hohe Leptinsynthese in den mamillären Adipocysten und Epithelzellen von Wiederkäuern in der ersten Trächtigkeitshälfte vor. Sie mutmaßen, dass Leptin an der Proliferation und Differenzierung von Epithelzellen beteiligt ist. Anormale Leptinkonzentrationen im humanen Fetus oder der Mutter gehen mit vielen Schwangerschaftskomplikationen, wie Pre-Eklampsie oder intrauteriner Wachstumsretardierung, einher.

Auch in zahlreichen anderen Untersuchungen werden Assoziationen zwischen diversen Polymorphismen im bovinen Genom und dem Kalbeverlauf bzw. dem Vorkommen von Tot- und Schweregeburten hergestellt (Magee et al., 2010; Magee et al., 2011; Olsen et al., 2010; Purfield et al., 2014; Seidenspinner et al., 2011). Alle bedürfen jedoch noch näherer Erforschung in einer größeren Stichprobe.

2.3.1.5. Tragezeit

Die physiologische Graviditätsdauer von Rindern beträgt 270-295 Tage und ist abhängig von der Rasse und dem Alter des Muttertieres, dem Geschlecht des Kalbes und dem Vorliegen von Einlings- oder Mehrlingsgeburten (Busch und Schulz, 1993; Dhakal et al., 2013). Niederungsrinder und kleinere Höhenrassen sind etwa 279-281 (280) Tage tragend,

Fleischrinder und schwere Höhenrassen im Mittel ≥ 5 Tage länger (Richter und Götze, 1993). Bei Erstkalbinnen verkürzt sich die Gestationslänge um ca. 1-2 Tage im Vergleich zu multiparen Tieren; Bullenkälber werden im Vergleich zu weiblichen Nachkommen einen Tag länger getragen (Bleul, 2008; Echternkamp und Gregory, 1999; Richter und Götze, 1993). Richter und Götze (1993) geben für Zwillings- bzw. Mehrlingsgeburten eine Verkürzung der Tragezeit um 1-2 Tage an, Echternkamp und Gregory (1999) hingegen sogar eine Reduzierung um 5,7 Tage im Vergleich zur Graviditätsdauer von Einlingen. Auch die Jahreszeit spielt eine Rolle. So ist die mittlere Gestationslänge im Sommer ca. 0,5 Tage kürzer und im Winter etwa 0,6 Tage länger (Richter und Götze, 1993). Auch die Milchleistung, die Laktationslänge und das Konzeptionsdatum haben Einfluss auf die Länge der Gravidität (Norman et al., 2009).

Nogalski und Piwczynski (2012b) geben als optimale Tragezeit, bewertet als Zeitraum mit der niedrigsten Tot- und Schweregeburtenrate, 275-277 Tage für Holstein-Rinder an. Rudolphi (2009) hat bei einer Trächtigkeitsdauer von 276-285 d die meisten Kalbungen mit den wenigsten Komplikationen beobachtet. Bei starken Abweichungen von der physiologischen Gestationslänge, steigt das Risiko für Dystokien und Kälbersterblichkeiten stark an (Meyer et al., 2000; McClintock et al., 2005; Nogalski und Piwczynski, 2012b; Rudolphi, 2009; Stamer et al., 2010; Uematsu et al., 2013).

Bei Kalbungen unter 270 Tagen, beläuft sich laut Richter und Götze (1993) die Wahrscheinlichkeit einer pathologischen Geburt auf 95 %. Auch Meyer et al. (2000) haben die höchsten Totgeburtenraten bei kurzen Trächtigkeitsdauern ermittelt. Für die perinatale Mortalität bei Frühgeburten ist im Wesentlichen die Unterentwicklung der Organe des Kalbes, v.a. die noch nicht vollständig ausgereifte Lunge, verantwortlich (McClintock et al., 2005; Stamer et al., 2010). Bei einer Überschreitung der normalen Tragezeit können die überproportionale Größe und das hohe Gewicht des Neonaten, v.a. bei Erstkalbinnen, zu Geburtsschwierigkeiten führen (McClintock et al., 2005; Micke et al., 2010b; Stamer et al., 2010). In ihrer Untersuchung an Holstein-Friesian ermittelten Nogalski und Piwczynski (2012b) bei einer Tragezeit ≥ 283 Tage einen deutlichen Anstieg der schweren bzw. sehr schweren Geburtsverläufe und eine Kälbersterblichkeit von 10,5 %. Bei Holstein-Färsen steigt das Dystokie-Rate bei einer Tragezeit ≥ 281 Tage sogar um 74% (Uzmay et al., 2010). Andere Autoren (Eaglen et al., 2013; Essmeyer, 2006; Hansen et al., 2004; Sorge, 2005) wiederum konnten in ihren Untersuchungen keinen (genetischen) Zusammenhang zwischen der Graviditätsdauer und dem Geburtsverlauf feststellen.

2.3.1.6. Kondition

Für die Beurteilung des Ernährungszustandes von Kühen ist die Einstufung mittels Body Condition Score (BCS) möglich. Dazu werden am Tier definierte Körperpunkte visuell und palpatorisch erfasst und anhand eines Scoring-Systems bewertet. Es gibt verschiedene Skalen, wobei das 5-Punkte-System mit Inkrementierung in Viertelschritten am geläufigsten ist. Ein BCS von 1 entspricht demnach dem Ernährungszustand einer kachektischen Kuh; Note 5 hingegen wird für adipöse Tiere vergeben (Edmonson et al., 1989). Alternativ kann auch die nach Schröder und Staufenbiel (2006) beschriebene Vermessung der Rückenfettdicke zur Bewertung der Körperkondition hinzugezogen werden, da diese eng mit dem BCS korreliert (Hussein et al., 2013). Zum Zeitpunkt der Kalbung wird bei Verwendung der 5-Punkte-Skala eine Kondition von 3,50 (Metzner et al., 1993) bzw. 3,0-3,25 (Roche et al., 2009) angestrebt. Diese Werte entsprechen einer Rückenfettdicke von 20-25 mm.

In der Untersuchung von Essmeyer (2006) erhöhte sich ab einem BCS von $\geq 3,75$, unabhängig von der Parität der Tiere, signifikant die Anzahl an tot geborenen Kälbern. Chassagne et al. (1999) sehen einen BCS ≥ 4 in Färsen als Risikofaktor für Totgeburten an. Grund ist die mit der Überkonditionierung einhergehende Verfettung und Verengung des inneren Geburtskanals, was das Risiko für Geburtsprobleme deutlich erhöht (Bellows and Short, 1978). Der Body Condition Score dient nach Essmeyer (2006) als indirektes Maß für die innere Fettauflagerung im Beckenraum des Rindes.

Zu magere Tiere sind ebenfalls prädisponiert für pathologische Geburtsverläufe. So beobachtet Waldner (2014) ein größeres Abortrisiko, Yldz et al. (2011) hingegen mehr Schweregeburten bei Kühen mit geringem BCS bzw. niedrigen Lebensgewichten. Sorge (2005) fiel in ihrer Untersuchung an HF-Färsen auf, dass die Tiere mit Totgeburten bereits sechs Wochen a.p. signifikant dünner waren als die Erstkalbinnen mit lebend geborenen Kälbern. Leichtgewichtige Färsen besitzen oft auch ein unzureichend entwickeltes Becken, was zu feto-maternalen Disproportionen führen kann (Patterson et al., 1991). In anderen Publikationen geht ein größerer Gewichtsverlust in der Trockensteh- bzw. Vorbereiterperiode mit Dystokien einher (Gearhart et al., 1990). Zwei kanadische Studien (Bastin et al., 2010a, b) bestätigen die genetische Korrelation von maternalem Kalbeverhalten und peripartalem BCS.

Einige Autoren jedoch sehen keine Korrelation zwischen dem Kalbeverhalten und der antepartalen Kondition des Muttertieres (Berry et al., 2007; Brakmann, 2011; Sorge, 2005; Spitzer et al., 1995; Yldz et al., 2011).

2.3.1.7. Einfluss der Fütterung

Die Fütterung im ersten Trächtigkeitsdrittel hat keinen Einfluss auf den Verlauf und den Ausgang von Geburten; ab dem zweiten Trimester jedoch indirekt über die Beeinflussung des Kälbergeburtsgewichts (Micke et al, 2010b). Viele Fütterungsversuche werden demnach in der Spätlaktation, zum Zeitpunkt des Trockenstellens oder zum Ende der Gestation durchgeführt. Die Ziele der Trockenstehfütterung bestehen in der Gewährleistung einer optimalen Versorgung von Kuh und Kalb mit Nährstoffen, Protein und Energie, ohne dass das Muttertier verfettet. Um diese zu erreichen, werden die Kühe i.d.R. acht Wochen vor dem Kalbetermin mit einer energetisch knappen (Erhaltungsbedarf plus 5-8 kg Milchleistung) und strukturreichen Ration versorgt (de Kruif et al., 2013). Größere Betriebe wiederum setzen seit längerem auf die zweiphasige Trockenstehfütterung. Bei diesem Konzept erhält das Milchvieh für ca. fünf Wochen energiearmes Futter und spätestens 2-3 Wochen a.p. (Vorbereitungsperiode) eine energiedichtere Ration, um die Energieversorgung der Kuh und die Adaption des Pansens an das Futter der Früh-laktation zu gewährleisten (de Kruif et al., 2013).

In der Untersuchung von Sorge (2005) zum Einfluss der **Dauer der Vorbereitungsperiode** auf den Geburtsverlauf, führte eine längere Vorbereitungsdauer zu einer signifikant erhöhten Schweregeburtenrate bei Primipara. In der Untersuchung von Brakmann (2011) stieg gleichzeitig auch der Anteil totgeborener Kälber bedeutsam an. In beiden Untersuchungen konnte jedoch weder für die höhere maternale Rückenfettdicke noch für das höhere Kälbergeburtsgewicht eine Korrelation mit dem pathologischen Geburtsverlauf hergestellt werden.

Variiert man die **Rationszusammensetzung** der Vorbereitung, treten signifikant mehr Totgeburten bei der Vorlage energieintensiver Rationen (z. B. durch Zusatz von Mais oder Triticale) auf, obwohl der Geburtsverlauf und das Kälbergeburtsgewicht unbeeinflusst bleiben (Brakmann, 2011). In der älteren Literatur findet man sowohl kontroverse (Maree, 1986; Pleasants and Barton, 1992) als auch vergleichbare (Bellows et al., 1982; Keady und McCoy, 2000) Angaben zum Einfluss höherwertiger Rationen auf die Gewichtsentwicklung von Kuh und Kalb und den Dystokie-Score. In einer aktuellen Studie (Gunn et al., 2014) resultiert eine protein- und fettreiche Fütterung im letzten Trächtigkeitsdrittel in längeren Gestationszeiten, höheren Kälbergeburtsgewichten und einer höheren Inzidenz von assistierten bzw. schweren Geburtsverläufen bei Angus-Simmental-Färsen. Die Autoren vermuten eine Einlagerung des Nährstoffüberangebots in Form von viszeralen Fettdepots bei den Studientieren. Findet die Fettakkumulation auch im maternalen Geburtsweg statt, kann dies zu Engpässen und verlängerten, schwierigen Kalbungen führen (Keady und McCoy, 2000).

Die **Intensität** der Fütterung nimmt ebenfalls (indirekt) Einfluss auf den Geburtsverlauf. In einer Studie aus Wisconsin sinkt der Anteil der Nachtkalbungen um 4%, bei parallelem Anstieg der Schwer- und Totgeburtenrate um 4% bzw. 2% bei den restriktiv gefütterten Kühen im Vergleich zur ad libitum-Gruppe (Gleeson et al., 2007). Die Verfasser dieser Studie vermuten eine intensivere Beobachtung der kalbenden Tiere tagsüber, was in Verbindung mit vorschneller Geburtshilfe zu einer höheren Dystokie-Rate führen kann. Schweregeburten wiederum stellen das größte Risiko für perinatale Mortalitäten dar (Hoedemaker et al., 2010; Mee, 2004).

Die **Supplementierung** mit Mineralien, Spurenelementen und Vitaminen in der Trockensteher- und Vorbereitration ist wichtig für die Versorgung der Kuh und die Entwicklung des Kalbes. Die über den Bedarf liegende Versorgung mit Phosphor (Bjelland et al., 2011), Kupfer, Jod, Selen oder Cobalt (Mee et al., 1995) hat keinen Einfluss auf das Vorkommen von pathologischen Geburtsverläufen. Ein niedrigerer Gehalt an Magnesium oder ein fehlerhaftes Ca/Mg-Verhältnis im Blutserum hingegen ist mit Schweregeburten assoziiert (Yokus et al., 2010). Mattos et al. (2000) referieren in ihrem Review-Artikel über die Effekte freier Fettsäuren im Futter auf die Reproduktionstätigkeit von Wiederkäuern. Nach ihnen könnte mit der Verfütterung mehrfach ungesättigter Fettsäuren an Rindern, der embryonale Fröhtod, über die Hemmung der uterinen $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Synthese, reduziert werden.

2.3.1.8. Hormone und Stoffwechselmetabolite

Hormone spielen eine herausragende Rolle für die Aufrechterhaltung der Trächtigkeit und für den korrekten Ablauf der Geburt, welche mit der Entwicklung eines vitalen Kalbes durch ein gesundes Muttertier abschließen sollte. Im Wesentlichen sind daran Progesteron, Östrogen, Östronsulfat, $\text{PGF}_{2\alpha}$, Oxytocin, Relaxin, aber auch Cortisol und PAGs (pregnancy associated glycoproteins) beteiligt. Bei den PAGs handelt es sich um Glykoproteine, die von den mono- und binuklearen Zellen des Trophoblasten gebildet werden und ab dem 100. Trächtigkeitstag bis zur Geburt ansteigen (Abdo et al., 1991). Plazentäres Östrogen wird in der konjugierten Form als Östronsulfat vorwiegend vom Fetus synthetisiert (Janowski et al., 1995). Die Konzentration korreliert positiv mit dem Kälbergeburtsgewicht und dem Gewicht der Kotyledonen und steigt mit zunehmender Trächtigkeitlänge (Zhang et al., 1999a). Alle genannten hormonellen Faktoren können gemessen werden und eignen sich gut als ergänzende Maßnahme in der Geburtsüberwachung.

In der vergangenen Zeit haben sich viele Autoren mit dem Zusammenhang von abweichenden Hormonkonzentrationen im Blut und dem Vorliegen von pathologischen Geburtsverläufen beschäftigt. Tabelle 6 gibt einen Überblick über einige Arbeiten an Wiederkäuern.

Tabelle 6: Einfluss der maternalen Hormonkonzentration auf den Geburtsverlauf

Autor (Jahr)	Hormonprofil	Zeitraum	Befund
Albanat et al. (2013)	Kortisol ↑	14 d a.p. – Partus	DYS
Derar und Abdel-Rahman (2012)	Kortisol ↑	Partus	DYS
Erb et al. (1981)	Polaktin ↓ E ↑, E-17α ↑, E-17β ↑ P 4 ↑, E-17α ↑, E-17β ↓	9 d a.p. - 2,5 d p.p. 7, 4 u. 1 d a.p. 5 - 2 d a.p.	DYS DYS-H DYS-L
Kindahl et al. (2002)	P 4 ↑, PGF _{2α} ↑, Kortisol ↑ ES ↑	(peri-)partal 0 - 3 d p.p.	PM DYS
Kornmatitsuk et al. (2004)	ES ↓, PAG ↓	6, 3 Wo. a.p., Partus	PM
Micke et al. (2010b)	ES ↑, bPL ↑	Partus	DYS
Olujuhungbe et al. (1998)	P 4 ↓	1 d a.p.	DYS
Sorge (2005)	P 4 ↑, E-17β ↓ E-17β ↑	15 d a.p., Partus	PM DYS
Probo et al. (2011)	Kortisol (Ziege)	Partus - 12 h p.p.	DYS
Zhang et al. (1999a)	P 4 ↑, ES ↓	6 (3) – 1 d a.p.	DYS

DYS = Dystokie, PM = perinatale Mortalität bzw. Totgeburt, H = hohes Kälbergeburtsgewicht, L = normales Kälbergeburtsgewicht, P 4 = Progesteron, E = Östron, ES = Östronsulfat, E-17α = Östradiol-17α, E-17β = Östradiol-17β, bPL = bovines plazentäres Laktogen, PGF_{2α} = Prostaglandin 2α, PAG = Pregnancy Associated Glycoproteins

Die Ergebnisse der verschiedenen Arbeiten differieren stark, was die Ableitung allgemeingültiger Aussagen für ein detaillierteres Geburtsmonitoring erschwert. So ist beispielsweise die Konzentration an Östrogenen bzw. Östronsulfat im peripartalen Zeitraum in dystokischen Tieren entweder höher (Erb et al., 1981; Kindahl et al., 2002; Micke et al., 2010b; Sorge, 2005) oder niedriger (Erb et al., 1981; Zhang et al., 1999b). In einer Studie von Kornmatitsuk et al. (2003) differieren die Werte für Östronsulfat und PAGs nicht nur nach Art des pathologischen Geburtsverlaufs, sondern auch nach der untersuchten Rasse.

Ein erhöhter Wert für Progesteron oder Kortisol scheint hingegen häufig mit Schweregeburten assoziiert zu sein. Kortisol ist ein Stressindikator. Es ist allgemein bekannt, dass Geburten ein schmerzhaftes Ereignis darstellen. Demnach ist die erhöhte Kortisol-Konzentration beim Vorliegen von Dystokien nachvollziehbar. Patel et al. (1996) wiesen beispielsweise auch bei Zwillingsgeburten, die häufig zu Geburtsproblemen führen, den signifikanten Kortisol-Anstieg nach. Albanat et al. (2013) fanden nicht nur erhöhte Kortisol- und erniedrigte IGF-1-Konzentrationen, sondern auch signifikante erhöhte Werte für Freie Fettsäuren im Blut aller Tiere mit Schweregeburten vor.

Bei Abweichungen des Konzentrationsverhältnisses von Progesteron zu Östrogen handelt es sich eher um die Reflexion eines gestörten Geburtsablaufes. Ist der Progesteronspiegel im maternalem Blut zu hoch und der für Östrogen erniedrigt, ist über die verminderte Sekretion

von PGF_{2α} und Oxytocin die Luteolyse gestört und der Uterustonius herabgesetzt. Die Ursachen für diese hormonellen Schwankungen können vielfältig sein. Die Angaben variieren zwischen Stresssituationen sub partu (Richter und Götze, 1993), einer Dysfunktion der Plazenta (Kornmatitsuk et al., 2004; Sorge, 2005), einer insuffizienten Östrogenproduktion (Zhang et al., 1999b) oder einer pränatal letalen Schädigung des Kalbes (Sorge, 2005).

Auch Abweichungen anderer hormoneller Konzentrationen (z. B. Vasopressin, Haptoglobin, Prolaktin) werden im Zusammenhang mit Dystokien diskutiert, bedürfen jedoch weiterer Forschungsarbeit.

2.3.1.9. Weitere Einflussfaktoren

Bei der Wehenschwäche handelt es sich um ein Problem, das eher ältere Kühe betrifft. Man unterscheidet zwischen einer fehlenden bzw. unzureichenden Wehentätigkeit in der Öffnungsphase der Geburt (primäre Wehenschwäche) und einer Abnahme in der Frequenz und Intensität der anfänglich normalen Wehen- und Bauchpressentätigkeit (sekundäre Wehenschwäche) (Richter und Götze, 1993). In beiden Fällen ist die Zervix zwar vollständig dilatiert, aber die Kontraktion des Myometriums zu schwach für den physiologischen Ausstoß der Frucht (Mee, 2008). Zu den Ursachen der **primären Wehenschwäche** zählen alle Faktoren, die mit einer Dysfunktion der Uterus- und/oder Bauchmuskulatur einhergehen wie der altersbedingten Muskelschwäche, Defekte im Myometrium (z. B. toxische Degeneration), Hypocalcämie, schmerzhafte Veränderungen im Abdomen, überdehnter Uterus (z. B. durch Eihautwassersucht, Mehrlinge, abnorm große Frucht) oder auch hormonelle Imbalancen (Ball und Peters, 2004; Richter und Götze, 1993). Die **sekundäre Wehenschwäche** entsteht im Verlauf der Geburt durch eine Erschöpfung des Muttertieres. Diese kann aus mechanischen Geburtshindernissen (z. B. absolut zu große Früchte, LSH-Anomalien, Missbildungen des Kalbes, Torsio uteri) oder auch aus einer Ruptur des Uterus resultieren (Grunert, 1995; Richter und Götze, 1993). Während bei der primären Störung der Wehentätigkeit keine Geburtsanzeichen sichtbar sind, kommt es beim sekundären Typ zum Sistieren des Geburtsvorganges. Der Partus ist verlängert und Geburtshilfe erforderlich, um eine Mortalität des Kalbes und eine Erschöpfung des Muttertieres zu vermeiden.

Während die selten vorkommenden Anomalien der **Plazenta**, wie beispielsweise die Isthmusplazenta, Placenta diffusa complexa oder auch hypertrophe Plazentome, zu (mechanischen) Störungen des Geburtsverlaufes führen können (Richter und Götze, 1993), spielt die Anzahl und Dicke der Plazentome keine Rolle für den Geburtsverlauf und für die Vitalität des Kalbes (Kornmatitsuk et al., 2003; Kornmatitsuk et al., 2004). Eine mögliche Ursache für anatomische Veränderungen an der Plazenta sind Verletzungen des

Endometriums in der vorangegangenen Geburt (Busch und Schulz, 1993). Plazentäre Dysfunktionen wiederum werden beim Klonen beobachtet und werden mit Anomalien des Fetus, wie z. B. dem large offspring syndrome, in Zusammenhang gebracht (Constant et al., 2006). Eine weitere Störung ist die vorzeitige Plazentalösung (z. B. auf Grund von Plazentitis oder hormoneller Imbalancen). Diese erzeugt eine pränatale Hypoxie und kann Ursache für den verzögerten Ausstoß der Frucht sein (Mee et al., 2013b). Begründet wird die Annahme durch eine andere Untersuchung von Mee (1991), in der der verfrühte Plazentaabgang nicht nur mit fetaler Mortalität, sondern auch häufig mit Lage- und Haltungsanomalien des Kalbes einhergingen. Er vermutet, dass die Sauerstoffunterversorgung des Fetus die korrekte Positionierung des Fetus in utero beeinträchtigt.

Ein weiterer Risikofaktor für den Ausgang von Geburten ist die **Historie der Vorlaktation** der Kuh. Waldner (2014) hat in seiner großen kanadischen Studie häufiger Aborte bei den Tieren beobachtet, die bereits in der vorherigen Kalbung pathologische Geburtsverläufe (Aborte, Dystokien, Totgeburten und perinatale Mortalitäten) und Puerperalkrankheiten (z. B. Prolaps uteri, Retentio placentae) aufwiesen.

Außerdem existiert eine Vielzahl von **Infektionserregern**, wie z. B. Mykoplasmen, Chlamydien, Brucellen, Leptospiren, E. coli, Salmonellen oder Kokken, die u.a. Aborte, Frühgeburten, Eihautödeme, Nachgeburtsverhalten oder Plazentitiden auslösen können, aber im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt werden.

2.3.2. Einflussfaktoren des Kalbes auf den Geburtsverlauf

2.3.2.1. Lage-, Stellungs-, Haltungsanomalien

In der physiologischen Geburtsposition befindet sich das Kalb in der Vorderendlage, oberen Stellung und gestreckten Haltung. In dieser Position wirkt es wie ein Keil für eine ausreichende Aufweitung des Geburtsweges. Ist es nicht korrekt in den Geburtsweg eingestellt, droht eine mangelhafte Zervixöffnung (Busch und Schulz, 1993) und ein Sistieren des Geburtsverlaufes, was letztlich zur sekundären Wehenschwäche und ungenügenden Weite mit Verlust des Kalbes führen kann. Um dies zu verhindern, ist es nötig, die fehlerhafte Lage, Stellung bzw. Haltung richtig und obendrein zeitnah zu diagnostizieren und zu korrigieren.

LSH-Anomalien kommen laut Literatur nur zu 1% (Nix et al., 1998) bis 4% (Holland et al., 1993) vor, sind aber laut Meijering (1984) eine häufige Dystokieursache bei Multipara. Die häufigsten LSH-Anomalien nach (Ball und Peters, 2004) sind Hinterendlagen mit bzw. ohne Hüftgelenksbeugehaltung und Vorderendlagen mit Kopfseitenhaltung, Schulter- oder

Carpalgelenksbeugehaltung. In einer großen Untersuchung von Kausch (2009) zu Dystokieursachen bei Färsen und Kühen in Brandenburg waren untere Stellungen und Hinterendlagen häufig. Das größte Risiko bei Hinterendlagen besteht in der Sauerstoffunterversorgung des Kalbes zum Zeitpunkt der Austreibung durch den knöchernen Geburtsweg. Der Nabel wird während der Beckenpassage durch das Os pubis abgeklemmt oder abgerissen, wodurch die feto-maternale Verbindung unterbrochen ist und das Risiko einer intrauterinen Asphyxie entsteht.

Als Ursachen für LSH-Anomalien gelten Mehrlingsgeburten, pränatale Mortalität, Rassedisposition (Holland et al., 1993), Fütterung des Muttertieres (Dwyer et al., 2003), Pluriparität (Meijering, 1984) und Hormonimbancen, welche die Positionierung des Fetus beeinträchtigen können (Echternkamp und Gregory, 1999). Das Geschlecht hat keinen Einfluss auf das Vorkommen von LSH-Anomalien, jedoch bei Zwillingssgeburten treten diese häufiger bei Bullenkälbern auf (Echternkamp und Gregory, 1999).

2.3.2.2. Anzahl der Nachkommen

Die Kuh ist generell unipar. Dennoch handelt es sich bei 2-4% der Geburten um Zwillingssträchtigkeiten (Fitzgerald et al., 2014; Silva del Rio et al., 2007) und zu 0,01% um Drillinge (Sawa et al., 2014). Die Hyperfetation an sich stellt keine pathologische Geburt dar, sondern die sich daraus ergebenden Folgen wie Fehl- oder Frühgeburten, gleichzeitiger Eintritt der Kälber in den Geburtsweg oder Puerperalstörungen der Kuh (Busch und Schulz, 1993). Mit der Anzahl der Nachkommen steigt auch das Risiko für Aborte (Waldner (2014), pathologische Geburtsverläufe und perinatale Mortalitäten (Sawa et al., 2014). Die Kälbersterblichkeitsraten von Zwillingen sind, im Vergleich zu Einlingsgeburten, mit 16,7% vs. 5,2% (Hossein-Zadeh, 2010a) bzw. 28,2% vs. 7,2% (Silva del Rio et al., 2007) signifikant höher.

Echternkamp und Gregory (1999) berichten von einer 26% höheren Dystokie-Inzidenz bei Zwillingen im Vergleich zu Einlingsgeburten. Hauptursache der Geburtsstörungen sind LSH-Anomalien einer oder beider Früchte (Echternkamp und Gregory, 1999; Gregory et al., 1996; Hossein-Zadeh, 2010b). Ein Grund könnten die eingeschränkten Platzverhältnisse im Uterus sein. Bei bilateralen Zwillingen gibt es weniger Schweregeburten und höhere Überlebensraten (Echternkamp et al., 2007). Die erhöhte Konzentration an Progesteron und Östronsulfat gilt ebenfalls als mögliche Ursache der fehlerhaften Positionierung der Feten (Echternkamp et al., 1992). Die Korrektur von aphysiologischen Geburtspositionen ist auf Grund der geringeren Größe und Gewichte der Nachkommen i.d.R. aber problemlos (Richter und Götze, 1993) und die Aussichten für den Geburtsausgang günstig (Busch und Schulz, 1993).

Kälberverlustgefahr hingegen besteht bei verlängerten Geburten oder unzureichend entwickelten Früchten.

Um die negativen Effekte von Zwillingsträchtigkeiten durch ein adäquates Geburtsmanagement abzufangen, ist die frühzeitige Detektion, z. B. im Rahmen der sonographischen Trächtigkeitsdiagnostik, hilfreich. Zu den prädisponierenden Faktoren für Mehrlingsgeburten zählen Pluriparität, multiple Ovulationen und der Konzeptionszeitpunkt (Atashi et al., 2012b; Fitzgerald et al., 2014; Silva del Rio et al., 2007).

2.3.2.3. Geschlecht

Mehrere Autoren (Berry et al., 2007; Brakmann, 2011; Dhakal et al., 2013; Gafaar et al., 2011; Gunn et al., 2014; Hoedemaker et al., 2010; Junge et al., 2003; Riley et al., 2004; Uzmay et al., 2010) berichten in ihren Untersuchungen von einer erhöhten Schwer- und Totgeburtenrate bzw. perinatalen Sterblichkeit bei Bullenkälbern, unabhängig von der Parität und der Rasse des Muttertieres. Auch bei Bipara ist das Mortalitätsrisiko für zwei männliche Nachkommen im Vergleich zur Geburt eines Zwillingspärchens oder von zwei Färsenkälbern am größten (Hossein-Zadeh, 2010a; Sawa et al., 2014; Silva del Rio et al., 2007). In deutschen Milchviehbetrieben zählt die Geburt von Bullenkälbern sogar zu den vier wichtigsten Risikofaktoren für perinatale Mortalitäten (Hoedemaker et al., 2010). Das Risiko für assistierte Geburten bei Bullenkälbern ist nach Johanson und Berger (2003) 25% höher als bei weiblichen Nachkommen. Ein Grund können die höheren Körpermaße (Hossein-Zadeh et al., 2012) und Gewichte männlicher Kälber sein (Bellows et al., 1982; Junge et al., 2003), was gerade bei Erstkalbinnen zu feto-maternalen Disproportionen und Dystokien führen kann. Außerdem wiesen die Bullen in einer Untersuchung von Riley et al. (2004) eine deutlich schlechtere Vitalität zur Geburt auf.

Silva del Rio (2007) konnte in seiner Studie keinen Einfluss des Geschlechts bei Einlingsgeburten auf das Vorkommen von perinataler Mortalität feststellen.

2.3.2.4. Größe und Gewicht

Die Körpermaße und das Gewicht des Kalbes haben signifikanten Einfluss auf den Geburtsverlauf, v.a. bei Primipara (Meijering und Postma, 1984). Viele Autoren berichten von einer Zunahme des Schwierigkeitsgrades der Kalbung bei Erstkalbinnen mit steigendem Geburtsgewicht (Atashi et al., 2012a; Gunn et al., 2014; Linden et al., 2009; Morris, 1980; Uzmay et al., 2010) und größeren Körperabmessungen des Kalbes (Brakmann, 2011; Colburn et al., 1997). Nach Johanson und Berger (2003) erhöht sich die Dystokie-Rate um 13% mit jedem zusätzlichem kg Kälbergeburtsmasse. Nach Berry et al. (2007) steigt das Schweregeburtenrisiko bei Primipara auf 12,5% bzw. 26,5%, wenn es sich um ein (Bullen-)

Kalb handelt, dessen Gewicht 7,5% bzw. 10% der Körpermasse des Muttertieres ausmacht. Darüber hinaus erhöht sich das Totgeburtenrisiko um 0,2% / kg (Morris, 1980). Ab einem Geburtsgewicht von $\geq 40,3$ kg steigt es sogar exponentiell an (Johanson und Berger (2003). Hauptursache für die pathologischen Geburtsverläufe bei Erstkalbinnen mit großen und schweren Kälbern ist das feto-maternale Missverhältnis (Mee, 2008; Meijering 1984), resultierend aus einem nicht-proportionalem Wachstum von maternalem Becken und Kalb. Übergroße Feten können letztlich, in Abhängigkeit vom Gesundheitszustand von Kuh und Kalb, nur per Sectio caesarea oder Fetotomie entwickelt werden (Purohit et al., 2012). Andere Autoren (Berry et al., 2007; Linden et al., 2009) konnten keinen Einfluss des Kälbergeburtsgewichts auf die Inzidenz von Totgeburten feststellen. In der Untersuchung von Márquez et al. (2005) weisen die Nachkommen mit hohen Geburtmassen und komplikationslosen Kalbeverlauf sogar die besseren Überlebens- und Wachstumsraten auf, im Vergleich zu spontan geborenen Kälbern mit geringeren Gewichten.

Das Vorkommen pathologischer Geburtsverläufe steigt nicht nur bei sehr hohen, sondern auch bei Kälbern mit sehr niedrigen Geburtsgewichten (Johanson und Berger, 2003; Junge et al., 2003). In der post-mortem-Untersuchung von Berglund et al. (2003) waren fast ein Drittel der Kälber signifikant leichter (-6 kg), zeigten aber sonst keine weiteren Hinweise auf die Todesursache auf. Ein zu geringes Gewicht sollte immer im Zusammenhang mit der Gestationslänge beurteilt werden, um einen Aufschluss über den Entwicklungszustand des Fetus zu erhalten. Die Lunge von frühgeborenen Kälbern ist häufig noch nicht ausgereift, was zur Geburt lebensschwacher oder toter Kälber führen kann.

2.3.2.5. Weitere Einflussfaktoren

Es existiert eine Vielzahl von **Missbildungen** bei Kälbern, die mit Schweregeburten oder fetaler Mortalität einhergehen können. Häufig handelt es sich um kongenitale Fehlbildungen, aber sie können auch Folge von Infektionen, Noxen, mechanischen Traumata, Parasitenbefall und weiteren nicht-hereditären Faktoren sein. Das Vorkommen ist je nach Ätiologie, z. B. Prävalenz von Infektionserregern oder Genetik der Elterntiere, variabel.

Ende 2011 wurde beispielsweise das Schmallenberg-Virus in Deutschland und zahlreichen anderen europäischen Staaten erstmals nachgewiesen, und wird seitdem für eine Vielzahl von Aborten, Frühgeburten, missgebildeten Feten sowie anderen Störungen im Fruchtbarkeitsgeschehen bei Kühen, Schafen oder Ziegen verantwortlich gemacht. Die Fehlbildungen sind Spätfolge einer Infektion des Muttertieres über Gnizen im frühen Trächtigkeitsstadium (FLI, 2014) und führen zum intrauterinen Tod oder Versterben der Frucht unmittelbar post natum (Doceul et al., 2013). Arthrogryposen, Torticollis, Ankylose, Lordose, Kyphose, Brachygnathia inferior oder neurologische Störungen sind typische

Befunde am Fetus (Doceul et al., 2013) und machen in vielen Fällen eine Sectio caesarea erforderlich.

Nach Richter und Götze (1993) sind folgende weitere Fehlbildungen mit Passagestörungen des maternalen Geburtsweges assoziiert: Hydrocephalus, Anasarka, Ascitis, Arthrogryposis, Schistosoma reflexum, Perosomus elumbis, Amorphus globosus, Doppelmissbildungen oder auch Neubildungen bzw. Hyperplasien des Thymus. Auch in diesen Fällen sind die Tiere meist nicht lebensfähig oder bereits intrauterin, u.a. durch die Unterbrechung der feto-maternalen Verbindung (Ball und Peters, 2004), verstorben. Organische Anomalien des Fetus, z. B. am Herz, Thymus oder der Harnblase, werden meist erst in der post-mortem-Untersuchung identifiziert und können Ursache der perinatalen Sterblichkeit sein (Berglund et al., 2003; Essmeyer, 2006).

Eine **verminderte postnatale Kälbervitalität** ist nach Dirksen et al. (2006) entweder bereits intrauterin entstanden (Magerkuhsyndrom) oder konnatal erworben (z. B. Geburtstraumen und/oder -asphyxie mit ZNS-Schädigung, Hypothermie). Allerdings gibt es auch Totgeburten ohne ersichtliche Sektionsbefunde und bei einfachem Kalbeverlauf (Berglund et al., 2003), die auf eine andere Ätiologie hindeuten (Hoedemaker et al., 2010). Diskutiert werden reduzierte Kälbervitalitäten, Plazentadysfunktionen und verlängerte Geburten (Hoedemaker et al., 2010), genetische Einflüsse oder auch Hormonimbancen.

2.3.3. Einflussfaktor Management auf den Geburtsverlauf

2.3.3.1. Besamung und Transitzühe

Das Besamungsmanagement und die Bullenauswahl spielen eine wichtige Rolle bei der Erzielung niedriger Schwer- und Totgeburtenraten im Betrieb (Fishwick, 2011; Hickson et al., 2008; Lombard et al., 2007). Vor der ersten Belegung der Jungrinder ist auf eine ausreichende körperliche Entwicklung bei einem angemessenen Alter zu achten (Hoedemaker et al., 2010), um Dystokien durch feto-maternale Disproportionen zu reduzieren. Als Zielwerte für Jungrinder gelten ein EKA von 24 Monaten bei einem Gewicht von 375 kg und einer Größe von 132 cm Beckenhöhe (Fishwick, 2011). Für Pluripara empfiehlt Mee (2004) auf die Belegung der Tiere zu verzichten, die bereits in der vorherigen Kalbung Geburtsschwierigkeiten oder Gesundheitsprobleme hatten. Bei der Bullenauswahl sind hohe paternale Zuchtwerte für die Merkmale Kalbeverlauf und Totgeburtenrate elementar. Werden genomische Jungbullen verwendet, sollten entsprechend höhere Zuchtwerte gewählt werden, denn diese sind unsicherer als die der töchtergeprüfter Vererber (Fischer et al., 2013). Außerdem empfiehlt sich in diesem Fall die Anpaarung mit verschiedenen Bullen, um das Risiko im Betrieb zu streuen (Fischer et al., 2013).

Während der Transitperiode ist eine stressfreie Umgebung der Tiere und eine adäquate Fütterung essentiell, die eine Überkonditionierung der Kühe mit Verfettung der Geburtswege verhindert (Hoedemaker et al., 2010; Mee, 2004). Arnott et al (2012) zählen folgende maternale Stressoren zu den Risikofaktoren, die die pränatale Entwicklung des Kalbes negativ beeinflussen können: soziales Umfeld (z. B. unangemessene Herdengröße oder -zusammensetzung, limitierte Ressourcen), Klimaextreme, Haltungsbedingungen, Praktiken durch Landwirte (z. B. häufige Transporte oder Fixierungen) und Gesundheitsstatus des Muttertieres. Gerade im peripartalen Zeitraum sind genügend Fressplätze zur Sicherstellung der Futteraufnahme, ein ruhiger Umgang mit den Tieren sowie die Vermeidung lauter Stall- und Nebengeräusche unumgänglich. Stress kann Auslöser hormoneller Imbalancen mit Wehenschwäche, Vulva- oder Zervikalstenose als mögliche Folgen sein. Der Kalbebereich sollte sauber und komfortabel sein und über ausreichend Platz verfügen (Bostedt, 2003; Gundelach et al., 2009). Mit geeigneten Management-Methoden, z. B. gezielte Impfprogramme (de Kruif et al., 2013) oder regelmäßige funktionelle Klauenpflege (Bostedt, 2003), kann der Landwirt zum Erhalt des Gesundheitsstatus des Muttertieres und zur Reduzierung perinataler Mortalitäten beitragen (Mee, 2004).

2.3.3.2. Kalbmanagement

2.3.3.2.1. Qualifikation des Personals

Die kontinuierliche Kommunikation und ein regelmäßiges Training zwischen Herdenmanager, ggf. Tierarzt und den verantwortlichen Mitarbeitern des Kalbebereichs trägt zur Verbesserung des Kalbmanagements und damit zur Reduzierung perinataler Mortalitäten bei (Fishwick, 2011; Lombard et al., 2007; Schuenemann et al., 2011; Schuenemann et al., 2013). Das Trainieren mit dem mechanischen Geburtshelfer und das Korrigieren von LSH-Anomalien an toten Kälbern (Fishwick, 2011) sowie die Neugeborenenversorgung (Schuenemann et al., 2013), v.a. dystokischer Kälber (Lombard et al., 2007), sind dabei wichtige Fortbildungsthemen. Aber auch grundlegende Inhalte, wie z. B. physiologische Geburtsanzeichen und -dauern, hygienische Maßnahmen oder anatomische Grundlagen zum Aufbau des Geburtsweges sollten in regelmäßigen Abständen thematisiert werden (Schuenemann et al., 2013). Fishwick (2011) hält die gemeinsame Erarbeitung und Besprechung von Regeln eines Standardprotokolls für eine bedeutende Grundlage des Kalbebereichs.

2.3.3.2.2. Geburtsüberwachung und räumliche Gestaltung

Das Geburtsmonitoring findet meistens in einem separaten Kalbebereich statt. Die Kühe werden in diesen in Abhängigkeit von der räumlichen Gestaltung, ca. 7 d (i.d.R. in ein Gruppenabteil) bis wenige Stunden a.p. (meist in eine Einzelbox) verbracht. Ist ein Überführen der Tiere 1 - 2 d a.p. nicht möglich, wird das besser erst im Laufe des zweiten Geburtsstadiums vorgenommen (Mee et al., 2014). Ein zu frühzeitiges Umstallen ist mit längeren Geburtsdauern und einem erhöhten Risiko für Totgeburten assoziiert (Mee et al., 2014; Proudfoot et al., 2013). Nach de Kruif et al. (2013) ist das Umhertreiben der Kuh in der Geburt eine enorme Stressbelastung, was zur Unterbrechung des physiologischen Geburtsablaufs führen kann. In einer aktuellen vergleichenden Untersuchung fand Mee et al. (2013a) die niedrigsten Kälbermortalitätsraten in den Betrieben, die die hochtragenden Tiere früher und in Gruppenabteile zum Kalben überführt haben. Hoedemaker et al. (2010) wiederum fand die wenigsten perinatalen Kälbersterblichkeiten bei Kühen in Anbindehaltung vor, wobei es sich bei diesen meist um kleine und gut überwachte Familienbetriebe gehandelt hat.

Der Kalbebereich sollte nicht nur komfortabel und geräuscharm sein, sondern auch viel Platz für eine funktionierende Bauchpressentätigkeit bieten (Gundelach et al., 2009). Für das Vorkommen von Schwer- und Totgeburten misst Mee et al. (2014) wiederum weniger der räumlichen Gestaltung des Kalbebereichs, als vielmehr der Qualität und Quantität des Monitorings die größere Bedeutung bei.

Die Art und Frequenz der Geburtsüberwachung hat einen signifikanten Einfluss auf den Partusverlauf (Schuenemann et al., 2011) und auf das Totgeburtrisiko (Mee et al., 2014). Das für die Kalbungen zuständige Personal muss mit den physiologischen Anzeichen und Dauern der einzelnen Geburtsstadien vertraut sein, um die Situation richtig einschätzen und einen geburtshilflichen Eingriff abwägen zu können (Bostedt, 2003; Schuenemann et al., 2011). Dabei sollte auch auf kleine Hinweise, wie die Qualität der Bauchpressentätigkeit Rücksicht genommen werden, um frühzeitig einen Anhaltspunkt für pathologische Geburtsverläufe, z. B. auf Grund von LSH-Anomalien oder Zwillingsgeburten zu bekommen (Gundelach et al., 2009). Effektives Geburtsmonitoring funktioniert am besten rund um die Uhr an 24 h täglich und an allen 7 d der Woche (Schuenemann et al., 2013). Elektronische Geburtsüberwachungssysteme können dazu unterstützend eingesetzt werden und das Personal entlasten (Paolucci et al., 2010; Szenci et al., 2012). Insuffizientes Monitoring, z. B. durch einen Schichtwechsel, hat Einfluss auf die Geburtsdauer und damit indirekt auf die perinatale Mortalität (Essmeyer, 2006; Gundelach et al., 2009).

2.3.3.2.3. Geburtshilfe

Die geburtshilfliche Untersuchung sollte durch eine sachkundige Person erfolgen, wenn kein Fortschritt der Geburt für ≥ 30 min zu beobachten ist oder das Kalb Symptome reduzierter Vitalität (z. B. Ödeme, Zyanosen, reduzierte Reflexe) zeigt (Mee, 2004). Bei einer Dauer des zweiten Geburtsstadiums von mehr als 2 h steigt das Totgeburtisiko um fast 20% (Gundelach et al., 2009). Aber nicht nur das verspätete, sondern auch das unnötige oder verfrühte Leisten von Geburtshilfe kann Ursache von Kälbersterblichkeiten sein (Fishwick, 2011; Hossein-Zadeh, 2014) und birgt die Gefahr von Geburtsverletzungen des Muttertieres auf Grund mangelhafter Öffnung (Schuenemann et al., 2011). Fishwick (2011) empfiehlt die manuelle Exploration 1 h (Kühe) bzw. 1,5 h (Färsen) nach Beginn der Bauchpressentätigkeit ohne sichtbaren Fortschritt. Nach Gundelach et al. (2009) sollte spätestens 2 h nach Ruptur der Allantois bzw. des Amnions helfend in den Geburtsablauf eingegriffen werden. Schuenemann et al. (2011) empfiehlt sowohl bei Färsen als auch bei Kühen, bereits 70 min nach Erscheinen des Amnions bzw. 65 min nach Auftauchen der Klauen in der Rima vulvae, Geburtshilfe zu leisten. Ein sofortiger Eingriff hingegen ist beim Vorliegen von LSH-Anomalien (Schuenemann et al., 2011), Zwillingsgeburten oder Wehenschwäche angezeigt (Mee, 2004). Bei einem mehr als 15 min andauernden Auszugsversuch des Kalbes in physiologischer Geburtsposition, einem ≥ 30 minütigen erfolglosen Korrekturversuch der LSH-Anomalie oder bei schweren Abnormalitäten (z. B. Torsio uteri) sollte außerdem der Tierarzt hinzugezogen werden (Mee, 2004).

Während des Auszugsversuches muss der Helfer zum einen auf eine ausreichende Weite des Geburtsweges und zum anderen auf eine gepolsterte Unterlage, auf die das Kalb gezogen werden kann, achten. Schnell können die noch unzureichend ossifizierte Rippen frakturieren und die neonatale Lunge perforieren, was zum Verbluten des Kalbes führen kann. Verzichtet der Geburtshelfer auf eine manuelle Weitung oder auf einen Dammschnitt beim Vorliegen eines unzureichend geöffneten Geburtsweges, kann das zur Geburt toter oder lebensschwacher Kälber führen (Rice, 1994). Der Auszugversuch sollte immer unter Beachtung der Anatomie des knöchernen Geburtsweges für die Zugrichtung und außerdem immer nur während der Wehentätigkeit erfolgen, um eine optimale fetale Blutzirkulation und Sauerstoffversorgung zu gewährleisten. Werden technische Hilfsmittel (z. B. mechanischer Geburtshelfer) verwendet, sollten diese sachgemäß und sorgsam angewendet werden. Bei der Sektion von 76 Kälbern in der Untersuchung von Berglund et al. (2003) wurden bei 35 Tieren (46,1%) Befunde erhoben, die mit subpartaler Mortalität und Traumata (meist verursacht durch technische Hilfsmittel) assoziiert sind. Dazu zählen subkutane, subdurale oder innere Blutungen, externe Läsionen, Mukus im Respirationstrakt als Zeichen des intrauterinen Erstickungstodes, Rippenfrakturen und Frakturen der Wirbelsäule. Essmeyer

(2006) und Kausch (2009) fanden ähnliche Befunde an totgeborenen Kälbern vor, die wahrscheinlich auf einer zu grob durchgeführten und unsachgemäßen Geburtshilfe beruhen.

2.3.4. Einflussfaktor Umwelt auf den Geburtsverlauf

Der Geburtsverlauf von Kühen und die Kälbersterblichkeit unterliegen, trotz schwankender Temperaturangaben, einer jahreszeitlichen Dynamik. In den Wintermonaten gibt es mehr Schweregeburten (Eaglen und Bijma, 2009; Gafaar et al., 2011), eine höhere Anzahl lebensschwacher Nachkommen und perinataler Mortalitäten (Atashi et al., 2012b; Riley et al., 2004). Johanson und Berger (2003) beziffern das erhöhte Risiko für Dystokien mit 15% und für Totgeburten mit 36% für im Winter geborenen Kälber. Kausch (2009) konnte keinen signifikanten Einfluss der Jahreszeit auf die Totgeburtenrate nachweisen, hat in ihrer Untersuchung aber ebenfalls die höchsten Kälberverluste im Winter erfasst.

Während Atashi et al. (2012a) die wenigsten Dystokien in den Sommer- und Herbstmonaten beobachten, geben Meyer et al. (2000) eine 2% höhere Kälbersterblichkeit bei Primipara in den Sommermonaten an.

Niederschlag jedoch hat keinen Einfluss auf das Vorkommen perinataler Mortalitäten (Riley et al., 2004), aber lange Dürreperioden gehen mit der Geburt fehlentwickelter Kälber (congenital chondrodystrophy of unknown origin) bei Fleischrindern in Australien einher (White et al., 2010). Dieser Prozess ist aber weniger Ursache der Wetterverhältnisse als vielmehr Folge des geringen Nahrungsangebots extensiv gehaltener Rinder mit Nährstoffunterversorgung des bovinen Fetus.

Ein wichtiger Grund für die pathologischen Geburtsverläufe ist möglicherweise der Zusammenhang der Kälbergeburtsgewichte mit den Klimafaktoren, die unter dem Punkt 1.5.12 behandelt werden.

2.4. Kälbergeburtsgewicht

2.4.1. Physiologie des pränatalen Wachstums des bovinen Fetus

Viele Studien zur Entwicklung des bovinen Fetus sind nach Schlachtung gravider Fleischrinder in unterschiedlichen Trächtigkeitsstadien und anschließenden Messungen, Probenentnahmen und Laboruntersuchungen erfolgt. Das Wachstum des Fetus erfolgt in der frühen Gestation vorrangig durch Zellvermehrung (Hyperplasie), während zum Ende der Trächtigkeit das Zellwachstum (Hypertrophie) überwiegt (Prioir und Laster, 1979). Daher sind die relativen Wachstumsraten des Fetus zu Beginn hoch (5,1 bzw. 7,4% / d) und das (absolute) fetale Gewicht noch sehr gering (Ferrell et al., 1976; Prior und Laster, 1979). Mit nahendem Kalbezeitpunkt sinken die relativen Wachstumsraten und betragen für jeden zusätzlichen Trächtigkeitstag lediglich noch 0,007% / d (Ferrell et al., 1976) bzw. 0,0125% / d (Prior und Laster, 1979). Die absoluten Gewichte hingegen steigen exponentiell an und fallen leicht zum Ende der Gestation ab (Anthony et al., 1986b; Ferrell et al., 1976; Prior und Laster, 1979). Dementsprechend wiegt der Fetus am Anfang des siebenten Trächtigkeitmonats zwischen 7 und 8 kg und verdreifacht sein Gewicht auf ca. 21 kg bis zum Ende des achten Monats (Ferrell et al., 1976). Die höchsten Tageszunahmen haben Prior und Laster (1979) am 232. Trächtigkeitstag ermittelt und mit 352,1 g beziffert. In den letzten 8 Wochen prae partum nimmt der Fetus noch die Hälfte seines Gewichts zu (Kertz et al., 1997). Parallel dazu steigt das Lebendgewicht von Holstein-Kühen ab der siebenten Woche a.p. täglich um 0,93 kg. In Tabelle 7 sind die Gewichtsangaben unterschiedlich alter Feten aus der Untersuchung von Ferrell et al. (1976) angeführt.

Tabelle 7: Gewichtsangaben unterschiedlich alter Feten nach Ferrell et al. (1976)

Trächtigkeitstag (d)	Gewicht (kg)	Verhältnis Fetus/Uterus*
134	1,58	19,2
189	7,53	36,8
237	20,80	56,8
264	31,60	57,5

* Fetus, fetale Membranen, Flüssigkeiten und Uterus

Ferrell et al. (1976) beschreiben die exponentiell verlaufenden fetalen Wachstumsraten mit Hilfe folgender mathematischer Funktion:

$$W = W_0 e^{(.0512 - .0000707t)t}$$

W = fetales Gewicht am Tag t

W₀ = initiales fetales Gewicht

t = Trächtigkeitstag

Auch Prior und Laster (1979) haben sich einer etwas abgewandelten exponentiellen Gleichung bedient, um die maximalen Wachstumsraten der Kälber in utero zu ermitteln:

$$W = W_0 e^{K_1 T + K_2 T^2}$$

W = fetales Gewicht am Tag T

W_0 = initiales fetales Gewicht

K = aktuelle Wachstumsrate

T = Trächtigkeitstag

Das Wachstum der Plazenta verläuft ebenfalls exponentiell und korreliert mit dem Kälbergeburtsgewicht (Prior und Laster, 1979). Nach Ferrell et al. (1976) erfolgt die Ausbildung der Plazenta und fetalen Hüllen zuerst, um eine adäquate Nährstoffversorgung des Kalbes zu gewährleisten. Im fortgeschrittenen Trächtigkeitsverlauf nimmt die Wachstumsrate der Plazenta im Vergleich zu der des Fetus ab (Anthony et al., 1986b). Die Anzahl der Kotyledonen bleibt zwischen dem 90. - 225. Trächtigkeitstag gleich, aber ihre Oberfläche nimmt linear mit der Gestationsdauer zu (Prior und Laster, 1979). Das physiologische Kälbergeburtsgewicht liegt je nach Rasse zwischen 35 kg und 45 kg (Grunert, 1995). Busch und Schulz (1993) beziffert es allgemeingültig mit 6% des maternalen Gewichts. Tabelle 8 zeigt die Angaben zu den neonatalen Gewichten von Holsteinkälbern aus verschiedenen Publikationen.

Tabelle 8: Angaben zu Geburtsgewichten von Holsteinkälbern

Autor (Jahr)	n	mittleres Gewicht
Aksakal und Bayram (2009)	577	42,8 kg
Atashi et al. (2012a)	55577	42,1 kg
Berry et al. (2007)	2384	35,7 kg
Johanson und Berger (2003)	4528	P: 38,2 kg, M: 41,7 kg
Junge et al. (2003)	14095	43,0 kg
Rudolphi (2009)	57716	43,8 kg (P: 41,5 kg, M: 45,2 kg)

n = Anzahl (Kalbungen), P = Primipara, M = Multipara

Anthony et al. (1986b) haben die fetale Organentwicklung und die Wachstumsraten von Kälbern ab dem 200. Tag a.p. untersucht, deren Väter leichte oder schwere Geburtsgewichte vererben. Sie konnten keine Unterschiede in der fetalen Entwicklung zwischen beiden Studiengruppen feststellen, obwohl die Gewichte zur Geburt um 2,5 kg differieren. Aus diesem Grund schlussfolgern sie, dass sich diese genotypischen Differenzen noch vor dem 200. Trächtigkeitstag manifestieren.

Es existiert eine Vielzahl von Faktoren, die das fetale Gewicht beeinflussen und separat im Kapitel 2.5 abgehandelt werden.

2.4.2. Möglichkeiten der fetalen Gewichtsbestimmung

Liegen hohe Kälbergeburtsgewichte vor, ist eine frühzeitige Detektion zur Verhinderung pathologischer Geburtsverläufe und/oder eine korrekten Einschätzung beim Leisten von Geburtshilfe notwendig. Long et al. (2012a) hat die Bestimmung des Klauenumfangs mittels Maßband zur Abschätzung des Kälbergeburtsgewichts mit der Messung durch die Federwaage verglichen. Er kommt zu dem Schluss, dass sich das Messen mit Hilfe des Maßbands lediglich bei Geburtmassen zwischen 31 - 45 kg gut eignet, bei niedrigeren und höheren Gewichten aber die Gefahr der Über- bzw. Unterschätzung besteht. Nach Takahashi et al. (2005) ist die per Ultraschall vermessene Breite des Metacarpus eine Woche a.p. ein geeignetes Hilfsmittel, um das fetale Gewicht frühzeitig abschätzen zu können. Gemessen wird die schmalste Stelle am linken Metacarpus (im Fall von Hinterendlagen am Metatarsus) mit Hilfe eines linearen 5 MHz-Schallkopfes auf der Distanz Haut-Knochen-Haut. Der Messwert wird anschließend in die von Takahashi et al. (2005) ermittelte Funktion zur Bestimmung des fetalen Geburtsgewichts eingesetzt und errechnet. Im Ergebnis ihrer Untersuchung sind die in dieser Weise ermittelten Werte für das Geburtsgewicht nahezu identisch mit den realen Messungen zur Geburt.

2.5. Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht

2.5.1. Einflussfaktoren des Muttertieres auf das Kälbergeburtsgewicht

2.5.1.1. Parität und Erstkalbealter

Die Kälber von Primipara weisen die niedrigsten Geburtsgewichte auf (Atashi et al., 2012a; Dhakal et al., 2013). Im Vergleich zu Pluripara sind die Nachkommen von Erstkalbinnen durchschnittlich 2,1 - 3 kg (Stamer et al., 2004) bzw. 3,5 kg (Johanson und Berger, 2003) leichter. Bei Fleischrassen beläuft sich die Differenz zwischen den Geburtsgewichten sogar auf 4 kg. Mit zunehmender Laktationszahl steigen auch die fetalen Geburtmassen (Fiems und Ampe, 2015; Hossein-Zadeh et al., 2012; Kertz et al., 1997; Richter und Götze, 1993; Stamer et al., 2004; Uzmay et al., 2010). In Untersuchungen aus dem Iran gebären Kühe ab der vierten Laktation die schwersten Kälber (Hossein-Zadeh, 2010b, Hossein-Zadeh et al., 2012). In einer türkischen Studie an HF-Kühen hingegen sinken die neonatalen Gewichte mit höherem Alter des Muttertieres (Aksakal und Bayram, 2009).

Laut Burfening (1988) hat das Erstkalbealter keinen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung des Kälbergeburtsgewichtes.

2.5.1.2. Rasse

Entscheidend für die Höhe des Geburtsgewichts ist die Rasse des Mutter- und Vatertieres. Der Tabelle 9 können einige durchschnittliche Kälbergeburtsgewichte für Kühe unterschiedlicher Herkunft entnommen werden. Die Kälber von Fleischrassen sind auf Grund der Muskelhypertrophie deutlich schwerer als die Nachkommen von Milchkühen (Richter und Götze, 1993). Nach Citek et al. (2011) sind mehr als 50% der Dystokien bei Fleischrassen durch ein übergroßes Kalb (z. B. bei Charolais) und bzw. oder durch ein enges Becken (z. B. bei Aberdeen Angus, Limousin) verursacht. Extrem große und massige Kälber haben Weißblaue Belgier, die bei Reinzucht mit Weitervererbung des Doppellender-Gens meist nur per Sectio caesarea geboren werden können. Bei Kreuzungszuchten zur Verbesserung ausgewählter Leistungsmerkmale, z. B. Fleischansatz oder Tageszunahmen, sollten die Geburtmassen zur Verhinderung einer Zunahme der Schweregeburtenrate berücksichtigt werden.

Vergleichsweise niedrige Geburtmassen hingegen weisen die Nachkommen von Jerseys und Hausbüffeln auf. In einer vergleichenden Studie von Nogalski und Mordas (2012a) sind die Kälber von Jersey-Färsen durchschnittlich 15,4 kg leichter als die von Holstein-Erstkalbinnen. Bei Kreuzungen aus Holstein x Jersey im Vergleich zu reinrassigen HF reduziert sich die Gewichts Differenz auf 1,9 kg (Maltecca et al., 2006).

Tabelle 9: Gewichtsangaben von Kälbern unterschiedlicher Rassen

Rasse (Parität)	Geburtsgewicht (kg)	Autor (Jahr)
Jersey (P)	24,8	Nogalski und Mordas (2012a)
Hausbüffel (P, M)	32,7	Hossein-Zadeh et al. (2012)
Holstein (P)	38,2	Johanson und Berger (2003)
Holstein (P, M)	42,1	Atashi et al. (2012a)
Limousin (P, M)	40,0	Márquez et al. (2005)
Blau-Weißer Belgier (P, M)	50,5	Fiems und Ampe (2015)

P = Primipara, M = Multipara

2.5.1.3. Genetik

Die Ergebnisse mehrerer Untersuchungen belegen, dass genetische Variationen für das Kälbergeburtsgewicht existieren. Grosz und MacNeil (2001) haben einen Quantitativen Trait Locus (QTL) an den Telomeren des Rinderchromosoms 2 entdeckt, der die Ausprägung des fetalen Gewichts um zusätzliche 2,8 kg beeinflusst. Da keine negativen Auswirkungen für das postpartale Wachstum des Kalbes entdeckt wurden, empfehlen die Autoren eine Marker-assistierte Selektion zur Reduzierung fetaler Geburtmassen.

Eine Punktmutation (NCAPG c. 1326T>G) auf dem Chromosom 6 (BTA6) ist nach Eberlein et al. (2009) für die abweichenden Geburtsmassen beim Embryotransfer von Holstein x Charolais-Kühen verantwortlich. Laut den Autoren stammt das entsprechende QTL-Allel ursprünglich von den Charolais-Rindern und bewirkt eine Erhöhung der fetalen Gewichte um 3,78 kg. Trakovicka et al. (2012) fanden die homo (GG)- und heterozygoten (GT)-Allele für das verstärkte fetale Wachstum außerdem auch bei Pinzgauern und Simmentalern. In einer weiteren Arbeit haben Gutierrez-Gil et al. (2012) bereits bekannte QTLs des bovinen Chromosoms 6, die Einfluss auf das Kälbergeburtsgewicht, die Körperlänge und das skeletale Wachstum haben, untersucht. Sie stellten fest, dass die entsprechenden Regionen im Genom kaum differieren und es sich vermutlich eher um eine pleiotrope QTL handelt, die Einfluss auf alle drei Merkmale, mit stärkster Auswirkung auf das Skelettwachstum, hat. Ursache ist weder die von Eberlein et al. (2009) erforschte Punktmutation im NCAPG-Gen, noch ein anderer bekannter Polymorphismus, sondern eine andere neu entdeckte Veränderung (SNP51_BTA-119876) im bovinen Erbgut.

In einer anderen Genom-weiten Assoziationsstudie aus Japan entdeckten Sugimoto et al. (2012) nicht nur die Mutation (A-326G) auf dem entsprechenden Genabschnitt (SLC44A5 5' UTR), sondern sie haben auch den Wirkmechanismus erforscht wie die Ausprägung der Geburtsgewichte beeinflusst werden: SLC44A5 codiert für das Cholin transporter-like protein und Cholin ist ein wichtiger Bestandteil der Zellmembran-Phospholipide. Die Autoren fanden heraus, dass bei Kühen, die schwere Kälber gebären die Expression von SLC44A5 herabgesetzt ist, was zu einem reduzierten Efflux von Cholin und einer erhöhten Zellproliferation führt.

In einer weiteren aktuellen großen deutschen Untersuchung haben Cole et al. (2014) 25 Einzelnukleotid-Polymorphismen auf verschiedenen Chromosomen (2, 3, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 21, 24, 31) identifiziert, die im Zusammenhang mit der bovinen Entwicklung und dem Wachstum stehen. Anschließend haben sie die Gene, die mit den bedeutsamsten SNPs assoziiert sind, mit Hilfe der Gene Set Enrichment Analysis näher untersucht und im Ergebnis eine Beteiligung jener an der Regulation des bovinen Aktin-Zytoskeletts erhalten. Diese Resultate dienen weniger der Identifizierung einzelner QTLs, sondern eher der weiteren Erforschung von Methoden zur Vorhersage des Kälbergeburtsgewichts und der Wirkmechanismen die mit dem fetalen Wachstum assoziiert sind (Cole et al., 2014).

2.5.1.4. Heritabilitäten und Zuchtwerte

Die allgemeine Erblichkeit für das fetale Geburtsgewicht liegt mit 0,23 (Aksakal und Bayram, 2009) bzw. 0,29 (Márquez et al., 2005) im mittleren Bereich. Stamer et al. (2004) geben für die paternale Komponente eine hohe (0,63) und für die maternale eine sehr geringe (0,07)

Heritabilität an. Waurich et al. (2010) bestätigen die größere Bedeutung der paternalen Erbllichkeit für die Ausprägung des Geburtsgewichts ($h_{\text{pat.}}^2 = 0,37$ vs. $h_{\text{mat.}}^2 = 0,10$).

Junge et al. (2003) halten die Berücksichtigung der paternalen Geburtsgewichte in der Zuchtwertschätzung, auf Grund der engen Korrelation mit der Schwer- und Totgeburtenrate, für eine wichtige züchterische Möglichkeit, um Kälberverluste zu reduzieren. Nach Ihnen erhöht sich dadurch die mittlere Sicherheit der Zuchtwerte für alle Väter um 19 - 33% und bei denen mit ≥ 150 Nachkommen um 7%. Bei der Bullenauswahl sollten die Herdenmanager dementsprechend die Zuchtwerte für die Kälbergewichte stets beachten. Das ist gerade bei Primipara wegen dem damit verbundenen leichteren Kalbeverlauf zu empfehlen (Hickson et al., 2008). Colburn et al. (1997) haben beispielsweise Primipara mit Angus-Bullen, die unterschiedlich hohe Selektionsdifferenzen (EPD) für das Kälbergeburtsgewicht aufwiesen, belegt. Im Ergebnis sind die Kälber von Vätern mit den geringsten EPD (-0,95 kg) 3,6 kg leichter, im Vergleich zu denen mit dem höchsten EPD (+2,7 kg). Auf ähnliche Zahlen kommen auch Anthony et al. (1986b), die mit Zunahme der Geburtmassen auch einen Anstieg des Schweregrades der Kalbung von 1,8 auf 3,1 (von 4) festgestellt haben.

Die genetische Korrelation zwischen dem Geburts- und Absetzgewicht beträgt 0,75 (Stamer et al., 2004). Folglich haben leichtgewichtige Bullenkälber auch die niedrigeren adulten Lebendgewichte und sind deshalb unattraktiver für den Fleischmarkt (Hickson et al., 2006). Nach Stamer et al. (2004) sind trotz der engen positiven genetischen Korrelation das Geburts- und Absetzgewicht eigenständige Merkmale, die bei unterschiedlicher Zuchtwerttrangierung die Selektion von Vatertieren ermöglichen, die normalgewichtige Kälber mit hohen Tageszunahmen vererben.

Nach Cole et al. (2014) wiederum ist noch weiterer Forschungsbedarf für die Entwicklung allgemeingültiger genetischer Zuchtwerte (PTAs) für das Kälbergeburtsgewicht nötig, da in ihrer Studie die Ergebnisse zwischen deutschen und amerikanischen PTAs sehr differierten.

2.5.1.5. Trächtigkeitsdauer

Der bovine Fetus nimmt in den letzten 2 Trächtigkeitsmonaten den Großteil seines finalen Gewichts zu (Ferrell et al., 1976; Kertz et al., 1997; Prior und Laster, 1979). Mit zunehmender Gestationslänge erhöht sich demzufolge auch das Kälbergeburtsgewicht (Brakmann, 2011; Echternkamp et al., 2007; Echternkamp und Gregory, 1999; Gunn et al., 2014; Richter und Götze, 1993; Rudolphi, 2009). Echternkamp und Gregory (1999) beziffern die Erhöhung des fetalen Gewichts mit jedem zusätzlichen Trächtigkeitstag auf 0,45 kg pro Tag und Kalb bei Zwillingsgraviditäten und auf 0,59 kg pro Tag bei Einlingsträchtigkeiten. In einer aktuelleren Studie von Echternkamp et al. (2007) sind die Angaben für die Tageszunahmen etwas geringer (0,38 kg / Kalb / d bzw. 0,51 kg / d).

Die Ursachen für längere Tragezeiten sind vielfältig. Die Gestationsdauer ist u.a. abhängig von der Rasse und dem Alter der Elterntiere, dem Geschlecht und der Anzahl der Nachkommen und der Kalbesaison. Verlängerte Trächtigkeitsdauern können auch auf pathologischen Veränderungen an der Hypophyse oder Nebenniere des Fetus beruhen (Richter und Götze, 1993).

In der Untersuchung von Zhang et al. (1999a) führen kürzere Tragezeiten auch zur Geburt leichter Kälber, aber Gestationslängen über dem betriebsüblichen Durchschnitt waren nicht zwingend mit höheren Kälbergeburtsgewichten assoziiert. Hansen et al. (2004) konnten nur eine schwache genetische Korrelation zwischen der Trächtigkeitsdauer, den Kälbergeburtsgewichten und dem Vorkommen von Tot- und Schweregeburten feststellen. Auch bei Pferden korreliert die Trächtigkeitlänge nicht mit dem Geburtsgewicht (Elliott et al., 2009).

2.5.1.6. Körpermaße und Kondition

Nach Linden et al. (2009) besteht eine lineare Beziehung zwischen der **Größe** des Muttertieres und dem neonatalen Gewicht. Umso höher die Kuh ist, desto schwerer ist das Kalb. Andere Autoren wiederum fanden eine Assoziation zwischen der **Lebendmasse** des Muttertieres und dem fetalen Gewicht. Laut Hickson et al. (2006) neigen schwere Primipara dazu, auch Kälber mit hohen Geburtsmassen zu gebären. Colburn et al. (1997) fanden heraus, dass schwere Färsenkälber zwei Jahre später selbst Nachkommen mit hohen Geburtsgewichten und deshalb signifikant mehr Schweregeburten haben. Laut Waurich et al. (2010) haben sowohl große als auch schwere Kühe mit einem tiefen Körper, einer breiten Brust und einem weiten Rumpf längere Tragezeiten und schwerere Kälber. Der Body Condition Score (BCS) der Muttertiere wiederum hat nach Colburn et al. (1997) keinen Einfluss auf das Kälbergeburtsgewicht. In verschiedenen Fütterungsversuchen gab es Untersuchungen zum Einfluss des maternalen **BCS** zu unterschiedlichen Zeiten auf das Gewicht des Kalbes zur Geburt. Kühe, die bereits ab dem letzten Trächtigkeitsdrittel eine höhere Kondition (BCS ca. 6 von 9) aufwiesen, haben im Durchschnitt 2,6 kg (Bohnert et al., 2013) bzw. 3,5 kg (Spitzer et al., 1995) schwerere Nachkommen im Vergleich zu magereren (BCS ca. 4 von 9) Tieren. Der maternale BCS zum Kalbezeitpunkt wiederum spielt keine Rolle für die Höhe der Kälbergeburtsmasse (Lake et al., 2005; White et al., 2002).

Ein wichtiger Parameter zur Beurteilung der Geburtsmasse ist die **Relation zwischen neonatalem zu maternalen Gewicht**. Johanson und Berger (2003) haben die beste Überlebensrate für Holstein-Kälber bei einem Verhältnis von 7,2% ermittelt, was einer Kälbergeburtsmasse von 40,3 kg zu 559,7 kg Lebendgewicht des Muttertieres (gemessen 2 bis 3 d p.p.) entspricht. In ihrer Studie steigt bei starken Abweichungen von diesem Wert,

sowohl nach oben (hohes Geburtsgewicht und/oder geringes maternales Gewicht) als auch nach unten (geringes Geburtsgewicht und normales bzw. hohes Lebendgewicht des Muttertieres), die perinatale Mortalität.

2.5.1.7. Fütterung des Muttertieres

Es gibt eine Vielzahl von Arbeiten, die sich mit dem Einfluss der antepartalen Fütterung des Muttertieres auf die fetale Gewichtsentwicklung beschäftigen. Variable Untersuchungsparameter sind dabei die Dauer, der Zeitpunkt, die Intensität und die unterschiedlichen Nährstoffgehalte der Fütterungsversuche.

Die **Dauer der Vorbereitungsfütterung** des Muttertieres hat nach Sorge (2005) weder auf die Körpermaße noch auf das Gewicht des Kalbes einen Einfluss. In der Arbeit von Brakmann (2011) stiegen mit zunehmender Vorbereitungsdauer jedoch die Kälbergeburtsgewichte; besonders deutlich war das bei den Bullenkälbern.

In Tabelle 10 sind einige Arbeiten zum Einfluss einer veränderten **Futtermenge und Futterintensität** auf das Geburtsgewicht zusammengefasst.

Tabelle 10: Einfluss einer variierten Futtermenge und Futterintensität auf das Kälbergeburtsgewicht

Autor (Jahr)	Studientiere	Fütterungsversuch	Zeitraum	BW-Einfluss
Dwyer et al. (2003)	Schaf	CON NR (65% von CON)	4 Wochen a.p.	NR ↓
Hoffmann et al. (2007)	Holstein (P)	CON NR 90 (90% der TM-Aufnahme von CON) NR 80 (80% der TM-Aufnahme von CON)	2. und 3. Trimester (111 d a.p. bis Kalbung)	kein Einfluss
Long et al. (2009)	Angus x Gelbvieh (M)	CON NR (68,1% der NE _m)	1. und 2. Trimester (30. bis 125. d)	125.d: BW ↓ bei NR-IUGR 245.d: kein Einfluss
Long et al. (2012b)	Angus x Gelbvieh (M)	CON (100% NRC-Empfehlung) NR (70% der NE _m und CP von CON) NRP (70% der NE _m und CON plus Protein)	1. und 2. Trimester (45. bis 185. d)	kein Einfluss

Literaturübersicht

Autor (Jahr)	Studientiere	Fütterungsversuch	Zeitraum	BW-Einfluss
Micke et al. (2010a) Micke et al. (2010b)	Kreuzung (P)	HH HL LH LL	1. Buchstabe: 1. Trimester 2. Buchstabe: 2. Trimester	HH=HL > LH,LL
Reyes et al. (1998)	Holstein (M)	H M _P L	3. Trimester (50-60 d a.p.)	H > M _P > L

P = Primipara, M = Multipara, BW = Geburtsgewicht, CON = Kontrolltiere (normale Futtermenge), NR = Futterrestriktion, NRP = Futterrestriktion mit Proteinsupplementierung, CP = Rohprotein, NEm = Nettoenergie, TM = Trockenmasse, IUGR = intrauterine Wachstumsretardierung, H = hoher Gehalt an NE und CP, M_P = mittlerer Gehalt an NE und CP, L = geringer Gehalt an NE und CP

Bei Schafen führen moderate Futterrestriktionen ab der vierten Trächtigswoche zur Geburt leichtgewichtigerer Lämmer, die im Vergleich zu normalgewichtigen Nachkommen auch Differenzen in der neonatalen Entwicklung und im Verhalten aufwiesen (Dwyer et al., 2003). Eine ad-libitum-Fütterung von Mutterschafen hingegen beeinflusst das fetale Gewicht nicht (Long et al., 2010; Peel et al., 2012). Jedoch führt die Verfütterung der 1,5 fachen Ration 60 Tage b.c. bis zum Ablammen zur Erhöhung der maternalen Gewichte und zur Senkung der Insulinsensitivität der Nachkommen (Long et al., 2010). In der Folge droht durch die Beeinflussung des Appetits und der Glucose- und Insulinregulation die Verfettung der Lämmer (Long et al., 2010).

Bei Versuchen zu unterschiedlich hohen Fütterungsniveaus von Kühen unterscheiden sich die Ergebnisse. Gründe können bestehende Wechselwirkungen zwischen der Fütterung in den verschiedenen Trächtigsstadien, der maternalen Kondition und der plazentären Entwicklung sein (Hickson et al., 2008). Bei der restriktiven Fütterung von Primipara besteht die Gefahr, dass nicht nur das fetale, sondern auch das maternale Wachstum retardiert. In der Folge ist das Kalb zwar leichtgewichtiger, aber es kann zu Geburtsschwierigkeiten kommen, wenn es Inkompatibilitäten zwischen dem Fetus und dem unzureichend entwickelte Becken des Muttertieres gibt (Meijering, 1984).

Long et al. (2009) fanden auffallende Unterschiede zwischen den Feten von in der frühen Trächtigkeit restriktiv gefütterten pluriparen Angus x Gelbvieh-Kühen. Eine Gruppe von Feten (NR non-IUGR = ohne Anzeichen intrauteriner Wachstumsretardierung) hatte beim Wiegen am 125. Trächtigkeitstag vergleichbare Gewichte wie die Kontrolltiere (CON). Aber in der anderen Gruppe (NR IUGR) waren die fetalen Gewichte signifikant reduziert und die Autoren fanden auch noch weitere Anomalien am Fetus und an der Plazenta vor, die Hinweise auf eine intrauterine Wachstumsretardierung (IUGR) lieferten. Diese Unterschiede waren nach Beendigung des Fütterungsversuches jedoch nicht mehr nachzuweisen.

Ferrell et al. (1976) haben im Rahmen ihrer Studie zur Entwicklung des bovinen Fetus auch den Protein- und Energiebedarf der Kuh für das Wachstum des Kalbes und der zugehörigen Gewebe ermittelt. In der frühen Gestation ist der Bedarf gering, aber im letzten Trimester steigt er enorm an. Tabelle 11 gibt einen Überblick über zwei aktuelle Arbeiten zum Einfluss eines veränderten **Energiegehaltes** in der antepartalen Fütterung tragender Rinder auf das Wachstum des Kalbes.

Tabelle 11: Einfluss des Energiegehaltes im Futter auf das Kälbergeburtsgewicht

Autor (Jahr)	Studientiere	Fütterungsversuch	Zeitraum	BW-Einfluss
Fiems et al. (2005)	Blau-Weiße Belgier (P,M)	E100 E90 E80 E70	2. und 3. Trimester (140.d bis Kalbung)	kein Einfluss
Gao et al. (2012)	Holstein (P,M)	LE (5,25 MJ/TM) ME (5,88 MJ/TM) HE (6,48 MJ/TM)	3. Trimester (21 d a.p. bis Kalbung)	HE > LE

BW = Geburtsgewicht, P = Primipara, M = Multipara, E100 = Erhaltungsbedarf an Energie, E90/E80/E70 = jeweils 90, 80 bzw. 70% des Energiebedarfes, LE = niedriger Energiegehalt, ME = mittlerer Energiegehalt, HE = hoher Energiegehalt, TM = Trockenmasse

Nach Keady und McCoy (2000) hat eine zusätzliche Energieversorgung des Muttertieres in der späten Trächtigkeit keinen Einfluss auf das Kälbergeburtsgewicht. Auch in der Arbeit von Fiems et al. (2005) waren keine Assoziationen nachweisbar. Jedoch haben die Autoren eine steigende Mortalitätsrate bei den Kälbern mit der geringsten Energieversorgung (E70) beobachtet. Zu einem anderen Ergebnis kommen Gao et al. (2012). In ihrer Untersuchung führt eine hochenergetische Fütterung drei Wochen vor dem Kalbetermin zu signifikanten erhöhten Kälbergeburtsgewichten um 4,75 kg im Vergleich zu energieunterversorgten Kälbern.

Viele Autoren haben sich mit dem Einfluss des **Rohproteingehaltes** in der Ration auf die fetale Gewichtsentwicklung zu verschiedenen Zeitpunkten beschäftigt. In der Tabelle 12 sind einige Fütterungsversuche aufgeführt.

Tabelle 12: Einfluss des Rohproteingehaltes im Futter auf das Kälbergeburtsgewicht

Autor (Jahr)	Studientiere	Fütterungsversuch	Zeitraum	Einfluss auf BW
Anthony et al. (1986a)	Kreuzung Fleischrasse (P)	LP (81% NRC- Empfehlung) HP (141% NRC- Empfehlung)	3. Trimester (75 d a.p. bis Kalbung)	kein Einfluss
Copping et al. (2014)	Santa-Gertrudis (P)	LP (7% CP) HP (14% CP)	um die Konzeption (60 d b.c.- 23 d p.c.) und 1. Trimester (24.- 98. d p.c.)	kein Einfluss
Engel et al. (2008)	Kreuzung Fleischrasse (P)	SBH DDGS	3. Trimester (190.d bis Kalbung)	kein Einfluss
Gunn et al. (2014)	Angus- Simmental (P)	CON HP	3. Trimester bis frühe Laktation (192 d a.p. bis 118 d p.p.)	HP > CON
Klein et al. (2014)	Kreuzung Fleischrasse (M)	LP (nur Heu) DDGS7 (DDGS an 7d/Wo. und täglich Heu) DDGS3 (an 3d/Wo. und täglich Heu) DDGSA (an 3d/Wo. und Heu an 4d/Wo.)	2. und 3.Trimester (155.d bis zur Kalbung)	kein Einfluss
Martin et al. (2006)	Kreuzung Fleischrassen (P,M)	LP (ohne CP- Supplementierung) HP (0,45 kg/d CP- Supplementierung)	3. Trimester	kein Einfluss

BW = Geburtsgewicht, P = Primipara, M = Multipara, LP = niedriger Proteingehalt, HP = hoher Proteingehalt, CP = Rohprotein, SBH = Sojabohnenschalen, DDGS = Trockenschlempe, CON = Kontrolltiere, b.c. = before conception, p.c. = post conception

Zusammenfassend betrachtet bleibt das Kälbergeburtsgewicht in den meisten Untersuchungen zu unterschiedlichen Fütterungsversuchen unbeeinflusst. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen auch Hickson et al. (2006) in ihrem Review-Artikel. Nach ihnen wirkt sich eine variierte Fütterung am ehesten im letzten Trächtigkeitsdrittel und auf Nachkommen von Primipara aus. Die Arbeiten von Reyes et al. (1998) und Gao et al. (2012) bestätigen das. Auf Grund der unterschiedlichen Ergebnisse der Fütterungsversuche kann man schlussfolgern, dass noch weiterer Forschungsbedarf vorhanden ist; auch um bestehende Wechselwirkungen und metabolische oder physiologische Anpassungsvorgänge des Muttertieres zur Regulierung der Nährstoffversorgung des Fetus zu analysieren.

2.5.1.8. Hormone und Stoffwechselmetabolite

Es existieren unterschiedliche Arbeiten zur Untersuchung der Assoziation von ausgewählten maternalen metabolischen Parametern und Hormonen mit dem Kälbergeburtsgewicht. Kolle et al. (1997) fanden heraus, dass Wachstumshormone am Stoffwechsel der Plazenta und an der embryonalen Entwicklung bereits ab der frühen Gravidität bis zur Geburt beteiligt sind. Ihre Konzentration ist im ersten Trächtigkeitsdrittel gering, steigt signifikant im zweiten Trimester an und erreicht zum Ende des sechsten Monats einen Peak. Außerdem steigt mit zunehmenden Alter des Fetus die 17 β -Östradiol-Konzentration in Kuh und Fetus (Anthony et al., 1986b). Außer für die Anzahl der Kotyledonen fanden Shah et al. (2007) jedoch keine Beziehung zwischen der 17 β -Östradiol-Konzentration und dem fetalen Wachstum.

Plazentäres Östrogen wird in der konjugierten Form hauptsächlich als Östronsulfat vom Fetus synthetisiert (Janowski et al., 1995). Zwischen der Östronsulfat-Konzentration und dem fetalen Gewicht besteht eine signifikante positive Korrelation (Abeni et al., 2004; Abeni et al., 2014; Shah et al., 2007; Sullivan et al., 2009). Außerdem korreliert das Wachstum bzw. die Funktion der Plazenta mit der Konzentration an Östronsulfat (Shah et al., 2007; Sullivan et al., 2009).

Andere Autoren (Abeni et al., 2004; Abeni et al., 2014; Teama und Gad, 2014) beobachten in ihren Arbeiten um den Geburtszeitpunkt einen Anstieg der maternalen Konzentration an Betahydroxybutyrat und Freien Fettsäuren (NEFA) mit erhöhten Kälbergeburtsgewichten. Sie führen dieses Ergebnis auf die peripartale Futterrestriktion und die damit verbundene Mobilisation von Körperfettreserven zurück.

2.5.2. Einflussfaktoren des Kalbes auf das Kälbergeburtsgewicht

2.5.2.1. Geschlecht

In einer Vielzahl von unterschiedlichen Untersuchungen stellen die Autoren fest, dass männliche Kälber signifikant schwerer als die weiblichen Nachkommen sind (Aksakal und Bayram, 2009; Anthony et al., 1986b; Atashi et al., 2012a; Berry et al., 2007; Dhakal et al., 2013; Hossein-Zadeh et al., 2012; Junge et al., 2003; Kertz et al., 1997; Linden et al., 2009; Long et al., 2012a; Márquez und Gonzales-Garcia, 2008). Die Angaben zur Höhe der Geschlechtsdifferenzen variieren je nach untersuchter Rasse und Parität des Muttertieres zwischen 1 kg (Biswas et al., 2009) und 2 - 3 kg (Aksakal und Bayram, 2009; Berry et al., 2007; Dhakal et al., 2013; Long et al., 2012a; Uzman et al., 2010). In der Untersuchung von Maltecca et al. (2006) reduziert sich die Gewichts Differenz zwischen den Geschlechtern bei Kälbern aus Kreuzungszuchten (0,6 kg) im Vergleich zu reinrassigen HF-Kälbern (0,9-1,3 kg), was darauf hindeutet, dass auch die Rasse der Elterntiere entscheidend für die Ausprägung des fetalen Gewichts ist. Prior und Laster (1979) liefern eine mögliche Erklärung

für die Ursache der Geschlechtsdifferenzen. Sie haben in ihrer Untersuchung zur Entwicklung des bovinen Fetus einen höheren Proteingehalt und eine große Relation von Ribonukleinsäure (RNS) zu Desoxyribonukleinsäure (DNS) in männlichen Rinderfeten entdeckt, was in Assoziation zu hypertrophischen Vorgängen und einem größeren Wachstumspotential von Bullen steht.

Körte (2007) konnte keinen signifikanten Unterschied in den Geburtsgewichten von Färsen- und Bullenkälbern bei Holstein-Kühen nachweisen.

2.5.2.2. Anzahl der Nachkommen

Kälber von Bipara sind signifikant leichter als die von Unipara (Aksakal und Bayram, 2009; Atashi et al., 2012a; Dhakal et al., 2013; Gregory et al., 1996; Hossein-Zadeh, 2010b; Kertz et al., 1997; Linden et al., 2009). Die Differenzen zwischen den Geburtsgewichten eines Nachkommens im Vergleich zu Zwillingen belaufen sich in den unterschiedlichen Arbeiten und je nach Rasse auf 4,4 kg (Dhakal et al., 2013), 6,26 kg (17%) (Aksakal und Bayram, 2009), ca. 9 kg (Gregory et al., 1996; Hossein-Zadeh, 2010b) oder 15% (Kertz et al., 1997). Ursache ist laut Echternkamp und Gregory (1999) die kürzere Trächtigkeitsdauer bei Zwillingsgraviditäten.

2.5.3. Weitere Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht

Eine Vielzahl von **Missbildungen** gehen mit einer Hypertrophie des Kalbes einher und wurden bereits unter dem Punkt 1.3.2.5 abgehandelt. Diese sind entweder kongenital oder Ursache einer intrauterinen Erkrankung. Aber auch ein perinatales Versterben des Fetus in utero mit Entwicklung eines Emphysems kann Ursache der Übergröße und Dystokie sein (Purohit et al., 2012).

Bei der Anwendung neuer **Reproduktionstechniken** wie das Klonen, der In-vitro-Fertilisation und -Maturation werden häufig fetale Übergröße („Large Offspring Syndrome“), Abnormalitäten der Plazenta und andere anatomische Anomalien beobachtet (Behboodi et al., 2001; Constant et al., 2006; Drost, 2007; Farin et al., 2006).

In der Studie von Behboodi et al. (2001) weisen 48% der In-vitro-produzierten Kälber ein Geburtsgewicht von mehr als 45,0 kg unabhängig vom Geschlecht auf und sind mit durchschnittlich 47,0 kg signifikant schwerer als die In-vivo-erzeugten Nachkommen (42,3 kg). Die Autoren vermuten, dass die Ursache der fetalen Übergröße in den Kulturmedien der In-vitro-Fertilisation und In-vitro-Maturation zu suchen ist.

Constant et al. (2006) haben tragende Rinder zwischen dem 180. und 280. Trächtigkeitstag geschlachtet, um die Plazentomstrukturen von klonierten Tieren mit Hydroallantois morphologisch zu untersuchen und um Rückschlüsse auf die Ätiologie des „Large Offspring

Syndromes“ ziehen zu können. Den Autoren fielen bei Klontieren mit Hydroallantois ab dem 220. Trächtigkeitstag histologische Veränderungen an den Plazentomen auf. Außerdem haben sie festgestellt, dass bei diesen Tieren ein Zusammenhang zwischen plazentärer und fetaler Übergröße besteht, der aber vermutlich durch eine Dysfunktion der Plazenta bedingt ist. Deswegen plädieren die Autoren dafür, statt von einem „Large Offspring Syndrome“ besser von einem „Large- oder Abnormal Placenta Syndrome“ zu sprechen.

Farin et al. (2006) wiederum führen den Begriff „Abnormal Offspring Syndrome“ ein. Nach ihnen reflektiere dieser Begriff besser die Entwicklungsanomalien von Fetus und Plazenta, die in Verbindung mit In-vitro-produzierten Rinderembryonen auftreten können. Außerdem schlagen sie eine weitere Klassifizierung in Typ I-IV der Abnormitäten vor, die die Art und den Umfang der fetalen Anomalie und ihre Auswirkung auf die Geburt und die Vitalität des Kalbes beschreibt.

Es gibt unterschiedliche Publikationen zum Einfluss des **Plazentagewichts** auf das Geburtsgewicht bei Schafen, bei Kühen ist jedoch dazu nur wenig bekannt. Das Gewicht der Plazentome und die plazentäre Flüssigkeit korrelieren mit der fetalen Masse (Anthony et al., 1986b). Das Plazentagewicht bei Pferden ist nur bis 6,5 kg des fetalen Gewichts positiv korreliert, darüber hinaus nicht (Elliott et al., 2009).

Bei der Untersuchung des Einflusses der **Dauer der Trockenstehperiode** auf die Entwicklung des fetalen Gewichts stellten Atashi et al. (2013) fest, dass die Kälber von Kühen mit einer konventionellen Dauer (51-60 d) leichter sind als die Nachkommen von Kühen, die schon früher trockengestellt wurden. Kürzere Trockenstehperioden beeinflussen das Wachstum des bovinen Fetus jedoch nicht (Atashi et al., 2013; Cermakova et al., 2014).

Bei der Anwendung von **Monensin** zur Senkung der Ketoseinzidenz 50 bis 70 Tage vor der Kalbung, erhöht sich die Dystokie-Rate bei Kühen um das 2,1 fache (Melendez et al., 2006). Die Autoren vermuten neben der Verfettung maternaler Geburtswege, den verbesserten Glucose-Metabolismus des Muttertieres als Ursache. Die erhöhte Glucoseverfügbarkeit könnte nach ihnen zu einer Steigerung des fetalen Wachstums führen. Auch in der umfangreichen Metaanalyse von Duffield et al. (2008) wird das Risiko erhöhter Kälbergeburtsgewichte bei einer längeren Behandlungsdauer (≥ 21 d a.p.) mit Monensin aufgezeigt.

2.5.4. Einflussfaktor Klima auf das Kälbergeburtsgewicht

Es existieren wenige Untersuchungen zum Einfluss der Klimafaktoren auf das Wachstum und die Entwicklung des bovinen Fetus. In vielen Arbeiten jedoch werden Unterschiede im Geburtsgewicht bei Kühen mit einem Nachkommen in Abhängigkeit von der Jahreszeit

beobachtet. Häufig sind Kälber, die in den kühleren Monaten geboren wurden, schwerer (Aksakal und Bayram, 2009; Atashi et al., 2012a; Hossein-Zadeh, 2010b; Linden et al., 2009). In der Untersuchung von Aksakal und Bayram (2009) belaufen sich die Differenzen zwischen Winter- und Sommerkälber sogar auf 2,93 kg. Die Angaben für die im Herbst geborenen Kälber divergieren (Atashi et al., 2012a; Biswas et al., 2009; Hossein-Zadeh et al., 2012) und sind wahrscheinlich auch auf die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse in den jeweiligen Ländern zurückzuführen. In einer Studie von Tao et al. (2012) zur Untersuchung des Einflusses von Hitze auf die Entwicklung und das Wachstum von Färsenkälbern 45 Tage vor der Kalbung sind die Nachkommen von Kühen, die in Ställen mit Ventilatoren und Berieselungsanlagen standen, zur Geburt 6 kg schwerer (42,5 kg) im Vergleich zu den Nachkomme von hyperthermischen Tieren (36,5 kg).

Für die Erklärung der fetalen Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen gibt es unterschiedliche Hypothesen. Linden et al. (2009) vermuten, dass das Muttertier bei Hitzestress weniger Futter aufnimmt, was mit einer eingeschränkten Nährstoffversorgung des Fetus einhergeht. Colburn et al. (1997) nehmen an, dass die Durchblutung des Uterus bei kühleren Temperaturen gesteigert ist und dadurch mehr Nährstoffe zum Fetus geliefert werden. Auch Tao und Dahl (2013) mutmaßen in ihrem Review-Artikel, dass Hitzestress in der späten Trächtigkeit zur Geburt leichtgewichtigerer Kälber führt. Nach ihnen führt die geringere Uterusdurchblutung bei hohen Außentemperaturen auch zu einer eingeschränkten Entwicklung der Plazenta. Mit dem reduzierten Wachstum und der geringeren Vaskularisation der Plazenta sinkt laut den Autoren auch der Nährstoff- und Sauerstofftransport zum Fetus, was zu einer Wachstumsretardierung des Fetus führen kann. Körte (2007) bestätigt den positiven Zusammenhang zwischen uterinem Blutflussvolumen und fetaler Gewichtsentwicklung.

3. Material und Methoden

3.1. Allgemeines

3.1.1. Vorstellung des Betriebes

Die Untersuchungen werden im Zeitraum vom April 2013 bis Februar 2014 auf einem Milchviehbetrieb in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Zum Untersuchungsbeginn befinden sich 3706 Schwarzbunte Holstein-Rinder, davon 2132 abgekalbte Tiere, im Bestand. Die Kühe werden zwei- bzw. dreimal in zwei Side-by-Side Melkständen (2 x 20) an 24 Stunden täglich gemolken. Die durchschnittliche Jahresleistung beträgt 11.520 kg Milch mit einem Anteil von 3,51 % Fett und 3,06 % Eiweiß (MLP-Jahresabschluss 2013/2014). Das Erstkalbealter beträgt durchschnittlich 22,3 Monate. Die Tiere werden ausschließlich künstlich besamt. Um den Zeitpunkt der Kalbung (Trockensteher, Vorbereiter und Frischmelker) sind die Rinder in einen eigenen Transitstall mit separatem Melkstand (2 x 12, Side-by-Side) untergebracht. Dieser TMF (Transition Management Facility) -Stall ist ein 220 m langer Laufstall mit Sandliegeboxen und planbefestigten Betonboden. Die Kühe verlassen diesen circa zwei Wochen nach der Kalbung und nach erfolgter Gesundheitskontrolle und wechseln in die Ställe mit den Hochleistungsgruppen.

Im Untersuchungszeitraum werden 1949 Abkalbungen über das ganze Jahr verteilt begleitet. Der Anteil tot geborener Kälber beträgt 5,8 % und die Schweregeburtenrate (definiert als Score ≥ 2 von 4) beläuft sich auf 35,8 %. Das durchschnittliche Kälbergewicht bei Einlingsgeburten beträgt im Untersuchungszeitraum 43,8 kg.

3.1.1.1. TMF

3.1.1.1.1. Trockenstehergruppe

Die Kühe werden i.d.R. sechs bis acht Wochen vor dem errechneten Kalbetermin in den TMF-Stall umgetrieben und dort im Melkstand antibiotisch trockengestellt. Kühe mit chronischer Mastitis, schwerer Lahmheit und bzw. oder geringer Milchleistung werden auch früher in die Trockenstehgruppen verbracht. Die Trockensteher bekommen einmal am Tag eine energiearme und rohfaserreiche TMR gefüttert, die ihnen alle zwei Stunden vorgelegt wird.

Die Aufenthaltsdauer in diesen Gruppen ergibt die Länge der Trockensteherperiode 1 (TS 1).

3.1.1.1.2. Vorbereitergruppe (Close-Up)

Die trockengestellten Kühe wechseln mit einer Tragezeit von 265 Tagen in die Gruppe der Vorbereiter. Die Färsen werden spätestens mit Erreichen des 264. Trächtigkeitstages in eine separate Close-Up-Gruppe im Transitstall umgetrieben. Allen Vorbereitern wird einmal täglich eine energiereichere TMR angeboten. Zusätzlich werden Propylenglykol zur Ketoseprophylaxe und anionische Salze zur Gebärpäreseprophylaxe eingesetzt. Dazu werden dreimal die Woche die Harn-pH-Werte mittels Teststreifen kontrolliert.

Der Zeitpunkt des Umstallens in die Close-Up-Gruppe und der Verbleib bis zur Kalbung ergibt die Trockenstehperiode 2 (TS 2).

3.1.1.1.3. Kalbung

Die Kälbergeburten finden das ganze Jahr über verteilt im Abkalbebereich des Transitstalls statt. Die Tiere werden zur ungestörten Kalbung in saubere, desinfizierte und frisch eingestreute Einzelboxen umgetrieben. Die Boxen verfügen über ein Headlock, das für die routinemäßige vaginale Untersuchung und für die Anwendung von Geburtshilfe genutzt wird. Zur Vermeidung der Übertragung von Krankheiten sind die Boxen der Kühe von denen der Erstlaktierenden räumlich getrennt. Die Überwachung der Kalbungen erfolgt nach dem Dreischichtsystem durch Abkalber und Melker:

- Frühschicht: 06:00 - 14:00 Uhr
- Spätschicht: 14:00 - 22:00 Uhr
- Nachtschicht: 22:00 - 06:00 Uhr

In der Frühschicht ist ein Abkalber eingesetzt, der sowohl für die Kalbungen als auch für das Säubern und Vorbereiten des Abkalbebereiches für die nachfolgenden Schichten verantwortlich ist. Zwischen 14:00 und 16:00 Uhr überwacht ein anderer Mitarbeiter des TMF-Stalls die kalbenden Tiere. Um 16:00 erfolgt die Übergabe an das Melkpersonal des Transitstalls. Das ist neben dem Melken außerdem für die Kalbungen zuständig.

3.1.1.1.4. Frischmelkergruppe auf Stroh

Unmittelbar nach der Kalbung werden die pluriparen Kühe in ein großzügig mit Stroh eingestreutes Stallabteil gebracht. Dort verbleiben sie so lange, bis keine Hemmstoffe mehr in der Milch nachweisbar sind. Zusätzlich befinden sich in diesem Stallabteil die Tiere, die mit Medikamenten behandelt werden, für die eine Wartezeit auf Milch einzuhalten ist. Staphylococcus aureus-positive Kühe verbleiben unabhängig vom Ergebnis des Hemmstoff-Tests ebenfalls in dieser Gruppe und wechseln i.d.R. am 5. Tag p.p. zurück in ihr eigenes Stallabteil. Jeden Tag findet eine Gesundheitskontrolle und in Absprache mit dem Tierarzt eine Behandlung der Rinder statt.

3.1.1.1.5. Frischmelkergruppen

Es existieren zwei Frischmelkergruppen, getrennt nach Kühen und Erstlaktierenden, in denen sie etwa zwei Wochen verbleiben. Alle Tiere werden täglich untersucht und ebenfalls in Absprache mit dem zuständigen Tierarzt behandelt. Das Tier-Fressplatz-Verhältnis beträgt in beiden Gruppen $> 1,2$ (36 Plätze, 85% Auslastung), um eine ausreichende Futteraufnahme zu gewährleisten. Die Fütterung ist auf die Anpassung an die Hochleistungsration in den Folgegruppen ausgelegt.

3.1.1.2. Hochleistungs-, Staphylokokkus aureus- und Altmelkergruppe

Es gibt zwei Hochleistungsgruppen, in die die Kühe nach Verlassen des Transitstalls gebracht werden. Diese Gruppen werden dreimal, alle anderen zweimal, täglich gemolken. Außerdem existieren eine Altmelkergruppe und sieben weitere Abteile mit Tieren in unterschiedlichen Reproduktionsstadien. In einem separaten Stallabteil stehen davon die Tiere, die positiv auf Staphylococcus aureus getestet wurden und die das Schlusslicht jedes Melkdurchgangs bilden. Alle zehn Gruppen sind in zwei Laufställen untergebracht, deren Boxen wöchentlich mit Gülleseparat und Stroh eingestreut werden. Den Kühen wird zweimal täglich eine TMR gefüttert, die mehrmals am Tag vorgelegt wird. In allen Gruppen findet die tägliche Brunstbeobachtung, künstliche Besamung und die wöchentliche Trächtigkeitsuntersuchung mittels Sonographie statt.

3.1.1.3. Mastitisgruppe

Werden beim Vormelken Flocken bzw. sinnfällig veränderte Milch festgestellt, so wird die betreffende Kuh in eine separate Gruppe umgestellt. Die Tiere dieser Gruppe werden im zweiten Melkstand im Transitstall getrennt von dem Rest der Herde gemolken und dort auch lokal behandelt. Sie bleiben bis zum Abschluss der Behandlung und anschließenden Feststellung des negativen Ergebnisses des Hemmstofftests in diesem Stallabteil.

3.1.1.4. Kälber

Das Kalb wird dem Muttertier unmittelbar nach der Geburt entzogen und in eine separate Strohbox mit Rotlicht untergebracht. Dort wird es mit Handtüchern trockengerieben und der Nabel sorgfältig mit Povidon-Jod (Braunol®, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) desinfiziert. Jedes Kalb wird einmalig innerhalb von einer Stunde mit 4 Liter Kolostrum des Muttertieres gedrencht. Hat die Kuh keine bzw. nicht genügend Milch wird 1-2 Tage altes Kolostrum von guter Qualität (Dichte > 1045) aus dem Kühlschrank erwärmt. Am nächsten Morgen werden bei allen Nachkommen Ohrmarken eingezogen und den weiblichen Kälbern zusätzlich 5 ml Eisen (belfer®, Bela-Pharm GmbH & Co. KG, Vechta) intramuskulär zur

Anämieprophylaxe injiziert. Die Kälber werden anschließend in den Kälberstall umquartiert und getrennt nach Geschlecht in Einzelboxen und nach einem festgelegten Tränkeplan aufgezogen. Nach 2 Wochen werden die Bullen an einen Mastbetrieb verkauft. Die weiblichen Kälber verbleiben im Betrieb und werden erst in kleineren und später in großen Gruppen bis zum Erreichen des besamungswürdigen Alters im Jungviehstall aufgezogen.

3.1.2. Besamungsmanagement

Die Brunstbeobachtung findet im Betrieb durch zwei angestellte Besamer einmal täglich statt. Als Hilfsmittel dient dabei der Aufsprungsdetektor Tail painting. Zur Verbesserung der Brunsterkennung und Brunstnutzung wurden im Untersuchungszeitraum die Synchronisationsprogramme Präsynch, Ovsynch und Doppel-Ovsynch angewendet. Die Bullenauswahl findet durch die Herdenmanager anhand betriebsinterner Kriterien statt. Das durchschnittliche Erstbesamungsalter lag im Untersuchungszeitraum bei ca. 13 Monaten. Die Jungtiere sollten in diesem Alter als betriebsinterne Voraussetzungen für die erste Besamung ein Stockmaß von etwa 1,40 m und ein Gewicht von 400 kg haben. Seit dem Spätsommer werden regelmäßig Messungen im Jungviehstall durchgeführt, um diese Kriterien zu verifizieren.

3.2. Datenerhebung Kalbung, Probenentnahme und -untersuchung

3.2.1. Untersuchungszeitraum und Studientiere

Die Untersuchung findet zwischen dem 04.04.2013 und dem 28.02.2014 statt. Alle Tiere, die in diesem Zeitraum kalben, werden als Probanden in der Studie und in der Probengewinnung berücksichtigt. Ausgeschlossen werden lediglich die Staphylokokkus aureus-positiven Tiere, da diese i.d.R. bereits nach fünf Tagen ausgestallt werden und somit aus dem Probenschema fallen.

Im Untersuchungszeitraum werden 1.949 Tiere beprobt.

3.2.2. Probenplan

Von allen Probanden werden zu definierten Zeitpunkten Blutproben entnommen und die Kondition mittels der Messung der Rückenfettdicke bestimmt. Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Art und den Zeitpunkt der Probenentnahmen.

Tabelle 13: Probenplan

Zeitpunkt	RFD	Blutprobe	Kalbeparameter
6-8 Wochen a.p. (TS 1 Pluripara)	x		
3-4 Wochen a.p. (TS 2 Pluripara)*	x		
2 Wochen a.p. (TS 2 Pluripara)		x	
2 Wochen a.p. (TS 2 Primipara)	x	x	
Kalbung (Tag 0)	x	x	x

RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2,
* = Messung erst ab Juli / 2013

3.2.3. Datenerhebung Kalbung

3.2.3.1. Geburtsüberwachung und Kalbmanagement

Im Transitstall findet die Geburtsüberwachung an 24 h täglich statt. Dazu werden halbstündlich Rundgänge durch die Vorbereiter- und Trockenstehergruppen unternommen und dabei auf deutliche Geburtsanzeichen (abgestellter Schwanz, Milchfluss, schleimig-blutiger Ausfluss aus der Vagina oder äußerlich sichtbare Fruchtblasen bzw. Fruchtteile) geachtet. Befindet sich ein Tier in Geburt, wird es vom Rest der Herde separiert und in eine mit Stroh eingestreute Einzelbox in den Abkalbebereich des Transitstalls umgetrieben. Dort findet die vaginale Untersuchung statt. Dabei werden immer Einmal-Besamungshandschuhe getragen, um eine Kontamination des Uterus zu vermeiden. Vorher wird der Schambereich der Kuh sehr gründlich mit einer Bürste und lauwarmen Wasser mit ca. 150 ml Braunol®-Zusatz gereinigt. Bei der manuellen Kontrolle wird der Öffnungsgrad der Cervix, die Lage (L), Stellung (S) und Haltung (H) sowie die Größe und die Vitalität des Kalbes beurteilt. Befindet sich das Kalb in der physiologischen Vorderendlage, oberen Stellung und gestreckten Haltung bekommt die Kuh Zeit, um ungestört abzukalben. Dabei steht sie fortlaufend unter Beobachtung. Ist der Cervixkanal zu eng, werden dem Tier 10 ml Denaverinhydrochlorid (Sensiblex®, Veyx-Pharma GmbH, Schwarzenborn) intramuskulär injiziert. Nach Ablauf einer definierten Zeitspanne (i.d.R. 1,5-2 h) bzw. wenn kein Fortschritt beim Geburtsvorgang zu beobachten ist, wird in den Geburtsverlauf helfend eingegriffen. Unter Beachtung der hygienischen Regeln (nochmaliges gründliches Waschen der Vulva und Umgebung, Tragen von Handschuhen und Desinfektion der benötigten Instrumente) und Anwendung von ausreichend Gleitgel (MS Lubricant, Schippers GmbH, Kerken) wird Geburtshilfe angewendet.

Im Fall von LSH-Anomalien wird das Kalb in die physiologische Geburtsposition gebracht und je nach Situation entweder sofort mittels Zughilfe entwickelt oder von der Kuh ohne weitere Anwendung von Hilfe geboren. Handelt es sich um eine Zwillinggeburt oder um ein Kalb in Hinterendlage wird die Zughilfe standardmäßig mittels Geburtsketten oder in schweren Fällen mit dem mechanischen Geburtshelfer vorsichtig angewandt. Kann das Kalb nicht durch eine Person des Transitstalls entwickelt werden, wird der Tierarzt gerufen. Auch im Fall von Torsio uteri oder einem absolut zu großem Kalb wird sofort der Tierarzt informiert.

Nach der Kalbung separiert man Muttertier und Kalb. Bevor das Kalb in eine Einzelbox verbracht wird, wird der Nabel desinfiziert und das Gewicht des Kalbes mit anheftendem Fruchtwasser auf einer geeichten Waage ermittelt. Die Kuh wird in einen separaten Headlock umgetrieben. Dort versichert man sich zunächst, unter Einhaltung der hygienischen Regelungen, dass sich kein zweites Kalb im Geburtsweg befindet. Dann werden ihr ca. 500 ml Propylenglykol zur Ketoseprophylaxe und ab der 2. Laktation zusätzlich ein Calcium-Bolus (Bovicalc®, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Deutschland) zur Gebärpareseprophylaxe eingegeben. Bei Zwillinggeburten bekommt die Kuh zusätzlich eine Calcium-Infusion (CalciLift® forte, Albrecht GmbH, Aulendorf) und 40 l handwarmes Wasser mit Luzernemehl gedrencht. Anschließend wird sie mittels Kannenmelkanlage gemolken und in die Frischmelkergruppe getrieben.

3.2.3.2. Erfassung der Kalbedaten

Jede Kalbung wird in einem vorgefertigten Protokoll dokumentiert. In diesem werden das Datum und die Uhrzeit der Kalbung sowie die Stall-, die Ohrmarken- und die Laktationsnummer des Rindes erfasst. Das Geschlecht des Kalbes und der Geburtsverlauf werden mittels eines Schlüssels dokumentiert. Darüber hinaus werden das ermittelte Kälbergeburtsgewicht, die Kolostrummenge, die Drenchzeit, Totgeburten, der Name der für die Kalbung verantwortlichen Person und Bemerkungen notiert. In Tabelle 14 sind die verwendeten Zifferncodes und die inhaltliche Beschreibung der Protokolldaten aufgeführt.

Als Totgeburt ist der Abgang einer toten vollentwickelten oder innerhalb von 30 Minuten verendeten Frucht definiert.

Tabelle 14: Beschreibung und Methoden zur Erhebung der Kalbedaten

Kalbeparameter	Beschreibung, Zifferncodes, Messverfahren
Kuhnummer	Vierstellige Stallnummer (weiße Ohrmarke)
Ohrmarke	Zehnstellige Ohrmarkennummer (gelbe Ohrmarke)
Laktation	Laktationszahl (von separater Liste ablesen, hängt aus)
Datum, Kalbezeit	Kalenderdatum, Uhrzeit Kalbung (hh:mm)
Kalbgeschlecht	1: männlich 2: weiblich
Geburtsverlauf	0: unbeobachtete Kalbung in der Gruppe, keine Hilfe 1: leichte Geburt ohne Hilfe, beobachtet 2: mäßig schwere Geburt, Anwendung manueller Geburtshilfe durch eine Person 3: sehr schwere Geburt, Benutzung des mechanischen Geburtshelfers, Hilfe durch \geq zwei Personen 4: Kaiserschnitt, Geburtshilfe durch Tierarzt
Drenchzeit	Uhrzeit zu der das Kalb gedrencht wird (hh:mm)
Kalbgewicht	Erfassung des Gewichts des Kalbes auf kalibrierter Waage
Totgeburt	tot geboren oder innerhalb von 30 min. verendet
Kolostrummenge	Ablesung der Literzahl gemolkener Kolostralmilch mittels Kannenmelkanlage
Kalbepersonal	Name der für die Kalbung verantwortlichen Person(en)
Bemerkung	Boxnummer in die das Kalb verbracht wurde, Besonderheiten des Geburtsverlaufes (z. B. LSH-Anomalien), Medikamentengabe, Totgeburt, Zwillingengeburt

3.2.4. Probenentnahme und Messung der Rückenfettdicke

Die Entnahme der Blutproben erfolgt durch Punktion der A. bzw. V. coccygea mediana unter Verwendung steriler Einmalkanülen (Sterican®, \varnothing 1,20 x 40 mm, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) und 9 ml Serumröhrchen (Monovette® 9ml Z, SARSTEDT AG & Co., Nümbrecht). Die Proben der Vorbereiterkühe (Ca v, P v, BHB v und NEFA v) werden einmal wöchentlich zum Zeitpunkt des Umstallens (i.d.R. zwischen 10-12 Uhr) entnommen. Am Tag der Kalbung erfolgt die Blutprobennahme (Ca 0, P 0, BHB 0 und NEFA 0) circa 10-15 min post partum und unmittelbar vor der Gabe von Calcium als Bolus oder als Infusionslösung.

Die Bestimmung der Rückenfettdicke erfolgt unter Verwendung eines transportablen Sonographiegerätes (Tringa linear, Esaote premedical) und 70%igem Ethanol als Ankopplungsmittel zwischen dem Ultraschallkopf und der behaarten Haut. Die Messung erfolgt nach der von Staufenbiel (1992) entwickelten Methode auf der rechten Körperseite

eine Hand breit kranial des Sitzbeinhöckers auf einer gedachten Linie zwischen Tuber coxae und Tuber ischiadicum. Die Rückenfettdicke der Pluripara wird zum Zeitpunkt des Trockenstellens (RFD TS 1) und einen Tag nach der Kalbung (RFD Kalbung) gemessen. Zusätzlich wird ab Juli 2013 im Zusammenhang der Ermittlung der Risikotiere für die Gabe von Kexxtone® die Rückenfettdicke bei den trockenstehenden Pluripara gemessen, die sich zwischen dem 249. bis 255. Trächtigkeitstag befinden (RFD TS 2). Die Kondition der Primipara wird erstmalig zum Zeitpunkt des Einstellens in die separate Vorbereitergruppe des TMF-Stalls etwa 2 Wochen a.p. überprüft.

3.2.5. Probenaufbereitung

Nach der Entnahme der Blutproben ist für die Probenröhrchen eine Ruhezeit von mindestens einer halben Stunde bis zum Eintritt der Koagulation einzuhalten. Anschließend werden sie für 10 Minuten bei 4000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert (Labofuge 200, Heraeus Sepatech). Das überstehende Serum wird abpipettiert (Transferpipette® 3,5 ml, SARSTEDT AG & Co., Nümbrecht) und in die entsprechend beschrifteten Röhrchen (5 ml Röhrchen®, SARSTEDT AG & Co., Nümbrecht) abgefüllt. Bis zur weiteren Diagnostik werden diese bei -20°C eingefroren.

3.2.6. Probenanalyse

Die eingefrorenen Blutserumproben werden im Labor der Klauentierklinik der Freien Universität Berlin über 24 h im Kühlschrank aufgetaut und auf den Gehalt an Calcium, Phosphor, β -Hydroxybutyrat (BHB) und freien nicht veresterten Fettsäuren (Non Esterified Fatty Acids, NEFA) untersucht. In Tabelle 15 wird ersichtlich nach welcher Methode und mit Hilfe welchen Gerätes die Parameter analysiert werden.

Tabelle 15: Messverfahren und Referenzwerte der Blutparameter

Blutparameter	Analysegerät	Analysemethode
Calcium	AAS-Spektrometer Solar M6	Atomabsorptionsspektrometrie
Phosphor	Cobas Mira Plus® (Fa. Roche)	Enzymatisch
BHB	Cobas Mira Plus® (Fa. Roche), Randox Testkit	Enzymatisch-kinetisch
NEFA	Cobas Mira Plus® (Fa. Roche)	Kolorimetrisch

AAS = Atomabsorption, BHB = β -Hydroxybutyrat, NEFA = Freie Fettsäuren

Das Ablesen der Rückenfettdecke am transportablen Ultraschallgerät erfolgt am unteren Rand der tiefen Faszie, die sich als echoreiche Linie darstellt. Die Angaben erfolgen in Millimeter.

3.3. Erhebung der Herdendaten

Neben der Erhebung der Kalbedaten, der Erfassung der Rückenfettdicken und den Laborergebnissen der Blutprobenanalysen werden zusätzliche Herdendaten für die statistischen Auswertungen bzw. für die Berechnung weiterer Untersuchungsgrößen aufgenommen. Dazu zählen überwiegend weitere Kalbe- und Reproduktionsdaten für die das Herdenmanagementprogramm DairyComp 305 (Valley Agricultural Software, USA) genutzt wird. Tabelle 16 gibt einen Überblick über die erfassten Daten.

Tabelle 16: Überblick über die erfassten Herdendaten aus DairyCOMP 305

Bereich	Herdendaten
Kalbung	Name des Besamungsbullen (Kalbvater), TS 1- und TS 2-Datum
Reproduktion	Besamungsdatum, Konzeptionsdatum
Vorlaktation	Konzeptionsdatum, Kalbedatum
Sonstiges	Kexxtone®-Gabe, Geburtsdatum Färse

TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2

Die in Tabelle 16 angeführten Herdendaten werden für die Berechnung von weiteren Untersuchungsparametern in Microsoft® Excel verwendet. Tabelle 17 zeigt die angewandten Formeln für die Variablenberechnung.

Tabelle 17: Überblick über die verwendeten Formeln zur Berechnung weiterer Variablen

Variable	Formel
EKA (in d)	Tage 360(Geburtsdatum Färse; Kalbedatum)
EKA (in m)	EKA (in d)/30
Tragezeit	Tage 360(Besamungsdatum; Kalbedatum)
Dauer TS 1	Tage 360(TS 1-Datum; TS 2-Datum)
Dauer TS 2	Tage 360(TS 2-Datum; Kalbedatum)
Dauer TS gesamt	Tage 360(TS 1-Datum; Kalbedatum)
ZTZ	Tage 360(Kalbedatum Vorlaktation; Konzeptionsdatum aktueller Laktation)
ZKZ	Tage 360(Kalbedatum Vorlaktation; Kalbedatum aktueller Laktation)

EKA = Erstkalbealter, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit

3.4. Statistische Auswertungen

Für die Erfassung der Kalbe- und Herdendaten wird das Programm Microsoft® Excel benutzt (Microsoft® Office Excel 97-2003). Die Datenauswertung und –analyse erfolgt mit SPSS 22 (IBM SPSS Statistics 22 für Windows). Das erwünschte Level der Signifikanz (α) wird auf 5% ($p < 0,05$) festgelegt.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik werden für alle relevanten nominal- und ordinalskalierten Variablen die Häufigkeiten und die Gesamtanzahl ermittelt. Für die intervallskalierten Parameter wird zunächst der Test auf Normalverteilung mittels visueller Prüfung anhand des Histogramms getestet. Sofern die Ähnlichkeit mit einer symmetrischen, eingipfligen Glockenkurve hinreichend groß ist, sich der Median und Mittelwert sehr ähneln und mehr als 90% der Fläche der Histogrammbalken unter der Normalverteilungskurve liegen, wird von einer Normalverteilung ausgegangen. Die normalverteilten Untersuchungsgrößen werden mit dem Mittelwert, der Standardabweichung, den Minimum- und Maximumwerten und der Gesamtanzahl beschrieben. Für die nicht-normalverteilten Variablen werden der Median, die Quartile und ebenfalls die Werte für Minimum, Maximum und der Gesamtanzahl angegeben. Außerdem wird der Datensatz um nicht-biologisch sinnvolle Parameter bereinigt. Für einige Untersuchungsgrößen ist die Zusammenfassung in Kategorien sinnvoll. Ein Verweis und die dazugehörige Beschreibung erfolgt in dem entsprechenden Kapitel des Ergebnisteils (Punkt 4).

Anschließend werden die Korrelationen und Zusammenhänge der Untersuchungsparameter mit Hilfe geeigneter statistischer Methoden berechnet, die im Folgenden kurz näher erläutert werden:

a) Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Tot- und Schweregeburtenrate

Die Untersuchung der Assoziation zwischen den binären Untersuchungsgrößen Schwer- und Totgeburten mit kategorischen nominal- oder ordinalskalierten Variablen erfolgt mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests. Im Fall der Betrachtung von zwei dichotomen Parametern wird die Signifikanzprüfung nach dem Fisher-Exakter-Test angewendet. Für den Vergleich der Schwer- bzw. Totgeburten mit einer intervallskalierten Variable wird die einfache logistische Regression durchgeführt.

Im Anschluss wird für die signifikanten Einflussgrößen der Schwer- bzw. Totgeburten eine multivariable logistische Regressionsanalyse mittels der Einschlussmethode „Vorwärts (Wald)“ angefertigt. Die Voraussage des Ergebniswertes erfolgt für Primi- und Pluripara getrennt.

b) Untersuchung der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewichts

Die Korrelation zwischen dem Kälbergeburtsgewicht und nicht-normalverteilten intervallskalierten Variablen wird mit Hilfe des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet. Die Korrelationsanalyse von zwei normalverteilten metrischen Parametern erfolgt anhand des Rangkorrelationskoeffizienten nach Pearson. Für die Beurteilung der Stärke der Korrelation wird die Einteilung nach Brosius (2013) verwendet:

- = 0: keine Korrelation
- > 0 – 0,2: sehr schwache Korrelation
- > 0,2 – 0,4: schwache Korrelation
- > 0,4 – 0,6: mittlere Korrelation
- > 0,6 – 0,8: starke Korrelation
- > 0,8 - < 1: sehr starke Korrelation
- = 1: perfekte Korrelation

Zusätzlich werden zur Visualisierung bestehender Zusammenhänge und deren Form Streudiagramme mit Regressionsgeraden erstellt.

Für den Vergleich der Mittelwerte der normalverteilten metrischen Variable (Kälbergeburtsgewicht) und einer dichotomen nominal- oder ordinalskalierten Untersuchungsgröße wird ein T-Test durchgeführt.

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Kälbergeburtsgewicht und einer unabhängigen Variable mit mehr als zwei Kategorien erfolgt mittels ANOVA (einfaktorieller Varianzanalyse). Dabei wird mit Hilfe der Levene-Statistik auf Varianzhomogenität getestet. Bei bestehender Varianzungleichheit wird der Test nach Aspin-Welch angewendet. Werden signifikante Abweichungen zwischen den Mittelwerten der Untersuchungsparameter festgestellt, werden Post-hoc-Mehrfachvergleiche berechnet. Bei gleichen Varianzen werden die Mehrfachvergleichstests über die Methode von LSD (Least significant difference) und Bonferroni durchgeführt. Kann keine Varianz-Gleichheit angenommen werden, kommt der T2-Test von Tamhane zur Anwendung.

Abschließend wird eine multivariable lineare Regressionsanalyse für die signifikanten Einflussfaktoren des Kälbergeburtsgewichts, getrennt nach Primi- und Pluripara, durchgeführt. Dazu wird eine schrittweise manuelle Vorwärtsselektion der Variablen vorgenommen, die mit dem neonatalen Gewicht im Zusammenhang stehen. Signifikante Untersuchungsgrößen bleiben Bestandteil der Regressionsberechnung und nicht signifikante Parameter werden manuell eliminiert. Außerdem erfolgt eine graphische Auswertung, in der das Standardresiduum und der Vorhersagewert verglichen und Ausreißer betrachtet und hinterfragt werden.

4. Ergebnisse

4.1. Deskriptive Statistik

4.1.1. Studentiere nach Laktationszahl

Tabelle 18 zeigt die Anzahl der Studentiere nach der Laktationszahl. Im Untersuchungszeitraum befinden sich Tiere der Laktationsnummer 1 bis 11 im Betrieb. Der Anteil an Erst- und Zweitlaktierenden ist in etwa gleich und macht zusammen mehr als die Hälfte der Untersuchungstiere aus. Bei fast 10% der Probanden handelt es sich um ältere Kühe, die der Laktation ≥ 5 angehören.

Tabelle 18: Anzahl Studentiere nach Laktationsnummern

Laktation	n	%	kum. %
1. Laktation	509	26,1	26,1
2. Laktation	517	26,5	52,6
3. Laktation	427	21,9	74,6
4. Laktation	307	15,8	90,3
5. Laktation	101	5,2	95,5
6. Laktation	62	3,2	98,7
7. Laktation	16	0,8	99,5
8. Laktation	7	0,4	99,8
9. Laktation	1	0,1	99,9
11. Laktation	2	0,1	100,0
Gesamt	1949	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.2. Kalbeparameter

In der Tabelle 19 sind die Anzahl der Kalbungen nach Häufigkeiten der Einlings- und Mehrlingsgeburten, nach Kalbgeschlecht, nach Geburtsausgang und nach Kalbeverlauf dargestellt.

Im Untersuchungszeitraum werden 1949 Kälbergeburten beobachtet und 2027 Kälber geboren. Die Zwillingsgeburtenrate beträgt 4,0%. Der Anteil der Bullenkälber ist mit 51,1% etwas höher. Bei knapp der Hälfte der Mehrlingskalbungen (n = 37) handelt es sich um die Geburt eines zweigeschlechtlichen Zwillingspärchens.

Für den Zeitraum April 2013 bis Februar 2014 beträgt die Totgeburtenrate des Untersuchungsbetriebs 5,7%. Rechnet man noch die 7 toten Kälber aus den Zwillingsgeburten hinzu, erhöht sie sich auf 6,1%.

Im letzten Abschnitt der Tabelle 19 sind die Kalbeverläufe nach Kategorien angeführt. Bei Zwillingsgeburten mit unterschiedlichem Kalbeverlauf zählt der höhere Schwierigkeitsgrad.

64,2% der Tiere haben problemlos ohne Geburtshilfe gekalbt, davon 13,0% unbeobachtet in der Vorbereitungsgruppe. 11,3% der Kalbungen werden im Untersuchungszeitraum als sehr schwere Geburtsverläufe (≥ 3) klassifiziert. Jedoch wird in nur fünf Fällen die Hilfe des Tierarztes hinzugezogen.

Tabelle 19: Häufigkeitstabelle der untersuchten Kalbeparameter

Untersuchungsvariable	n	%	kum. %
Kalbanzahl			
Einlingsgeburten	1871	96,0	96,0
Zwillingsgeburten	78	4,0	100,0
Gesamt	1949	100,0	
Kalbgeschlecht			
Weiblich	914	47,0	47,0
Männlich	995	51,1	98,1
Weiblich und männlich	37	1,9	100,0
Gesamt	1946	100,0	
Anzahl Kalbungen			
Lebendgeburten	1830	93,9	93,9
Totgeburten	112	5,7	99,6
eine Lebend- und eine Totgeburt	7	0,4	100,0
Gesamt	1949	100,0	
Kalbeverläufe			
0	253	13,0	13,0
1	997	51,2	64,2
2	478	24,5	88,7
3	215	11,0	99,7
4	5	0,3	100,0
Gesamt	1948	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

0: unbeobachtete Kalbung in der Gruppe, keine Hilfe

1: leichte Geburt ohne Hilfe, beobachtet

2: mäßig leichte Geburt, Anwendung von manueller Geburtshilfe durch eine Person

3: Schweregeburt, Benutzung von mechanischen Geburtshilfen durch \geq zwei Personen

4: Schweregeburt mit Hinzuziehen des Tierarztes, Sectio caesarea

4.1.3. Kalbungen nach Monaten

Tabelle 20 gibt die Anzahl der Kälbergeburten nach Monaten wieder. Kalbungen finden im Untersuchungsbetrieb das ganze Jahr über verteilt statt. Im August 2013 und Januar 2014 werden die meisten Kälber (≥ 210 Kalbungen/Monat) geboren. Im Juni und Juli 2013 sowie im Februar 2014 hingegen die wenigsten (≤ 150 Kalbungen/Monat).

Tabelle 20: Anzahl Kalbungen nach Monaten

Kalbemonat	n	%	kum. %
Apr 2013	160	8,2	8,2
Mai 2013	190	9,7	18,0
Jun 2013	150	7,7	25,7
Jul 2013	144	7,4	33,0
Aug 2013	219	11,2	44,3
Sep 2013	176	9,0	53,3
Okt 2013	197	10,1	63,4
Nov 2013	188	9,6	73,1
Dez 2013	182	9,3	82,4
Jan 2014	214	11,0	93,4
Feb 2014	129	6,6	100,0
Gesamt	1949	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.4. Kalbungen nach Jahreszeiten

In Tabelle 21 ist die Anzahl der Kälbergeburten nach Jahreszeiten aufgeführt. Dabei gilt folgende Festlegung:

Frühling: März - Mai

Sommer: Juni - August

Herbst: September - November

Winter: Dezember - Februar

Im Frühling 2013 werden auf Grund des elfmonatigen Untersuchungszeitraums (April 2013 - Februar 2014) die wenigsten Kalbungen beobachtet. In den übrigen Jahreszeiten ist die Anzahl der Kälbergeburten in etwa gleich.

Tabelle 21: Anzahl Kalbungen nach Jahreszeiten

Kalbesaison	n	%	kum. %
Frühling 2013	350	18,0	18,0
Sommer 2013	513	26,3	44,3
Herbst 2013	561	28,8	73,1
Winter 2013/14	525	26,9	100,0
Gesamt	1949	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.5. Konzeptionsmonat

Äquivalent der Anzahl der Kalbungen pro Monat stellt sich die Verteilung der Konzeptionen der Studientiere auf die Kalendermonate dar (Tabelle 22). Im Mai 2013 sind die wenigsten Konzeptionen erfolgt (n = 116 Konzeptionen/Monat) und im November 2012 die meisten (n = 219 Konzeptionen/Monat).

Im Juni 2013 werden auf Grund des elfmonatigen Beobachtungszeitraums nur für drei Tiere die Konzeptionszeiten erfasst und für spätere Analysen dem Monat Mai 2013 hinzugerechnet.

Tabelle 22: Anzahl Konzeptionen nach Monaten

Konzeptionsmonat	n	%	kum.%
Jul 2012	173	8,9	53,9
Aug 2012	197	10,1	64,0
Sep 2012	143	7,3	71,4
Okt 2012	159	8,2	79,5
Nov 2012	219	11,2	90,8
Dez 2012	180	9,2	100,0
Jan 2013	202	10,4	10,4
Feb 2013	172	8,8	19,2
Mrz 2013	177	9,1	28,3
Apr 2013	208	10,7	38,9
Mai 2013	116	6,0	44,9
Jun 2013	3	0,2	45,0
Gesamt	1949	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.6. Kalbungen nach Schichten

Das Kalbmanagement erfolgt nach einem Drei-Schichtsystem. Für Kälbergeburten in der Frühschicht und das Säubern des Kalbebereiches ist bis 16 Uhr eigenes Kalbepersonal verantwortlich. Kalbungen in der Spät- und Nachtschicht werden vom Melkpersonal betreut.

Tabelle 23 zeigt, dass im Untersuchungszeitraum fast 50% der Kälber in der Zeit zwischen 06:00 und 16:00 Uhr geboren werden. Der Anteil der in der Spät- und Nachtschicht erfolgten Kalbungen ist annähernd gleich. Die wenigsten Geburten im Untersuchungszeitraum erfolgen nachts (25,7%).

Tabelle 23: Anzahl Kalbungen nach Schichten

Kalbeschicht	n	%	kum. %
Frühschicht	935	48,0	48,0
Spätschicht	514	26,4	74,3
Nachtschicht	500	25,7	100,0
Gesamt	1949	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.7. Anzahl Geburten nach Personal

In Tabelle 24 ist die Anzahl der Kälbergeburten nach den jeweils für die Kalbung verantwortlichen Personen dargestellt. Im Kalbebereich des Untersuchungsbetriebes arbeiten zwei Herdenmanager (A, G), angestelltes Kalbepersonal (n = 7), Praktikanten (K) und Mitarbeiter, die nur vertretungsweise aushelfen (L). Person H und F haben mit 18,5% und 16,1% der Kälbergeburten die meisten Kalbungen im Untersuchungszeitraum betreut. Am dritthäufigsten (13,5%) sind Praktikanten (K) zuständig. Eingriffe durch den Tierarzt (M) hingegen sind sehr selten (0,3%). Dieser wird im Beobachtungszeitraum beim Auftreten nicht reponierbarer Torsio uteri bzw. bei der Notwendigkeit eines Kaiserschnittes hinzugezogen.

Tabelle 24: Anzahl Kalbungen nach Personal

Person	n	%	kum. %
A	94	4,8	4,8
B	57	2,9	7,8
C	104	5,3	13,1
D	204	10,5	23,6
E	214	11,0	34,6
F	313	16,1	50,7
G	73	3,8	54,4
H	361	18,6	73,0
I	155	8,0	81,0
J	70	3,6	84,6
K	263	13,5	98,1
L	31	1,6	99,7
M	6	0,3	100,0
Gesamt	1945	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.8. Kexxtone®

In der Zeit von Juli 2013 bis Februar 2014 erhalten 404 Pluripara einen Kexxtone®-Bolus (Tabelle 25). Als Kriterien für den Einsatz der Boli dienen das Laktationsalter und die

Kondition der Tiere, die sonographisch über die Rückenfettdicke bestimmt wird. Der Kuh wird ein Bolus verabreicht, wenn sie sich zwischen dem 249. und 255. Trächtigkeitstag befindet und eines der folgenden Merkmale zutrifft:

- Laktationszahl ≥ 3
- Rückenfettdicke ≥ 25 mm
- Rückenfettdicke ≤ 10 mm

Tabelle 25: Anzahl Tiere mit / ohne Kexxtone®-Bolus

	n	%
Bolus: ja	404	20,7
Bolus: nein	1545	79,3
Gesamt	1949	100,0

n = Anzahl

4.1.9. Kalbvater

Im Untersuchungsbetrieb werden genomische und töchtergeprüfte Vererber für die künstliche Besamung der Kühe und Jungrinder eingesetzt.

Im Studienzeitraum sind „Patent“, „Caesar“ und „Superb“ die drei am häufigsten vorkommenden Kalbväter (Tabelle 26). Die Bullen, deren Anteil kleiner bzw. genau 5% ist, sind als „Sonstige“ Kalbväter zusammengefasst. Sie machen knapp 30% (n = 561) der im Untersuchungszeitraum eingesetzten Vererber aus.

Tabelle 26: Kalbväter

Kalbvater	n	%	kum. %
Patent	161	8,3	8,3
Ceasar	149	7,6	15,9
Superb	144	7,4	23,3
Phomic	132	6,8	30,1
Precinct	124	6,4	36,4
Greatest	120	6,2	42,6
Bowie	119	6,1	48,7
Brandon	119	6,1	54,8
Embassy	113	5,8	60,6
Banff	104	5,3	65,9
Skycrest	103	5,3	71,2
Sonstige	561	28,8	100,0
Gesamt	1949	100,0	

n = Anzahl, kum. = kumulative

4.1.10. Kälbergeburtsgewicht

In der Berechnung des Kälbergeburtsgewichts sind Zwillingsgeburten ausgeschlossen. Das arithmetische Mittel der fetalen Gewichte von 78 Zwillingskälbern beträgt 36,3 kg.

Abbildung 1 zeigt das Histogramm der Geburtsgewichte der einzeln geborenen Kälber ($n = 1864$), das annähernd normal verteilt ist. Die neonatalen Gewichte der Untersuchungstiere weisen eine weite Streuung auf und das arithmetische Mittel beträgt 43,8 kg bei einer Standardabweichung von 5,7 kg (Tabelle 27). 28 Kälber wiegen weniger als 30 kg. Davon weisen neun Kälber eine Tragezeit von ≤ 260 Tagen auf. Eine separate Betrachtung der Kälbergewichte nach Laktationen zeigt, dass die Nachkommen von Erstkalbinnen durchschnittlich 4,6 kg leichter sind als die der Pluripara (Tabelle 27).

Tabelle 27: Deskriptive Statistik des Kälbergeburtsgewichts der Einlingsgeburten

Geburtsgewicht (kg)	n	\bar{x}	SD	Min.	Max.
Primipara	499	40,4	4,9	17	58
Pluripara	1365	45,0	5,4	25	65
Gesamt	1864	43,8	5,7	17	65

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. = Minimum, Max. = Maximum

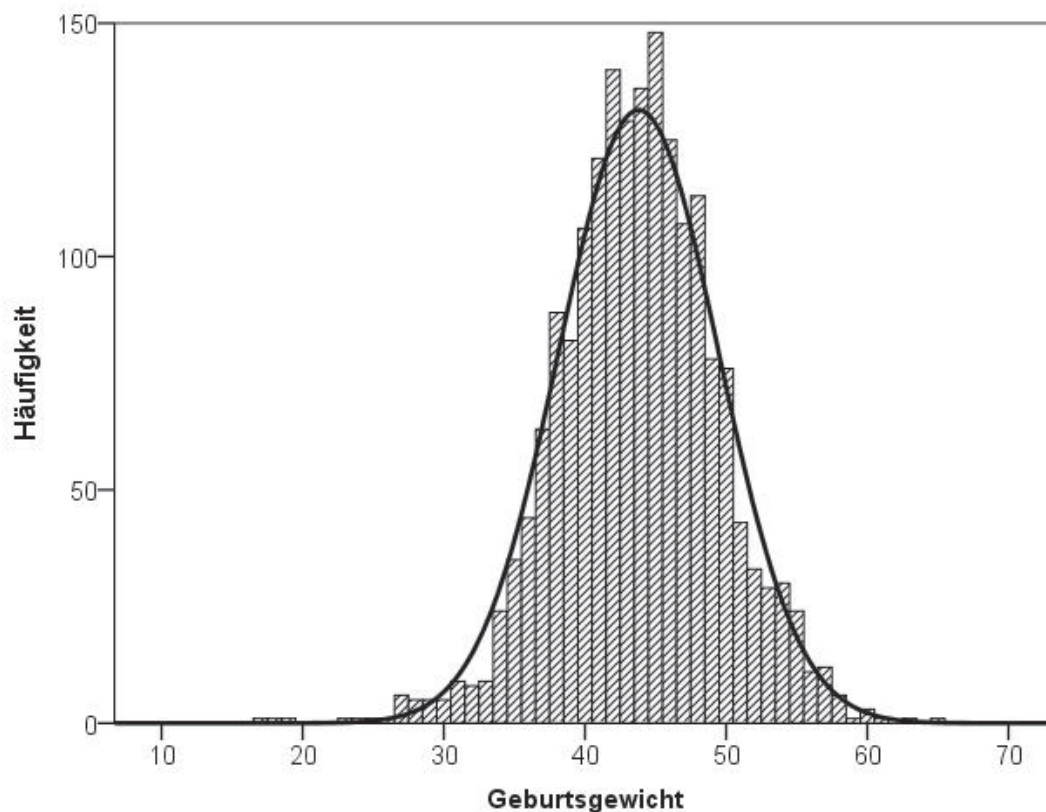


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung des Kälbergeburtsgewichts der Einlingsgeburten über alle Laktationen

4.1.11. Intervallskalierte antepartale und partale Untersuchungsvariablen

Die deskriptive Statistik der intervallskalierten und nicht normalverteilten Untersuchungsvariablen ist in Tabelle 28 zusammenfassend dargestellt.

Das Erstkalbealter der Primipara beträgt durchschnittlich 22,3 Monate. Im Beobachtungszeitraum sind die jüngste Färse 19,3 Monate und die älteste 29,0 Monate alt.

Die Tragezeit weist eine weite Streuung (Minimum: 180 d, Maximum: 305 d) auf und beträgt im Median 274 Tage. Filtert man nur die Tiere heraus, die eine Trächtigkeitsdauer von mindestens 260 Tagen aufweisen (n = 1898), weist die graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Tragezeit (Abbildung 2) annähernd eine Normalverteilung auf. Der arithmetische Mittelwert der Tragezeit ≥ 260 Tage bleibt bei 274 d bestehen (Standardabweichung: 5 d). Vier Tiere weisen eine Trächtigkeitsdauer von mehr als 290 Tagen auf. Dabei handelt es sich entweder um tatsächliche Tragezeiten oder um fehlerhaft hinterlegte Konzeptionsdaten im Herdenmanagementprogramm.

Die Zwischentrage- und Zwischenkalbezeiten betragen im Median 79 d und 361 d. Einzelne tierindividuelle Abweichungen führen zur weiten Streuung beider Parameter (Min.: 47 d bzw. 284 d, Max.: 355 d bzw. 634 d).

Die Trockenstehperiode der Mehrkalbskühe ist zweiphasig. Die Trockenstehphase (TS 1) beginnt etwa sechs bis acht Wochen vor dem errechneten Kalbetermin. Der Median der TS 1-Dauer der Probanden beträgt 35 Tage. 182 Tiere (12,6%) weisen eine TS 1-Dauer von ≥ 8 Wochen aus und bei fünf Kühen beträgt sie 0 Tage. Die zweite Trockenstehphase (TS 2) beginnt circa zwei Wochen a.p. mit dem Umtreiben der Tiere in die Gruppe der Vorbereiter. Der Median der Mehrkalbskühe liegt bei 10 Tagen und der der Primipara bei 11 Tagen. 70 Pluripara (4,9%) und 4 Primipara (0,8%) haben vor bzw. mit dem Erreichen der Vorbereitungsphase (Dauer TS 2 = 0 d) gekalbt.

Die Rückenfettdicken der Pluripara werden mit dem Einstellen in die Trockenstehgruppen (RFD TS 1 M) gemessen. Ab Juli 2013 wird die Konditionierung der Mehrkalbskühe betriebsbedingt ein zweites Mal etwa 3 - 4 Wochen vor dem errechneten Kalbetermin (RFD TS 2 M) überprüft. Man kann eine mittlere Zunahme der Rückenfettdicke um 3 mm (Median TS 1: 15 mm, Median TS 2: 18 mm) in diesem Zeitraum beobachten. Die Kondition der Primipara ist sowohl zu Beginn der Vorbereitungsperiode als auch zur Kalbung im Vergleich zu der der Pluripara durchschnittlich 3 mm geringer.

Tabelle 28: Deskriptive Statistik der intervallskalierten nicht normalverteilten Variablen

Variable (Einheit)	n	Min.	Max.	Q _{0,25}	Q _{0,5}	Q _{0,75}
EKA (m)	484	19,3	29,0	21,6	22,3	23,1
TZ (d)	1949	180	305	271	274	277
TZ P (d)	509	213	286	271	274	277
TZ M (d)	1440	180	305	271	274	277
TZ ≥ 260 (d)	1898	261	305	271	274	277
TZ ≥ 260 P (d)	495	262	286	271	274	277
TZ ≥ 260 M (d)	1403	261	305	272	274	278
ZTZ (d)	1284	47	355	66	79	124
ZKZ (d)	1284	284	634	343	361	405
Dauer TS 1 M (d)	1440	0	157	34	35	41
Dauer TS 2 M (d)	1439	0	37	7	10	13
Dauer TS ges. M (d)	1440	1	165	42	46	52
Dauer TS 2 P (d)	509	0	73	9	11	17
Kalbezeit (hh:mm)	1943	00:00	23:55	07:15	12:50	17:30
RFD TS 1 M (mm)	1375	3	43	10	15	20
RFD TS 2 M (mm)	874	5	53	13	18	25
RFD TS 2 P (mm)	499	8	27	13	15	18
RFD Kalb. M (mm)	1430	5	50	13	17	23
RFD Kalb. P (mm)	508	8	27	13	14	17
Ca TS 2 (mmol/l)	1860	0,15	4,56	2,28	2,41	2,50
Ca Kalb. (mmol/l)	1919	0,00	5,80	1,95	2,12	2,26
Phos TS 2 (mmol/l)	1869	0,16	3,94	1,68	1,86	2,04
Phos Kalb. (mmol/l)	1928	0,00	2,99	0,95	1,22	1,56
BHB TS 2 (mmol/l)	1868	0,01	2,33	0,37	0,44	0,52
BHB Kalb. (mmol/l)	1928	0,00	2,35	0,30	0,37	0,46
NEFA TS 2 (mmol/l)	1869	0,01	2,80	0,10	0,21	0,43
NEFA Kalb. (mmol/l)	1928	0,00	3,02	0,55	0,77	1,02

n = Anzahl, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Q_{0,25} = 0,25-Quantil, Q_{0,5} = 0,5-Quantil (Median), Q_{0,75} = 0,75-Quantil, EKA = Erstkalbealter, TZ = Tragezeit, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, TS ges. = Trockenstehperiode gesamt, M = Multipara, P = Primipara, RFD = Rückenfettdicke, Ca = Calcium, Phos = Phosphor, BHB = Betahydroxybutyrat, NEFA = Freie Fettsäuren, Kalb. = Kalbung

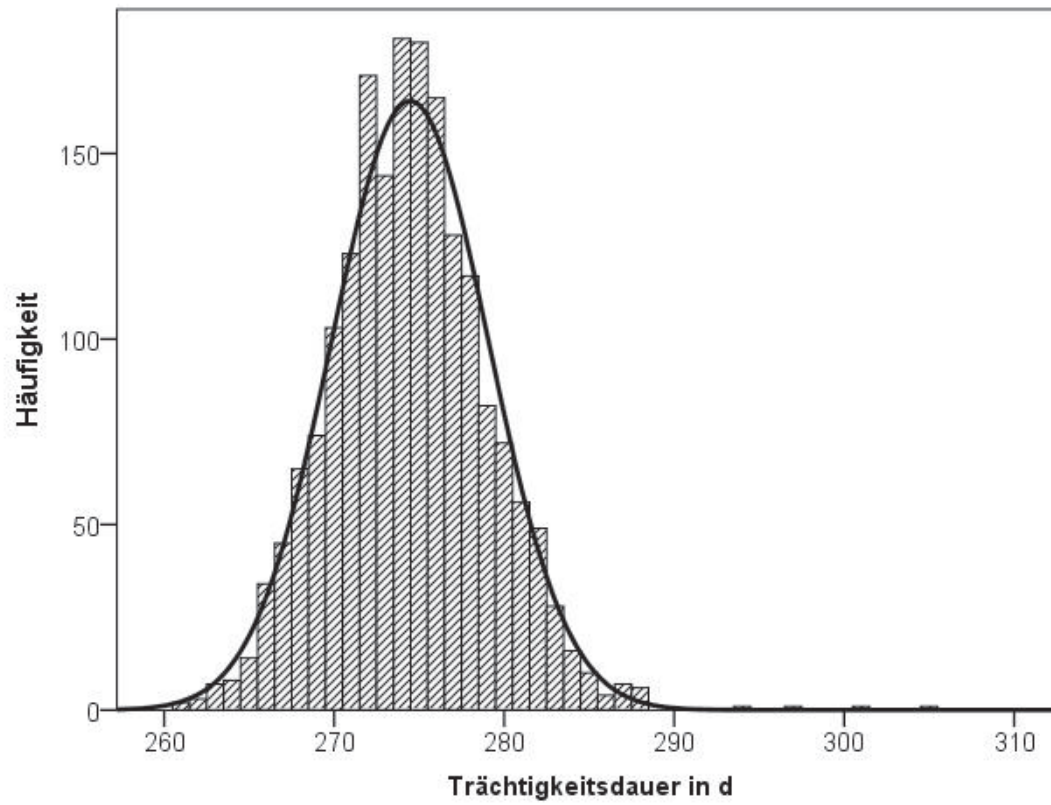


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Trächtigkeitsdauern ≥ 260 Tage

4.2. Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate

Zur Durchführung der statistischen Analysen für die Bestimmung der Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate wird die Variable „Schweregeburten“ erstellt. Dazu zählen im Untersuchungszeitraum alle Kalbungen ab einem Geburtsverlauf ≥ 2 . Somit lassen sich die Kalbungen in zwei Kategorien einteilen. Kalbungen mit den Geburtsverläufen „0“ und „1“ werden als Eutokie zusammengefasst. Die Kalbeverläufe „2 - 4“ hingegen werden zu den Dystokien gerechnet.

4.2.1. Laktationszahl

In Tabelle 29 ist die Bedeutung der Laktationszahl für das Vorkommen von Schweregeburten dargestellt. Nach dem Chi-Quadrat-Test ist der Zusammenhang zwischen dem Laktationsalter und der Dystokierate hochsignifikant. Während bei den Pluripara lediglich 28,4% der Kalbungen mit Geburtshilfe einhergehen, sind mehr als die Hälfte (56,8%) der Färsengeburten mit Dystokien assoziiert.

Tabelle 29: Einfluss der Laktationszahl auf die Schweregeburtenrate

		1. Lakt.	2. Lakt.	3. Lakt.	4. Lakt.	$\geq 5.$ Lakt.	Summe
Eutokie	Anzahl	220	367	308	227	128	1250
	Erw. Anz.	327	332	273	197	121	1250
	%	43,2% ^a	71,0% ^b	72,3% ^b	73,9% ^b	67,7% ^b	64,2%
Dystokie	Anzahl	289	150	118	80	61	698
	Erw. Anz.	182	185	153	110	68	698
	%	56,8% ^a	29,0% ^b	27,7% ^b	26,1% ^b	32,3% ^b	35,8%
Anzahl		509	517	426	307	189	1948

Pearson-Chi-Quadrat: 133,627, $p: < 0,001$

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte,
Lakt. = Laktation, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.2.2. Anzahl der Kälber

Tabelle 30 zeigt die Einflussnahme der Nachkommensanzahl auf den Geburtsverlauf. Die Bedeutung der Kalbanzahl für den Schweregrad der Kalbung ist nach dem Fisher-Exakter-Test hochsignifikant. Mehr als 92% der Zwillingsgeburten gehen mit Geburtshilfe einher. Im Vergleich dazu verlaufen lediglich ein Drittel (33,5%) der monoparen Kalbungen dystokisch.

Tabelle 30: Einfluss der Nachkommensanzahl auf die Schweregeburtenrate

		Einling	Zwilling	Summe
Eutokie	Anzahl	1244	6	1250
	Erw. Anz.	1201	49	1250
	%	66,5% ^a	7,8% ^b	64,2%
Dystokie	Anzahl	627	71	698
	Erw. Anz.	670	28	698
	%	33,5% ^a	92,2% ^b	35,8%
Anzahl		1871	77	1948

p (nach Fisher-Exakter): < 0,001

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, *p* = Signifikanz

4.2.3. Geschlecht des Kalbes

In der Analyse sind Zwillingsgeburten mit zweigeschlechtlichen Nachkommen ($n = 37$) nicht enthalten. Der Einfluss des Geschlechts des Kalbes auf den Geburtsverlauf ist nach dem Fisher-Exakter-Test hochsignifikant (Tabelle 31). Handelt es sich bei dem Nachkommen um einen Bullen, gehen 40% der Kalbungen mit Geburtshilfe einher. Die Dystokierate liegt damit mehr als 10% über der von Kalbungen mit weiblichen Nachkommen.

Tabelle 31: Einfluss des Kalbgeschlechts auf die Schweregeburtenrate

		männlich	weiblich	Summe
Eutokie	Anzahl	597	650	1247
	Erw. Anz.	650	597	1247
	%	60,0% ^a	71,1% ^b	65,3%
Dystokie	Anzahl	398	264	662
	Erw. Anz.	345	317	662
	%	40,0% ^a	28,9% ^b	34,7%
Anzahl		995	914	1909

p (nach Fisher-Exakter): < 0,001

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, *p* = Signifikanz

4.2.4. Lebend- und Totgeburt

Tabelle 32 zeigt den Zusammenhang zwischen der Lebenskraft des Kalbes zur Geburt und dem Vorkommen von Schweregeburten. Der Einfluss der Vitalität des Kalbes und dem Geburtsverlauf ist hochsignifikant ($p < 0,001$). Handelt es sich um die Geburt eines toten Kalbes, werden in knapp 78% der Fälle leichte bis schwere Geburtshilfe erforderlich. Bei lebend geborenen Kälbern gehen nur ein Drittel der Kalbungen mit Dystokien einher.

Tabelle 32: Einfluss der Kalbvitalität auf die Schweregeburtenrate

		Lebendgeb.	Totgeb.	Summe
Eutokie	Anzahl	1225	25	1250
	Erw. Anz.	1178	72	1250
	%	66,9% ^a	22,3% ^b	64,4%
Dystokie	Anzahl	605	87	692
	Erw. Anz.	652	40	662
	%	33,1% ^a	77,7% ^b	35,6%
Anzahl		1830	112	1942

p (nach Fisher-Exakter): < 0,001

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Lebendgeb. = Lebendgeburt, Totgeb. = Totgeburt, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, *p* = Signifikanz

4.2.5. Kälbergeburtsgewicht

Tabelle 33 zeigt die Bedeutung des Kälbergeburtsgewichts für das Vorkommen von Dystokien. In der Analyse sind keine Zwillingsgeburten enthalten. Die Regressionsberechnung über alle Untersuchungstiere ergibt keine signifikante Assoziation zwischen der Höhe des neonatalen Gewichts und der Schweregeburtenrate ($p = 0,243$). Eine separate Analyse nach der Laktationszahl jedoch deckt eine hochsignifikante ($p < 0,001$) Beziehung zwischen beiden Untersuchungsgrößen, sowohl bei den Primi- als auch bei den Pluripara, auf. Jedes zusätzliche Kilogramm Kälbergeburtsgewicht steht im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Schweregeburtenrate um das 1,093-fache bei den Färsen und um das 1,057-fache bei den Mehrkalbskühen, im Vergleich zu Tieren mit leichteren Nachkommen.

In der Abbildung 3 ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Dystokien in Abhängigkeit vom Geburtsgewicht des bovinen Neonaten getrennt nach Laktationen dargestellt. Der Grafik kann man entnehmen, dass nicht nur hohe Kälbergeburtsgewichte, sondern auch untergewichtige Nachkommen in Relation zu höheren Dystokieraten stehen. Die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen von schweren Geburtsverläufen ist am geringsten bei einem neonatalen Gewicht von etwa 30 kg (Primipara) bzw. 40 kg (Pluripara). Höhere Kälbergeburtsmassen sind mit einem kontinuierlichen Anstieg der Wahrscheinlichkeit der Schweregeburt bis zu einem Maximum bei 58 kg (Primipara) bzw. 65 kg (Pluripara) assoziiert.

Tabelle 33: Einfluss des Geburtsgewichts auf die Schweregeburtenrate

	n	B	SE	p	95% - KI für EXP(B)		
					Exp(B)	Unterer	Oberer
Kalbgewicht	1864	0,010	0,009	0,243	1,010	0,993	1,028
Konstante		-1,133	0,385	0,003	0,322		
<i>Kalbgewicht P</i>	499	0,089	0,020	< 0,001**	1,093	1,051	1,138
<i>Konstante</i>		-3,355	0,820	< 0,001**	0,035		
<i>Kalbgewicht M</i>	1365	0,055	0,012	< 0,001**	1,057	1,033	1,082
<i>Konstante</i>		-3,605	0,551	< 0,001**	0,027		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, P = Primipara, M = Multipara

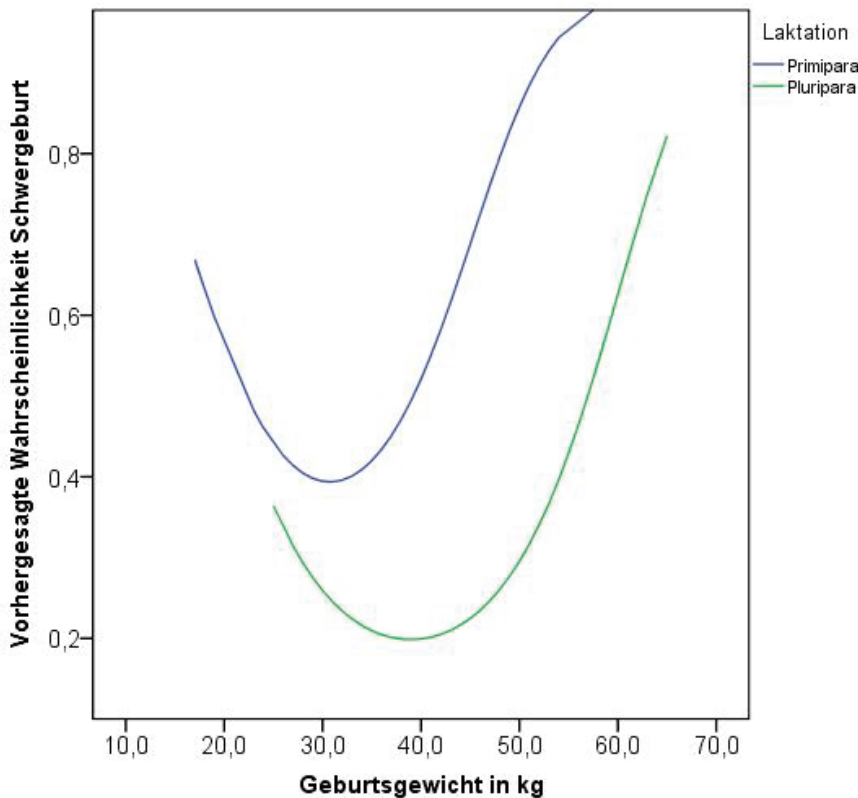


Abbildung 3: Schweregeburtenrate in Abhängigkeit vom Kälbergeburtsgewicht

4.2.6. Trächtigkeitsdauer

Die Tragezeit nimmt keinen signifikanten Einfluss ($p = 0,709$) auf den Verlauf der Kalbung (Tabelle 34). Bezieht man in die Analyse nur die Kühe ein, deren Trächtigkeitsdauer mindestens 260 Tage beträgt (Tragezeit ≥ 260 d), ist der Zusammenhang mit der Schweregeburtenrate jedoch hochsignifikant ($p < 0,001$). Demnach ist jeder zusätzliche Tag Tragezeit mit einem Anstieg der Dystokierate um das 1,038-fache (alle Untersuchungstiere) assoziiert, im Vergleich zu Kühen ohne diese zusätzliche Trächtigkeitsdauer. Bei einer

getrennten Auswertung nach dem Laktationsalter bleibt der Einfluss der Tragezeit nur bei Primipara signifikant ($p < 0,001$). Jeder zusätzliche Tag Gestationslänge geht bei Erstkalbinnen mit einer Erhöhung der Chance der Schweregeburt um den Faktor 1,145 einher.

In Abbildung 4 ist die vorhergesagte Schwereburtenrate in Abhängigkeit von der Tragezeit ≥ 260 d für Primi- und Pluripara graphisch dargestellt. Bei den Färsen steigt die Wahrscheinlichkeit der Schweregeburt ab dem 260. Trächtigkeitstag mit jedem zusätzlichen Tag kontinuierlich steil an. Bei den Mehrkalbskühen jedoch sinkt die Chance der Dystokie ab dem 260. Tag zunächst bis auf etwa 25% ab. Mit Erreichen des 274. Trächtigkeitstages steigt auch bei den Pluripara die Möglichkeit der Dystokie zunächst langsam und ab dem 290. Tag dann stark an.

Tabelle 34: Einfluss der Tragezeit auf die Schwereburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Tragezeit	1948	0,003	0,007	0,709	1,003	0,989	1,017
Konstante		-1,313	1,956	0,502	0,269		
Tragezeit ≥ 260 d	1897	0,037	0,010	$< 0,001^{**}$	1,038	1,017	1,059
Konstante		-10,740	2,878	$< 0,001^{**}$	$< 0,001$		
Tragezeit ≥ 260 d P	495	0,135	0,024	$< 0,001^{**}$	1,145	1,092	1,200
Konstante		-36,781	6,542	$< 0,001^{**}$	$< 0,001$		
Tragezeit ≥ 260 d M	1402	0,021	0,013	0,093	1,021	0,996	1,047
Konstante		-6,732	3,443	0,051	0,001		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, P = Primipara, M = Multipara

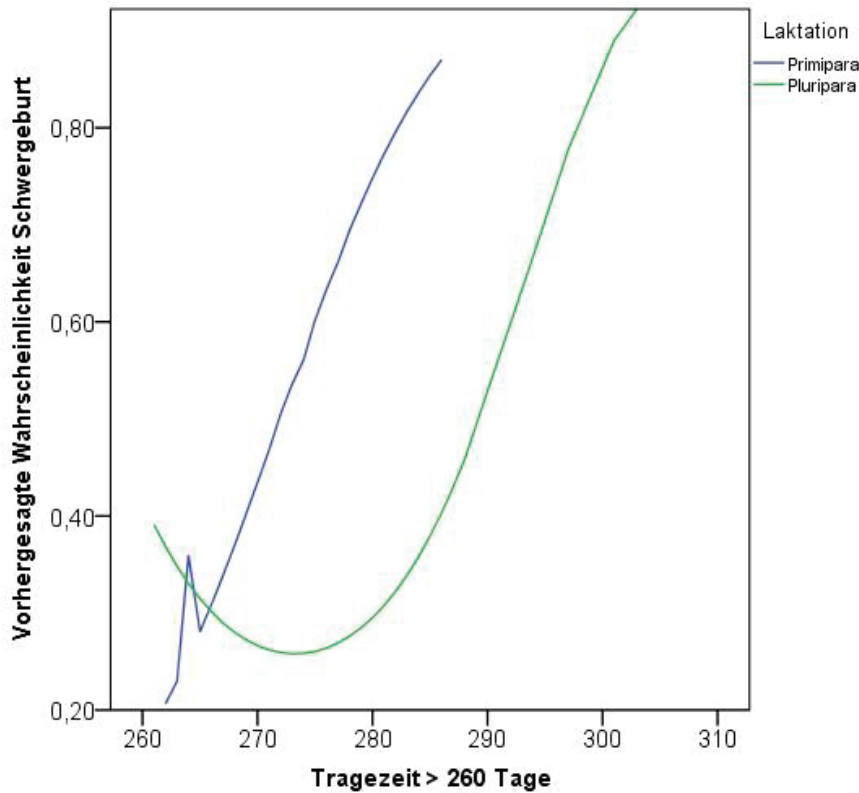


Abbildung 4: Schwereburtenrate in Abhängigkeit von der Tragezeit ≥ 260 d

4.2.7. Konzeptionssaison

In Tabelle 35 ist die Assoziation zwischen der Konzeptionssaison und dem Vorkommen von Dystokien veranschaulicht. Geburten von Kühen, die im Sommer oder Herbst 2012 konzipiert haben, gehen mit einer 10% geringeren Chance der Dystokie einher, im Vergleich zu Tieren mit Konzeptionen im Winter oder Frühling 2013 ($p < 0,001$). In Tabelle 88 (Anhang) ist der Einfluss des Konzeptionsmonats auf die Schwereburtenrate dargestellt.

Tabelle 35: Einfluss des Konzeptionszeitpunktes auf die Schwereburtenrate

		Sommer 2012	Herbst 2012	Winter 2012/13	Frühling 2013	Summe
Eutokie	Anzahl	258	366	336	290	1250
	Erwartete Anz.	239	334	355	321	1250
	%	69,2 ^a	70,2 ^a	60,8 ^b	57,9 ^b	64,2
Dystokie	Anzahl	115	155	217	211	698
	Erwartete Anz.	134	187	198	180	698
	%	30,8 ^a	29,8 ^a	39,2 ^b	42,1 ^b	35,8
Anzahl		373	521	553	501	1948

Pearson-Chi-Quadrat: 23,836, $p: < 0,001$

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.2.8. Kalbvater

Die separate Auswertung der Einflussnahme des Kalbvaters auf die Dystokierate von Primi- bzw. Pluripara erfordert die Anfertigung der zwei Variablen „Kalbvater Färsen“ und „Kalbvater Kühe“. Dazu werden lediglich die Bullen einzeln erfasst, deren Häufigkeit mehr als 2,5% entspricht und in den Analysen zu auswertbaren Ergebnissen führt. Die übrigen Vererber, die im Untersuchungsbetrieb für die künstliche Besamung eingesetzt wurden, werden unter dem Buchstaben „L“ („Sonstige Kalbväter“) zusammengefasst. Bei den Primipara bleiben sieben (Patent, Ceasar, Superb, Phomic, Precinct, Greatest, Bowie) und bei den Kühen neun Bullen (Patent, Ceasar, Superb, Precinct, Greatest, Brandon, Embassy, Banff, Skycrest) übrig, mit denen am häufigsten im Untersuchungszeitraum angepaart wurde.

Tabelle 36 und 37 zeigen die signifikante Einflussnahme des Kalbvaters auf den Geburtsverlauf bei Primi- bzw. Pluripara. Bei den Färsen gehen knapp 75% der Kalbungen mit Schweregeburten einher, wenn es sich beim Vater des Nachkommen um „Superb“ (C) handelt. Aber auch bei „Ceasar“ (B) und „Greatest“ (F) beträgt die Wahrscheinlichkeit eines dystokischen Geburtsverlaufs mehr als 60%. Die meisten Kalbprobleme treten bei Primipara im Zusammenhang mit einem Bullen der „Sonstigen Kalbväter“ (L) auf (84,6%). Die wenigsten Geburtsschwierigkeiten hingegen sind mit „Bowie“ (G) assoziiert (41,7%).

Bei den Pluripara kommen die meisten Dystokien in Verbindung mit „Ceasar“ (B) und „Embassy“ (I) als Vererber vor. Bei einer Vielzahl der eingesetzten Bullen (E, A, H, C, L) jedoch liegt die Wahrscheinlichkeit der problembehafteten Kalbungen bei unter 30%. Die wenigsten Geburtsschwierigkeiten bei Kühen gehen mit „Precinct“ (E) als Kalbvater einher (22,4%).

Tabelle 36: Einfluss des Kalbvaters auf die Schweregeburtenrate bei Primipara

		A	B	C	D	E	F	G	L	Su.
1	n	34	27	16	39	36	17	49	2	220
	Erw.	27	37	27	40	29	19	36	6	220
	%	54,8 ^{a, b}	31,4 ^{c, d}	25,8 ^d	42,4 ^{b, c}	54,5 ^{a, b}	38,6 ^{b, c, d}	58,3 ^a	15,4 ^{c, d}	43,2
2	n	28	59	46	53	30	27	35	11	289
	Erw.	35	49	35	52	37	25	48	7	289
	%	45,2 ^{a, b}	68,6 ^{c, d}	74,2 ^d	57,6 ^{b, c}	45,5 ^{a, b}	61,4 ^{b, c, d}	41,7 ^a	84,6 ^{c, d}	56,8
n		62	86	62	92	66	44	84	13	509

Pearson-Chi-Quadrat: 31,746, $p < 0,001$

^{a-d} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte,
 1 = Eutokie, 2 = Dystokie, A = Patent, B = Ceasar, C = Superb, D = Phomic, E = Precinct,
 F = Greatest, G = Bowie, L = Sonstige Kalbväter, Su. = Summe, n = Anzahl,
 Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 37: Einfluss des Kalbvaters auf die Schweregeburtenrate bei Pluripara

		A	B	C	E	F	H	I	J	K	L	Su.
1	n	76	37	62	45	52	87	69	68	70	464	1030
	Erw.	71	45	59	42	54	82	81	74	72	450	1030
	%	76,8 ^a	58,7 ^b	75,6 ^a	77,6 ^a	68,4 ^{a,b}	75,7 ^a	61,1 ^b	65,4 ^{a,b}	69,3 ^{a,b}	73,9 ^a	71,6
2	n	23	26	20	13	24	28	44	36	31	164	409
	Erw.	28	18	23	16	22	33	32	30	29	178	409
	%	23,2 ^a	41,3 ^b	24,4 ^a	22,4 ^a	31,6 ^{a,b}	24,3 ^a	38,9 ^b	34,6 ^{a,b}	30,7 ^{a,b}	26,1 ^a	28,4
	n	99	63	82	58	76	115	113	104	101	628	1439

Pearson-Chi-Quadrat: 19,420, p: 0,022

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte,
 1 = Eutokie, 2 = Dystokie, A = Patent, B = Ceasar, C = Superb, E = Precinct, F = Greatest,
 H = Brandon, I = Embassy, J = Banff, K = Skycrest, L = Sonstige Kalbväter, Su. = Summe,
 n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

4.2.9. Dauer der Trockenstehperiode

Tabelle 38 stellt den Zusammenhang zwischen den Längen der einzelnen Trockenstehphasen für Multi- und Primipara und dem Vorkommen von dystokischen Geburtsverläufen dar. Bei den Mehrkalbskühen existieren keine signifikanten Assoziationen zwischen den beiden Untersuchungsgrößen. Bei den Erstkalbinnen hat die Dauer der Vorbereitungsperiode einen hochsignifikanten Einfluss ($p < 0,001$) auf die Schweregeburtenrate. Jeder zusätzliche Tag in der TS 2-Gruppe geht mit einer Erhöhung der Dystokierate um das 1,051-fache einher.

Tabelle 38: Einfluss der Trockenstehdauer auf die Schweregeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Dauer TS 1 M	1439	0,006	0,003	0,076	1,006	0,999	1,012
Konstante		-1,162	0,148	< 0,001	0,313		
Dauer TS 2 M	1438	-0,012	0,011	0,300	0,988	0,967	1,010
Konstante		-0,806	0,126	< 0,001	0,446		
Dauer TS ges M.	1439	0,004	0,003	0,159	1,005	0,998	1,011
Konstante		-1,153	0,174	< 0,001	0,316		
Dauer TS 2 P	509	0,049	0,013	< 0,001 ^{**}	1,051	1,023	1,079
Konstante		-0,365	0,192	0,058	0,694		

^{**} = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

TS 1, Trockenstehphase1, TS 2 = Trockenstehphase 2 (Vorbereitung), ges. = gesamt,
 M = Multipara, P = Primipara, n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz,
 KI = Konfidenzintervall

4.2.10. Kalbesaison

In Tabelle 39 ist der Zusammenhang zwischen der Jahreszeit der Kalbung und dem Vorkommen von Dystokien gezeigt. Der Einfluss des Kalbezeitpunktes auf den Verlauf der Geburt ist hochsignifikant ($p < 0,001$). Im Untersuchungsbetrieb sind Kalbungen im Herbst 2013 und Winter 2013/14 mit einer Erhöhung des Schweregeburtenanteils um etwa 10% assoziiert, im Vergleich zu Kalbungen im Frühjahr und Sommer 2013. Im Anhang in Tabelle 89 ist die Anzahl der der Eu- und Dystokien nach Monaten aufgeführt.

Tabelle 39: Einfluss der Kalbesaison auf die Schweregeburtenrate

		Frühling 2013	Sommer 2013	Herbst 2013	Winter 2013/14	Summe
Eutokie	Anzahl	239	360	344	307	1250
	Erwartete Anz.	225	329	359	337	1250
	%	68,3 ^a	70,2 ^a	61,4 ^b	58,5 ^b	64,2
Dystokie	Anzahl	111	153	216	218	698
	Erwartete Anz.	125	184	201	188	698
	%	31,7 ^a	29,8 ^a	38,6 ^b	41,5 ^b	35,8
Anzahl		350	513	560	525	1948

Pearson-Chi-Quadrat: 19,858, $p: < 0,001$

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.2.11. Kalbung nach Schichtsystem

Der Zusammenhang zwischen der Schicht des verantwortlichen Kalbepersonals und der Dystokierate ist signifikant (Tabelle 40). Kalbungen in der Zeit zwischen 22:00 und 06:00 Uhr (Nachtschicht) gehen im Untersuchungsbetrieb am seltensten mit Geburtshilfe einher (29,2%). Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Schweregeburten ist im Studienzeitraum am häufigsten bei Kalbungen in der Spätschicht (39,6%), obwohl die Anzahl der Kalbungen zwischen Spät- und Nachtschicht kaum differieren. In Tabelle 90 im Anhang ist der Zusammenhang zwischen der Uhrzeit der Kalbung (im 2-Stunden-Intervall) und der Schweregeburtenrate dargestellt. Aus dieser wird ersichtlich, dass die Zeit zwischen 14:00 und 16:00 Uhr mit der höchsten Dystokierate einhergeht.

Tabelle 40: Einfluss der Kalbeschicht auf die Schweregeburtenrate

		Frühschicht 6-16 Uhr	Spätschicht 16-22 Uhr	Nachtschicht 22-6 Uhr	Summe
Eutokie	Anzahl	586	310	354	1250
	Erwartete Anz.	600	329	321	1250
	%	62,7 ^a	60,4 ^a	70,8 ^b	64,2
Dystokie	Anzahl	349	203	146	698
	Erwartete Anz.	335	184	179	698
	%	37,3 ^a	39,6 ^a	29,2 ^b	35,8
Anzahl		935	513	500	1948

Pearson-Chi-Quadrat: 13,592, p: 0,001

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.2.12. Kalbepersonal

Tabelle 41 stellt die Beziehung zwischen dem Kalbepersonal und dem Vorkommen von Dystokien dar. Der Einfluss der für die Kalbung verantwortlichen Person und der Schweregeburtenrate ist hochsignifikant ($p < 0,001$). Geburten, zu denen die beiden Herdenmanager (A, G) oder der Tierarzt (M) hinzugezogen werden, gehen zu über 70% mit dystokischen Kalbeverläufen einher. Die wenigsten Geburtsschwierigkeiten stehen im Zusammenhang mit Kalbungen, die von Person J und den Praktikanten (K) betreut wurden. Die Auswahl der Personen erfolgt subjektiv in Vorausschau des zu erwartenden Kalbeverlaufes. So werden beispielsweise bei Dystokien mit LSH-Anomalien Person I oder einer der beiden Herdenmanager (A oder G) informiert. Bei Torsio uteri oder bei Schweregeburten, die mit der Notwendigkeit eines Kaiserschnitts einhergehen, wird die Hilfe des bestandsbetreuenden Tierarztes (M) in Anspruch genommen. Diese Untersuchungsgröße wird deshalb für weitere Analysen eliminiert, um fehlerhafte Aussagen zu vermeiden.

Tabelle 41: Einfluss des Kalbepersonals auf die Schweregeburtenrate

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Su.
1	n	27	32	63	149	155	217	19	233	87	52	193	22	0	1249
	Erw.	60	37	67	131	137	201	47	232	100	44	169	20	4	1249
	%	28,7	56,1	60,6	73,0	72,4	69,3	26,0	64,5	56,1	75,4	73,4	71,0	0,0	64,2
2	n	67	25	41	55	59	96	54	128	68	17	70	9	6	695
	Erw.	34	20	37	73	77	112	26	129	55	25	94	11	2	695
	%	71,3	43,9	39,4	27,0	27,6	30,7	74,0	35,5	43,9	24,6	26,6	29,0	100	35,8
n		94	57	104	204	214	313	73	361	155	69	263	31	6	1944

Pearson-Chi-Quadrat: 146,053, p: < 0,001

1 = Eutokie, 2 = Dystokie, A – M = Kalbepersonal, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

4.2.13. Rückenfettdicke

Tabelle 42 zeigt die Zusammenhänge zwischen der Kondition zur ersten Trockenstehphase (RFD TS 1 - nur Pluripara), zu Vorbereitungsbeginn (RFD TS 2) sowie zur Kalbung (RFD Kalbg.) und dem Geburtsverlauf. Eine Zunahme der Rückenfettdicke um einen Millimeter zu Beginn der ersten Trockenstehperiode geht mit einer Erhöhung der Dystokierate um das 1,016-fache bei Pluripara einher, im Vergleich zu Kühen ohne diesen Konditionszuwachs. Zwischen der Kondition zu Beginn der zweiten Trockenstehphase und dem Vorkommen von Schweregeburten gibt es keine signifikante Assoziation.

Eine um einen Millimeter höhere Kondition zur Kalbung hingegen ist mit einer Reduktion der Schweregeburtenrate auf 97,9% assoziiert, im Vergleich zu Kühen mit geringerer Rückenfettdicke zu diesem Zeitpunkt. Bei einer getrennten Auswertung nach Primi- und Pluripara ist kein signifikanter Zusammenhang mehr zwischen der Kondition zur Kalbung und dem Vorkommen von schwierigen Geburtsverläufen feststellbar.

Tabelle 42: Einfluss der Rückenfettdicken auf die Schweregeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
RFD TS 1	1374	0,016	0,008	0,046*	1,016	1,000	1,033
Konstante		-1,205	0,149	< 0,001	0,300		
RFD TS 2	1372	-0,011	0,008	0,170	0,989	0,973	1,005
Konstante		-0,195	0,156	0,212	0,823		
RFD TS 2 P	499	0,048	0,026	0,067	1,049	0,997	1,104
Konstante		-0,461	0,413	0,264	0,630		
RFD TS 2 M	873	0,005	0,009	0,567	1,005	0,987	1,024
Konstante		-0,918	0,196	< 0,001	0,399		
RFD Kalbg.	1937	-0,022	0,007	0,004**	0,979	0,964	0,993
Konstante		-0,214	0,138	0,122	0,808		
RFD Kalbg. P	508	0,017	0,026	0,521	1,017	0,966	1,071
Konstante		0,019	0,401	0,963	1,019		
RFD Kalbg. M	1429	-0,001	0,008	0,913	0,999	0,983	1,016
Konstante		-0,918	0,166	< 0,001**	0,400		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2,
 P = Primipara, M = Multipara, Kalbg. = Kalbung, n = Anzahl, SE = Standardfehler,
 p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall

4.2.14. Blutparameter zu Beginn der Trockenstehphase 2

Tabelle 43 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Freien Fettsäuren zu Beginn der TS 2-Periode und dem Auftreten von Schweregeburten. Der maternale NEFA-Gehalt etwa 14 d a.p. nimmt einem signifikanten Einfluss auf die Dystokierate ($p < 0,001$). Jede

zusätzliche Einheit NEFA-Konzentration im maternalen Serum geht mit einer Erhöhung der Chance eines schwierigen Kalbeverlaufes um das 2,582-fache einher, im Vergleich zu Tieren ohne diesen erhöhten Gehalt an Freien Fettsäuren. Bei einer getrennten Auswertung nach der Laktationszahl wird ersichtlich, dass lediglich bei den Mehrkalbskühen ein signifikanter ($p = 0,013$) Zusammenhang zwischen dem Kalbeverlauf und dem NEFA-Gehalt 14 d a.p. besteht. Mit einer Erhöhung der Konzentration an Freien Fettsäuren um 1 mmol/l zu Beginn der TS 2-Periode geht eine Steigerung der Chance des dystokischen Kalbeverlaufes um den Faktor 1,593 einher, im Vergleich zu Pluripara mit geringeren NEFA-Gehalten.

Tabelle 43: Einfluss der Blutwerte zur Beginn der TS 2 auf die Schweregeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
NEFA TS 2	1868	0,948	0,162	< 0,001**	2,582	1,880	3,544
Konstante		-0,885	0,071	< 0,001**	0,413		
NEFA TS 2 P	490	0,244	0,371	0,510	1,277	0,617	2,642
Konstante		0,172	0,198	0,385	1,187		
NEFA TS 2 M	1378	0,465	0,188	0,013**	1,593	1,101	2,303
Konstante		-1,056	0,078	< 0,001**	0,348		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

TS 2 = Trockenstehperiode 2, NEFA = Freie Fettsäuren, n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall

4.2.15. Blutparameter zur Kalbung

Tabelle 44 zeigt den Zusammenhang zwischen der Calcium- und Phosphorkonzentration der Probanden zur Kalbung und dem Vorkommen von Schweregeburten. Höhere maternale Calcium- und Phosphorwerte zur Kalbung stehen bei der Analyse über alle Untersuchungstiere in einem hochsignifikanten ($p < 0,001$) Zusammenhang mit einem gehäuften Auftreten von Dystokien. Eine um 1 mmol/l erhöhte Konzentration an Calcium im maternalen Serum zum Kalbezeitpunkt ist mit einer Erhöhung der Chance an schwierigen Geburtsverläufen um das 1,872-fache assoziiert, im Vergleich zu Kühen ohne diesen erhöhten Calciumgehalt. Bei einer getrennten Auswertung nach der Laktationszahl bleibt die signifikante Assoziation zwischen den beiden Untersuchungsgrößen nur bei den Mehrkalbskühen bestehen. Die Erhöhung der Calciumkonzentration um 1 mmol/l geht mit einem Anstieg der Dytokierate um den Faktor 1,424 einher ($p = 0,026$).

Jede zusätzliche Einheit Phosphor zur Kalbung steht im Zusammenhang mit einem Anstieg der Dystokierate um das 1,470-fache (alle Probanden), im Vergleich zu Kühen ohne erhöhte Phosphorgehalte im Serum. Bei einer nach Laktationszahl getrennten Analyse des

Einflusses der Phosphorkonzentrationen auf die Schweregeburtenrate geht die Signifikanz jedoch verloren.

Tabelle 44: Einfluss der Blutparameter zur Kalbung auf die Schweregeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Calcium Kalbg. Konstante	1918	0,627 -1,915	0,148 0,316	< 0,001** < 0,001**	1,872 0,147	1,401	2,502
Calcium Kalbg. P Konstante	504	-0,426 1,236	0,403 0,909	0,290 0,174	0,653 3,442	0,296	1,438
Calcium Kalbg. M Konstante	1414	0,354 -1,674	0,158 0,332	0,026* < 0,001**	1,424 0,187	1,044	1,943
Phosphor Kalbg. Konstante	1927	0,385 -1,090	0,105 0,145	< 0,001** < 0,001**	1,470 0,336	1,197	1,805
Phosphor Kalbg. P Konstante	504	0,061 0,192	0,267 0,394	0,820 0,626	1,063 1,212	0,630	1,793
Phosphor Kalbg. M Konstante	1423	0,184 -1,168	0,123 0,165	0,134 < 0,001**	1,202 0,311	0,945	1,529

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, Kalbg. = Kalbung,
P = Primipara, M = Multipara

4.2.16. Weitere Untersuchungsparameter

Folgende Variablen wurden hinsichtlich ihrer Signifikanz für das Vorkommen von Schweregeburten ebenfalls untersucht und geprüft:

- Gabe von Kexxtone®,
- Erstkalbealter,
- Tragezeit < 260 d,
- Zwischentragezeit,
- Zwischenkalbezeit,
- Calciumkonzentration TS 2 (Calcium TS 2),
- Phosphorkonzentration TS 2 (Phosphor TS 2),
- Konzentration an Betahydroxybutyrat TS 2 (BHB TS 2),
- Konzentration an Betahydroxybutyrat zur Kalbung (BHB Kalbung) und
- Konzentration an Freien Fettsäuren zur Kalbung (NEFA Kalbung).

In den verschiedenen Analysen konnte für diese Größen kein signifikanter Zusammenhang mit der Schweregeburtenrate nachgewiesen werden. Die Kreuztabelle für den Einfluss von Kexxtone® auf die Dystokierate und das Ergebnis des Signifikanz-Tests nach Fisher-Exakter sind in Tabelle 93 im Anhang abgebildet. Bei den übrigen Untersuchungsgrößen handelt es

sich um metrische und nicht-normalverteilte Variablen. Die Ergebnisse der einfachen logistischen Regressionsanalysen sind in Tabelle 94 im Anhang zusammengefasst.

4.2.17. Multivariable logistische Regressionsanalyse Primipara

Tabelle 45 zeigt das Ergebnis der multivariablen logistischen Regressionsanalyse zur Bestimmung der Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate bei Primipara. Nach Vorwärtsselektion aller einflussnehmenden Untersuchungsgrößen bleiben fünf Faktoren signifikant.

Bei der bedeutendsten Einflussgröße handelt es sich um den Vater des Nachkommen. Geburten mit „Ceasar“ und „Superb“ als Kalbvater sind mit einem Anstieg der Dystokierate um das 2,343- bzw. 3,126-fache verbunden, im Vergleich zum Referenzbull „Patent“. Handelt es sich um einen Bullen aus der Gruppe der „Sonstigen Kalbväter“ (im Vergleich zu „Patent“) steigt die Wahrscheinlichkeit des schweren Kalbeverlaufs sogar um über das siebenfache (OR: 7,402) an. Die zweitwichtigste Einflussgröße auf das Vorkommen von Dystokien stellt die Vitalität des Kalbes dar. Bei der Geburt eines toten Kalbes erhöht sich die Chance des schweren Kalbeverlaufs um knapp das sechsfache (OR: 5,663), im Vergleich zu einer Lebendgeburt. Die dritt wichtigste Größe bildet das Kalbgeschlecht. Kalbungen von männlichen Nachkommen stehen im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Dystokierate um knapp das zweifache (OR=1,939), im Vergleich zu Geburten von Kuhkälbern. Ein weiterer wichtiger Faktor für das Auftreten von Schweregeburten ist das Geburtsgewicht des Kalbes. Mit jedem zusätzlichen Kilogramm neonataler Masse erhöht sich die Chance des schwierigen Kalbeverlaufs um das 1,103-fache, im Vergleich zu leichtgewichtigeren Nachkommen. Bei dem fünften signifikanten einflussnehmenden Faktor auf die Schweregeburtenrate handelt es sich um die Tragezeit ≥ 260 d. Besteht die Trächtigkeitsdauer mindestens 260 Tage, erhöht sich mit jedem weiteren Tag die Chance der Schweregeburt um das 1,089-fache.

Tabelle 45: Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate bei Primipara

Variable	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
					Unterer	Oberer
Kalbvater=Patent (Ref.)			0,013**			
Kalbvater=Ceasar	0,851	0,397	0,032*	2,343	1,075	5,105
Kalbvater=Superb	1,140	0,434	0,009**	3,126	1,335	7,317
Kalbvater=Phomic	0,669	0,381	0,079	1,953	0,925	4,122
Kalbvater=Precinct	0,038	0,398	0,923	1,039	0,476	2,268
Kalbvater=Greatest	0,876	0,457	0,055	2,402	0,981	5,881
Kalbvater=Bowie	0,113	0,397	0,776	1,120	0,514	2,440
Kalbvater=Sonstige	2,002	0,924	0,030*	7,402	1,209	45,318
Totgeburt	1,734	0,417	< 0,001**	5,663	2,499	12,832
Kalbgeschlecht=männl.	0,662	0,218	0,002**	1,939	1,265	2,974
Kalbgewicht	0,098	0,027	< 0,001**	1,103	1,047	1,162
Tragezeit ≥ 260 d	0,085	0,030	0,004**	1,089	1,027	1,154
Konstante	-28,002	7,935	< 0,001**	< 0,001		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, Ref. = Referenzkategorie,
männl. = männlich

Abhängige Variable: Schweregeburt

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Kalbanzahl, Konzeptionssaison, Dauer TS 2, Kalbeschicht, Kalbesaison

4.2.18. Multivariable logistische Regressionsanalyse Pluripara

Für die Bestimmung der Faktoren, die Einfluss auf die Schweregeburtenrate bei den Mehrkalbskühen nehmen, wird ebenfalls eine multivariable logistische Regressionsanalyse mit den Untersuchungsgrößen durchgeführt. Nach der schrittweisen Selektion verbleiben sechs Faktoren, die das Vorkommen von Dystokien bei Pluripara signifikant beeinflussen. Tabelle 46 zeigt das Ergebnis.

Die Anzahl der Nachkommen stellt die mit Abstand wichtigste Einflussgröße bei den Mehrkalbskühen dar. Zwillingsgeburten sind mit einem Anstieg der Chance des assistierten Kalbeverlaufs um das 42-fache (OR: 42,132) assoziiert, im Vergleich zu Kalbungen mit nur einem Nachkommen. Die zweitwichtigste Einflussgröße ist die Kälbervitalität. Handelt es sich um die Geburt eines toten Kalbes steigt, im Vergleich zur Lebendgeburt, die Chance eines schweren Geburtsverlaufs auf über das siebenfache (OR: 7,034) an. Auch das Kalbgeschlecht und die Tragezeit beeinflussen das Vorkommen von Schweregeburten. Geburten von Bullenkälbern stehen im Zusammenhang mit einem Anstieg der Dystokierate um den Faktor 1,042, im Vergleich zur Geburt weiblicher Nachkommen. Beträgt die Trächtigkeitsdauer mindestens 260 Tage, geht jeder zusätzliche Tag mit einem Anstieg der Dystokierate um den Faktor 1,053 einher, im Vergleich zu Kühen ohne diese zusätzliche Tragezeit. Die Kalbeschicht und die Konzeptionssaison sind die Faktoren, die im

Zusammenhang mit einer Abnahme der Dystokierate stehen. Geburten in der Nachtschicht sind mit einer Reduktion schwerer Kalbeverläufe auf 67,5% assoziiert, im Vergleich zu Kalbungen in der Frühschicht. Hat die Kuh im Herbst 2012 konzipiert sinkt die Wahrscheinlichkeit der Schweregeburt auf ca. 60% (OR: 0,594), im Vergleich zur erfolgten Konzeption im Winter 2012/13.

Tabelle 46: Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate bei Pluripara

Variable	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
					Unterer	Oberer
Kalbanzahl	3,741	0,633	< 0,001**	42,132	12,183	145,709
Totgeburt	1,951	0,408	< 0,001**	7,034	3,164	15,637
Kalbgeschlecht	0,350	0,137	0,010**	1,420	1,086	1,855
Tragezeit ≥ 260 d	0,052	0,015	0,001**	1,053	1,023	1,085
Frühschicht (Ref.)			0,018*			
Spätschicht	0,126	0,158	0,427	1,134	0,832	1,545
Nachtschicht	-0,393	0,169	0,020*	0,675	0,485	0,941
JZ Konz.=Winter (Ref.)			< 0,001**			
JZ Konz.=Frühling	0,343	0,177	0,052	1,409	0,997	1,992
JZ Konz.=Sommer	-0,171	0,202	0,397	0,843	0,567	1,252
JZ Konz.=Herbst	-0,520	0,183	0,005**	0,594	0,415	0,852
Konstante	-15,562	4,192	< 0,001**	< 0,001		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, Ref. = Referenzkategorie,
 JZ = Jahreszeit, Konz. = Konzeption

Abhängige Variable: Schweregeburt

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Kalbgewicht, Kalbvater Kühe, Kalbesaison, RFD TS 1, NEFA TS 2, Calcium Kalbung

4.3. Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate

Für die Bestimmung der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate werden die Zwillingsgeburten mit einem toten und einem lebend geborenen Kalb ($n = 7$) aus der Berechnung eliminiert. In den Analysen verbleiben die Zwillingsgeburten aus denen zwei lebende bzw. zwei tote Nachkommen hervorgehen. Dadurch erhöht sich die Totgeburtenrate auf 5,8%. Zu den Totgeburten zählen alle tot geborenen oder innerhalb von 30 Minuten p.p. letal verendeten Kälber.

4.3.1. Laktationszahl

Tabelle 47 stellt die Totgeburtenrate nach Laktationen dar. Der Einfluss der Laktationszahl auf die Vitalität des Kalbes ist hochsignifikant. Die höchste Kälberverlustrate steht im Zusammenhang mit Färsengeburt und ist mit 12,8% drei- bis viermal so hoch wie die von älteren Tieren (Laktation ≥ 2). Damit gehen 58% der Totgeburten mit Kalbungen von Primipara einher. Die niedrigste Totgeburtenrate (2,6%) ist mit Kalbungen von Drittlaktierenden assoziiert.

Tabelle 47: Einfluss der Laktationszahl auf die Totgeburtenrate

		1. Lakt.	2. Lakt.	3. Lakt.	4. Lakt.	$\geq 5.$ Lakt.	Summe
Lebend- geburt	Anzahl	444	500	412	292	182	1830
	Erw. Anz.	480	486	399	287	178	1830
	%	87,2% ^a	96,9% ^b	97,4% ^b	95,7% ^b	96,3% ^b	94,2%
Totgeburt	Anzahl	65	16	11	13	7	112
	Erw. Anz.	29	30	24	18	11	112
	%	12,8% ^a	3,1% ^b	2,6% ^b	4,3% ^b	3,7% ^b	5,8%
Anzahl		509	516	423	305	189	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 63,239, $p < 0,001$

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Lakt. = Laktation, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.3.2. Anzahl der Kälber

In Tabelle 48 ist der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Nachkommen und dem Vorkommen von Kälberverlusten veranschaulicht. Es besteht eine signifikante Assoziation ($p = 0,019$) zwischen der Totgeburtenrate und der Anzahl der geborenen Kälber. Zwillingsgeburten gehen im Untersuchungszeitraum mit einer Mortalitätsrate von 12,7% einher. Die Wahrscheinlichkeit der Totgeburt bei Mehrlingskalbungen ist damit mehr als doppelt so hoch wie die der Kalbungen mit nur einem Nachkommen (5,5%).

Tabelle 48: Einfluss der Nachkommensanzahl auf die Totgeburtenrate

		Einling	Zwilling	Summe
Lebendgeburt	Anzahl	1768	62	1830
	Erw. Anz.	1763	67	1830
	%	94,5% ^a	87,3% ^b	94,2%
Totgeburt	Anzahl	103	9	112
	Erw. Anz.	108	4	112
	%	5,5% ^a	12,7% ^b	5,8%
Anzahl		1871	71	1942

p (nach Fisher-Exakter): 0,019

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, *p* = Signifikanz

4.3.3. Kälbergeburtsgewicht

Tabelle 49 zeigt den Zusammenhang zwischen der Totgeburtenrate und dem Kälbergeburtsgewicht im Untersuchungszeitraum. In der Analyse sind Zwillingssgeburten ausgeschlossen. Die Berechnung über alle Probanden ergibt eine hochsignifikante Assoziation ($p < 0,001$) zwischen der Höhe des fetalen Gewichts und dem Vorkommen von Kälberverlusten. Jedes zusätzliche Kilogramm Kälbergewicht geht mit einer Senkung der Totgeburtenrate auf 89,0% (OR: 0,890) einher, im Vergleich zu Kühen mit leichteren Nachkommen. Die separate Auswertung nach Primi- und Pluripara liefert ähnliche Ergebnisse. Jedes zusätzliche Kilogramm Kälbergeburtsgewicht steht im Zusammenhang mit einer Abnahme der Chance einer Totgeburt bei Primipara auf knapp 91% (OR: 0,913) und bei Pluripara auf etwa 93% (OR: 0,934).

Der Einfluss des neonatalen Gewichts auf den Ausgang der Geburt ist in Abbildung 5 veranschaulicht. Auffallend ist, dass die Graphen für die vorhergesagte Wahrscheinlichkeit der Totgeburt in Abhängigkeit vom Kälbergeburtsgewicht bei Primi- und Pluripara konträr verlaufen. Bei Erstkalbinnen beträgt die Wahrscheinlichkeit des letalen Geburtsausgang bei einem Kälbergewicht von unter 20 kg nahezu 100%. Mit jedem zusätzlichen Kilogramm neonataler Masse sinkt die Chance der Kälberverluste sehr stark ab und erreicht ein Minimum von 10% bei ca. 42 kg Geburtsgewicht. Danach steigt das Risiko des letalen Geburtsausgangs für Nachkommen von Primipara sehr schnell wieder stark bis auf etwa 45% bei einem neonatalem Gewicht von ca. 58 kg an.

Bei Kalbungen von Pluripara beträgt die höchste vorhergesagte Wahrscheinlichkeit der Totgeburt gerade mal 10% bei einem Geburtsgewicht von etwa 25 kg. Mit jedem zusätzlichen Kilogramm, die die Nachkommen von Mehrkalbskühen zur Geburt aufweisen, sinkt die Chance des letalen Kalbeverlaufs stetig weiter ab und erreicht ein Minimum von nahezu 0% bei 65 kg.

Tabelle 49: Einfluss des Geburtsgewichts auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Kalbgewicht	1864	-0,117	0,018	< 0,001**	0,890	0,860	0,921
Konstante		2,057	0,717	0,004**	7,821		
<i>Kalbgewicht P</i>	499	-0,091	0,026	< 0,001**	0,913	0,868	0,960
<i>Konstante</i>		1,688	1,006	0,093	5,409		
<i>Kalbgewicht M</i>	1365	-0,068	0,030	0,022*	0,934	0,881	0,990
<i>Kalbgewicht M</i>		-0,536	1,295	0,679	0,585		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, P = Primipara, M = Multipara

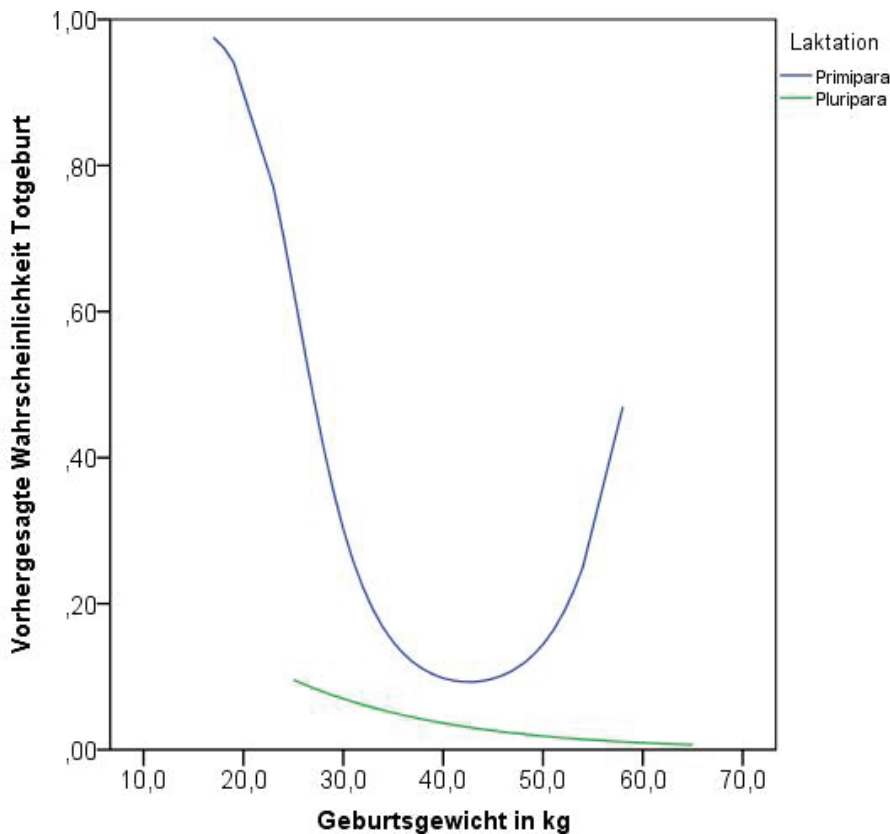


Abbildung 5: Totgeburtenrate in Abhängigkeit vom Kälbergeburtsgewicht

4.3.4. Geburtsverlauf

In Tabelle 50 ist die Kälbermortalitätsrate nach Geburtsverläufen dargestellt. Der Einfluss des Kalbeverlaufes auf die Totgeburtenrate ist hochsignifikant ($p < 0,001$). Die Anwendung von schwerer Geburtshilfe durch \geq zwei Personen bzw. des mechanischen Geburtshelfers (Kalbeverlauf 3) oder Eingriffe durch den Tierarzt (Kalbeverlauf 4) stehen im Zusammenhang mit einem drastischen Anstieg der Kälberverlustrate auf 23,6% bis 60%. Die meisten

Totgeburten sind mit dem Geburtsverlauf 4 assoziiert (60%), wobei die Beobachtungsanzahl jedoch sehr gering ($n = 5$) ist. Die Kälbermortalitätsraten der unbeobachteten Kalbungen in der Vorbereitungsgruppe (Geburtsverlauf = 0) und der betreuten Kalbungen in der Einzelbox (Geburtsverlauf = 1) unterscheiden sich nicht signifikant.

Tabelle 50: Einfluss des Kalbeverlaufs auf die Totgeburtenrate

		Kalbeverlauf					Summe
		0	1	2	3	4	
Lebend- geburt	Anzahl	247	978	441	162	2	1830
	Erw. Anz.	238	940	448	200	5	1830
	%	97,6% ^a	98,1% ^a	92,8% ^b	76,4% ^c	40,0% ^c	94,2%
Totgeburt	Anzahl	6	19	34	50	3	112
	Erw. Anz.	15	57	27	12	0	112
	%	2,4% ^a	1,9% ^a	7,2% ^b	23,6% ^c	60,0% ^c	5,8%
Anzahl		253	997	475	212	5	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 183,315, $p < 0,001$

^{a-c} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, 0 = unbeobachtete Kalbung, 1 = leichte Kalbung ohne Hilfe, 2 = leichte Zughilfe, 3 = schwere Geburtshilfe mit ≥ 2 Personen oder mechanischer Geburtshelfer, 4 = Eingriff durch Tierarzt, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.3.5. Trächtigkeitsdauer

Tabelle 51 zeigt den Einfluss der Trächtigkeitsdauer auf das Vorkommen von Totgeburten. Zwischen der Länge der Tragezeit und der Kälbervitalität zur Geburt besteht eine hochsignifikante Assoziation ($p < 0,001$). Jede zusätzlichen 24 h Trächtigkeitsdauer stehen im Zusammenhang mit einer Abnahme der Chance der Totgeburt auf 94,9%, im Vergleich zu Kühen ohne diese extra Tragezeit. Bei einer getrennten Auswertung nach der Laktationszahl bleibt der signifikante Zusammenhang zwischen der Trächtigkeitsdauer und der Mortalitätsrate bestehen. Die Chance der Totgeburt sinkt auf 96,3% (Primipara) bzw. auf 94,0% (Pluripara) mit jedem zusätzlichen Gestationstag, im Vergleich zu Kühen mit kürzeren Tragezeiten.

Bei Bereinigung der Trächtigkeitsdauer um die Spätaborte (Tragezeit ≥ 260 d), ist der Zusammenhang zwischen der Tragezeit und der Totgeburtenrate nicht mehr signifikant.

Abbildung 6 stellt den Zusammenhang zwischen der Tragezeit und der Kälbermortalitätsrate graphisch dar. Ihr kann man entnehmen, dass sowohl bei den Primi-, als auch bei den Pluripara bei einem Anstieg der Trächtigkeitsdauer die Wahrscheinlichkeit der Totgeburt bedeutsam sinkt. Bei den Erstkalbinnen erreicht sie bei etwa 285 d ein Minimum von unter 10%. Bei den Mehrkalbskühen sinkt sie selbst bei einer Tragezeit von ≥ 300 d nahezu auf 0% ab.

Tabelle 51: Einfluss der Tragezeit auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Tragezeit	1942	-0,052	0,011	< 0,001**	0,949	0,930	0,969
Konstante		11,421	2,860	< 0,001**	91178,241		
Tragezeit P	509	-0,037	0,018	0,034*	0,963	0,931	0,997
Konstante		8,231	4,789	0,086	3755,931		
Tragezeit M	1433	-0,062	0,014	< 0,001**	0,940	0,915	0,966
Konstante		13,472	3,765	< 0,001**	709275,320		
Tragezeit ≥ 260	1891	-0,007	0,023	0,771	0,993	0,950	1,039
Konstante		-1,107	6,307	0,861	0,331		
Tragezeit ≥ 260 P	495	0,022	0,033	0,506	1,022	0,958	1,090
Konstante		-7,985	9,001	0,375	< 0,000		
Tragezeit ≥ 260 M	1396	-0,014	0,036	0,694	0,986	0,918	1,058
Konstante		0,282	9,946	0,977	1,326		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, P = Primipara, M = Multipara

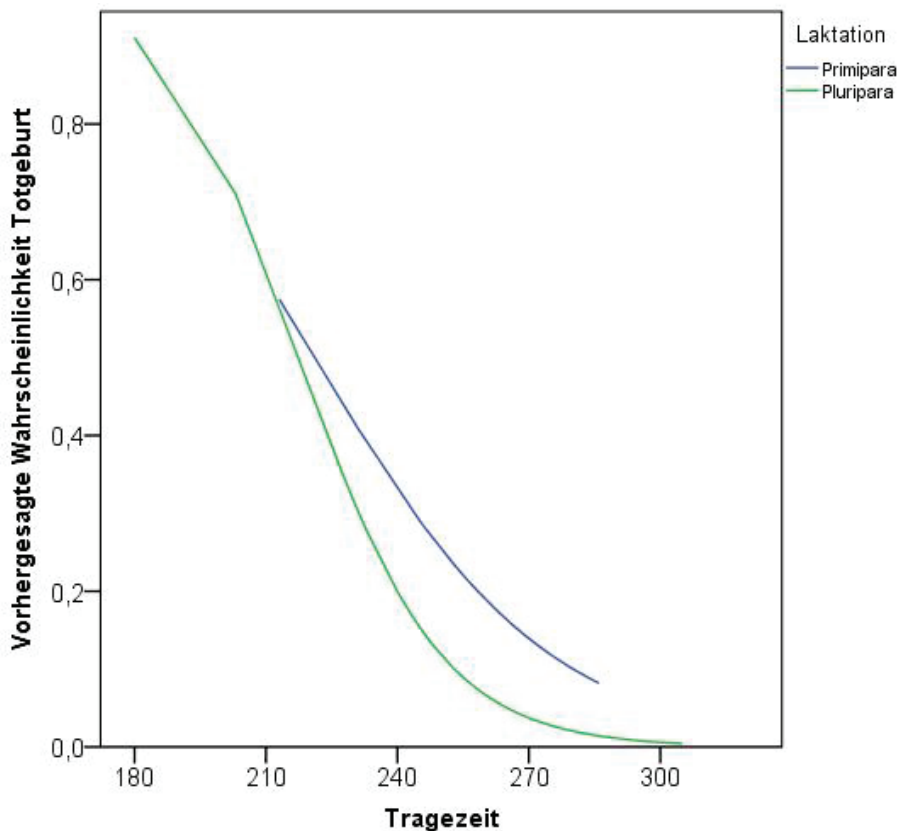


Abbildung 6: Totgeburtenrate in Abhängigkeit von der Tragezeit

4.3.6. Konzeptionssaison

Tabelle 52 stellt die Beziehung zwischen der Jahreszeit der Konzeption und der Totgeburtenrate dar. Im Untersuchungsbetrieb besteht ein signifikanter Einfluss der Konzeptionssaison auf die Kälbervitalität ($p = 0,011$). Konzeptionen im Frühling 2013 sind mit den höchsten Totgeburtenraten assoziiert (8,2%). Die niedrigsten Mortalitätsraten stehen im Zusammenhang mit erfolgter Konzeption im Sommer 2012 (2,9%). Im Anhang in Tabelle 95 findet sich eine Auswertung der Totgeburtenrate nach dem Konzeptionsmonat.

Tabelle 52: Einfluss des Konzeptionszeitpunktes auf die Totgeburtenrate

		Sommer 2012	Herbst 2012	Winter 2012/13	Frühling 2013	Summe
Lebend- geburt	Anzahl	362	490	521	457	1830
	Erwartete Anz.	351	489	520	469	1830
	%	97,1 ^a	94,4 ^{a,b}	94,4 ^{a,b}	91,8 ^b	94,2
Totgeburt	Anzahl	11	29	31	41	112
	Erwartete Anz.	22	30	32	29	112
	%	2,9 ^a	5,6 ^{a,b}	5,6 ^{a,b}	8,2 ^b	5,8
Anzahl		373	519	552	498	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 11,076, $p: 0,011$

^{a, b} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

4.3.7. Kalbvater

Für die Auswertung der Beziehung zwischen dem Vater des Nachkommen und dem Auftreten von Totgeburten werden die Analysen mit den bereits unter Punkt 4.2.8. erläuterten Untersuchungsvariablen „Kalbvater Färsen“ und „Kalbvater Kühe“ durchgeführt.

In den Tabellen 53 und 54 ist der Einfluss des Kalbvaters auf das Vorkommen von Totgeburten bei Primi- und Pluripara im Untersuchungszeitraum gezeigt. Sowohl bei den Erstkalbinnen, als auch bei den älteren Kühen besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vater des Kalbes und der Vitalität des Neonaten zur Geburt. Bei den Färsen gehen knapp ein Viertel (24,4%) aller Kalbungen mit Totgeburten einher, wenn es sich um den Bullen „Ceasar“ (B) als Vater der Nachkommen handelt. Die wenigsten Kälberverluste (3,0%) sind mit „Precinct“ (E) assoziiert. Die in der Analyse ermittelte Vitalität zur Geburt der Nachkommen der verbleibenden fünf Bullen bzw. der „sonstigen Kalbväter“ (L) streuen relativ weit (4,8 - 17,7%).

Die höchste Kälbermortalitätsrate bei den Pluripara (9,2%) steht mit „Greatest“ (F) als Kalbvater im Zusammenhang. Und auch bei Kalbungen mit „Ceasar“ (B) als Vater der Nachkommen ist die Wahrscheinlichkeit der neonatalen Mortalität signifikant hoch (7,9%). Die beste Kälbervitalität im Studienzeitraum wird vom Bullen „Skycrest“ (K) repräsentiert

(0,0% Totgeburten). Die in der Analyse ermittelten Werte zur Vitalität der Nachkommen der verbleibenden sieben Bullen und der „sonstigen Kalbväter“ (L) weichen nicht bedeutend voneinander ab (2,2 – 4,9%).

Tabelle 53: Einfluss des Kalbvaters auf die Totgeburtenrate bei Primipara

		A	B	C	D	E	F	G	L	Su.
1	n	59	65	51	79	64	39	75	12	444
	Erw.	54	75	54	80	58	38	73	11	444
	%	95,2 ^{a,b}	75,6 ^c	82,3 ^{c,d}	85,9 ^{b,c,d}	97,0 ^a	88,6 ^{a,b,c,d}	89,3 ^{a,b,d}	92,3 ^{a,b,c,d}	87,2
2	n	3	21	11	13	2	5	9	1	65
	Erw.	8	11	8	12	8	6	11	2	65
	%	4,8 ^{a,b}	24,4 ^c	17,7 ^{c,d}	14,1 ^{b,c,d}	3,0 ^a	11,4 ^{a,b,c,d}	10,7 ^{a,b,d}	7,7 ^{a,b,c,d}	12,8
	n	62	86	62	92	66	44	84	13	509

Pearson-Chi-Quadrat: 21,824, p: 0,003

^{a-d} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte,
 1 = Lebendgeburt, 2 = Totgeburt, A = Patent, B = Ceasar, C = Superb, D = Phomic,
 E = Precinct, F = Greatest, G = Bowie, L = Sonstige Kalbväter, Su. = Summe, n = Anzahl,
 Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 54: Einfluss des Kalbvaters auf die Totgeburtenrate bei Pluripara

		A	B	C	E	F	H	I	J	K	L	Su.
1	n	95	58	79	56	69	111	109	97	101	611	1386
	Erw.	95	61	79	56	74	111	109	99	98	605	1386
	%	96,9 ^{a,b,c}	92,1 ^c	96,3 ^{a,b,c}	96,6 ^{a,b,c}	90,8 ^c	96,5 ^{a,b,c}	96,5 ^{a,b,c}	95,1 ^{b,c}	100,0 ^a	97,8 ^{a,b}	96,7
2	n	3	5	3	2	7	4	4	5	0	14	47
	Erw.	3	2	3	2	2	4	4	3	3	20	47
	%	3,1 ^{a,b,c}	7,9 ^c	3,7 ^{a,b,c}	3,4 ^{a,b,c}	9,2 ^c	3,5 ^{a,b,c}	3,5 ^{a,b,c}	4,9 ^{b,c}	0,0 ^a	2,2 ^{a,b}	3,3
	n	98	63	82	58	76	115	113	102	101	625	1433

Pearson-Chi-Quadrat: 19,230, p: 0,023

^{a-c} = signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte,
 1 = Lebendgeburt, 2 = Totgeburt, A = Patent, B = Ceasar, C = Superb, E = Precinct,
 F = Greatest, H = Brandon, I = Embassy, J = Banff, K = Skycrest, L = Sonstige Kalbväter,
 Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

4.3.8. Dauer der Trockenstehperiode

In Tabelle 55 ist der Einfluss der Länge der einzelnen Trockenstehphasen und dem Vorkommen von Totgeburten im Untersuchungsbetrieb dargestellt. Bei den Mehrkalbskühen besteht sowohl zwischen der TS 2-Dauer als auch zwischen der gesamten Trockenstehphase und der neonatalen Mortalität ein signifikanter Zusammenhang. Die Wahrscheinlichkeit der Totgeburt sinkt mit jedem zusätzlichen Tag Aufenthalt der Mehrkalbskuh in der Gruppe der Trockensteher, im Vergleich zu Kühen ohne diese extra

Trockenstehdauer. Jeder zusätzliche Tag in der Vorbereitungsgruppe (TS 2) ist mit einer Herabsetzung der Totgeburtenrate auf 90,4% assoziiert. Eine Verlängerung der gesamten Trockenstehphase geht mit einem Rückgang der Kälbermortalität auf nur 97,3% einher. Für die Länge der ersten Trockenstehperiode (TS 1) konnte kein signifikanter Einfluss ($p = 0,168$) auf die Vitalität des Kalbes zur Geburt nachgewiesen werden.

Bei den Primipara existiert kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Dauer der Vorbereitungsperiode und dem Vorkommen von Totgeburten. Jedoch gehen längere Vorbereitungsauern tendenziell ($p = 0,057$) mit mehr Totgeburten einher.

Tabelle 55: Einfluss der Trockenstehdauer auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Dauer TS 1 M	1433	-0,015	0,011	0,168	0,985	0,963	1,007
Konstante		-2,786	0,442	< 0,001**	0,062		
Dauer TS 2 M	1432	-0,101	0,030	< 0,001**	0,904	0,852	0,959
Konstante		-2,489	0,275	< 0,001**	0,083		
Dauer TS M ges.	1433	-0,028	0,012	0,019*	0,973	0,951	0,996
Konstante.		-2,073	0,550	< 0,001**	0,126		
Dauer TS 2 P	509	0,029	0,015	0,057	1,030	0,999	1,061
Konstante		-2,325	0,259	< 0,001**	0,098		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, ges. = gesamt, M = Multipara, P = Primipara

4.3.9. Kalbepersonal

Die Kälbervitalität wirkt signifikant ($p < 0,001$) vom Kalbepersonal beeinflusst (Tabelle 56). Die wenigsten neonatalen Verluste gehen mit Person C und den Praktikanten (K) als verantwortliches Kalbepersonal einher. Die höchsten Totgeburtenraten stehen mit den Personen M, A, I und G im Zusammenhang.

Wie schon unter dem Punkt 4.2.12. erläutert, erfolgt die Auswahl des Kalbepersonals subjektiv bei vorhersehbaren Geburtskomplikationen. Sowohl die Herdenmanager (A, G) als auch der Tierarzt (M) werden bei problematischen und schwierigen Kalbungen hinzugezogen. Während der Regelarbeitszeit ist dafür sehr häufig auch Person I zuständig. Mit diesem Hintergrund und auch auf Grund der teilweisen geringen Beobachtungszahl wird das Kalbepersonal als Untersuchungsgröße von weitergehenden Analysen eliminiert.

Tabelle 56: Einfluss des Kalbpersonals auf die Totgeburtenrate

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Su.
1	n	74	55	104	198	202	299	63	340	136	66	256	31	2	1830
	Erw.	89	54	98	192	202	293	67	338	146	65	248	29	6	1830
	%	78,7	96,5	100	97,1	94,4	96,1	88,7	94,7	87,7	95,7	97,3	100	33,3	94,2
2	n	20	2	0	6	12	12	8	19	19	3	7	0	4	112
	Erw.	5	3	6	12	12	18	4	21	9	4	15	2	0	112
	%	21,3	3,5	0	2,9	5,6	3,9	11,3	5,3	12,3	4,3	2,7	0	66,7	100
	n	94	57	104	204	214	311	71	359	155	69	263	31	6	1942
	Erw.	94	57	104	204	214	311	71	359	155	69	263	31	6	1942
	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Pearson-Chi-Quadrat: 117,254, $p < 0,001$

1 = Lebendgeburt, 2 = Totgeburt, Su. = Summe, A – M = Kalbpersonal, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

4.3.10. Rückenfettdicke

Tabelle 57 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen der Kondition der Probanden zu Beginn der ersten und zweiten Trockenstehphase sowie zur Kalbung und dem Vorkommen von Totgeburten. Lediglich der Ernährungszustand der Kuh zum Kalbezeitpunkt beeinflusst die Kälbermortalitätsrate signifikant ($p = 0,014$). Mit jedem zusätzlichen Millimeter Rückenfettdicke, den die Kuh zur Kalbung aufweist, ist eine Abnahme der Chance der Totgeburt auf 95,9% assoziiert, im Vergleich zu Kühen ohne diese Konditionsreserven. Bei einer getrennten Auswertung nach der Laktationszahl ist jedoch kein signifikanter Zusammenhang mehr zwischen diesen Untersuchungsparametern nachweisbar.

Tabelle 57: Einfluss der RFD auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
RFD TS 1	1368	-0,025	0,022	0,258	0,975	0,934	1,018
Konstante		-2,964	0,368	< 0,001**	0,052		
RFD TS 2	1367	-0,027	0,017	0,129	0,974	0,941	1,008
Konstante		-2,159	0,313	< 0,001**	0,115		
RFD Kalbung	1931	-0,042	0,017	0,014**	0,959	0,928	0,992
Konstante		-2,087	0,291	< 0,001**	0,124		
RFD Kalbung P	508	0,064	0,038	0,087	1,066	0,991	1,148
Konstante		-2,886	0,590	< 0,001**	0,056		
RFD Kalbung M	1423	-0,035	0,023	0,126	0,965	0,923	1,010
Konstante		-2,748	0,421	< 0,001**	0,064		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehphase 1, TS 2 = Trockenstehphase 2 (Vorbereitung),

P = Primipara, M = Multipara

4.3.11. Blutparameter zu Beginn der Trockenstehphase 2

In Tabelle 58 sind die Zusammenhänge zwischen der Totgeburtenrate und den maternalen Phosphor- und NEFA-Konzentrationen zum Zeitpunkt des Einstellens in die Vorbereitungsgruppe (ca. 14 d a.p.) dargestellt. Es besteht eine signifikante Assoziation zwischen dem maternalen Phosphorgehalt und dem Vorkommen von neonatalen Mortalitäten ($p = 0,009$). Jede zusätzliche Einheit Phosphorkonzentration zu Beginn der TS 2-Periode steht in Relation zu einer Absenkung der Kälberverlustrate auf 46,4%, im Vergleich zu Kühen mit geringeren Phosphorgehalten. Bei separater Analyse nach der Laktationszahl wird ersichtlich, dass bei den pluriparen Kühen ein um 1 mmol/l erhöhter Phosphorserumgehalt mit einer Reduktion der Totgeburtenrate auf 33,0% (OR: 0,330) einhergeht, während bei den Primipara keine Signifikanz mehr besteht.

Außerdem ist die Regression zwischen dem Gehalt an Freien Fettsäuren und der Totgeburtenrate zu Beginn der zweiten Trockenstehphase hochsignifikant ($p < 0,001$). Eine Erhöhung der NEFA-Konzentration um 1 mmol/l steht im Zusammenhang mit einem Anstieg der Totgeburtenrate auf über das dreifache (OR: 3,237), im Vergleich zu Kühen mit niedrigeren Gehalten an Freien Fettsäuren. Bei einer getrennten Auswertung nach Primi- und Multipara wird ersichtlich, dass lediglich bei den Mehrkalbskühen eine signifikante Assoziation zwischen dem NEFA-Gehalt und der Kälbervitalität besteht. Eine um 1 mmol/l erhöhte Konzentration an Freien Fettsäuren zu Vorbereitungsbeginn geht mit einem Anstieg der Totgeburtenchance um den Faktor 2,615 einher ($p = 0,006$).

Tabelle 58: Einfluss der Blutwerte zu Beginn der TS 2 auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Phosphor TS 2	1862	-0,767	0,293	0,009**	0,464	0,261	0,825
Konstante		-1,481	0,529	0,005**	0,227		
<i>Phosphor TS 2 P</i>	490	-0,338	0,482	0,484	0,713	0,277	1,836
<i>Konstante</i>		-1,303	0,878	0,137	0,272		
<i>Phosphor TS 2 M</i>	1372	-1,108	0,423	0,009**	0,330	0,144	0,756
<i>Konstante</i>		-1,600	0,746	0,032	0,202		
NEFA TS 2	1862	1,175	0,241	< 0,001**	3,237	2,017	5,196
Konstante		-3,299	0,147	< 0,001**	0,037		
<i>NEFA TS 2 P</i>	490	0,472	0,525	0,369	1,603	0,573	4,488
<i>Konstante</i>		-2,143	0,294	< 0,001**	0,117		
<i>NEFA TS 2 M</i>	1372	0,961	0,350	0,006**	2,615	1,316	5,198
<i>Konstante</i>		-3,876	0,212	< 0,001**	0,021		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, TS 2 = Trockenstehperiode 2, P = Primipara, M = Multipara, NEFA = Freie Fettsäuren

4.3.12. Blutparameter zur Kalbung

Tabelle 59 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse zwischen der maternalen Calcium- und Phosphorkonzentration zur Kalbung und dem Vorkommen von Totgeburten. Es besteht ein signifikanter ($p = 0,023$) Zusammenhang zwischen der partalen Calciumkonzentration und der neonatalen Mortalitätsrate. Ein um 1 mmol/l erhöhter Gehalt an Calcium im maternalen Serum zum Kalbezeitpunkt geht mit einem Anstieg der Kälberverlustrate um den Faktor 1,722 einher, im Vergleich zu Kühen ohne erhöhte Calciumwerte. Bei separater Analyse nach Primi- und Pluripara geht die Signifikanz zwischen den Untersuchungsgrößen jedoch verloren.

Außerdem beeinflusst die maternale Phosphorkonzentration zur Kalbung die Kälbervitalität signifikant ($p = 0,001$). Ein Anstieg des Phosphorgehaltes um 1 mmol/l ist mit einer Steigerung der neonatalen Mortalitätsrate um das 1,984- (alle Tiere) bzw. um das 1,938-fache (Pluripara) verbunden, im Vergleich zu Tieren ohne erhöhte Phosphorwerte. Bei den Primipara gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Totgeburtenrate und dem Phosphorgehalt zur Kalbung ($p = 0,710$).

Tabelle 59: Einfluss der Blutparameter zur Kalbung auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
Calcium Kalbg.	1912	0,544	0,239	0,023*	1,722	1,077	2,753
Konstante		-3,982	0,527	< 0,001**	0,019		
Calcium Kalbg. P	504	-0,591	0,467	0,206	0,554	0,222	1,383
Konstante		-0,611	1,043	0,558	0,543		
Calcium Kalbg. M	1408	0,453	0,332	0,172	1,572	0,821	3,012
Konstante		-4,398	0,718	< 0,001**	0,012		
Phosphor Kalbg.	1921	0,685	0,204	0,001**	1,984	1,330	2,958
Konstante		-3,737	0,306	< 0,001**	0,024		
Phosphor Kalbg. P	504	0,146	0,392	0,710	1,157	0,537	2,494
Konstante		-2,139	0,585	< 0,001**	0,118		
Phosphor Kalbg. M	1417	0,662	0,289	0,022*	1,938	1,099	3,418
Konstante		-4,283	0,429	< 0,001**	0,014		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, Kalbg. = Kalbung,
P = Primipara, M = Multipara

4.3.13. Weitere Untersuchungsparameter

Folgende Variablen wurden hinsichtlich ihrer Signifikanz für das Vorkommen von Totgeburten ebenfalls untersucht und geprüft:

- Kalbgeschlecht,
- Kalbemonat,
- Kalbesaison,
- Kalbeschicht,
- Uhrzeit der Kalbung (im 2 h-Intervall)
- Gabe von Kexxtone®,
- Erstkalbealter
- Tragezeit < 260 d,
- Zwischentragezeit,
- Zwischenkalbezeit,
- Calciumkonzentration 14 d a.p. (Calcium TS 2),
- Konzentration an Betahydroxybutyrat 14 d a.p. (BHB TS 2),
- Konzentration an Betahydroxybutyrat zur Kalbung (BHB Kalbung) und
- Konzentration an Freien Fettsäuren zur Kalbung (NEFA Kalbung).

Für diese Untersuchungsgrößen konnte in den verschiedenen statistischen Berechnungen kein signifikanter Zusammenhang mit der Totgeburtenrate nachgewiesen werden. Die Kreuztabellen und die Ergebnisse der Signifikanz-Prüfung nach Fisher-Exakter für die Assoziation zwischen der Totgeburtenrate und dem Kalbgeschlecht bzw. der Kexxtone®-Gabe sind in Tabelle 96 und 101 im Anhang abgebildet. In den Tabellen 97 - 100 im Anhang sind die Ergebnisse des Chi-Quadrat-Tests für die Untersuchung des Einflusses des Kalbemonats, der Jahreszeit der Kalbung (Kalbesaison) und der Kalbeschicht und der Kalbezeit im 2 h-Intervall auf das Vorkommen von Totgeburten dargestellt. Bei den übrigen Untersuchungsgrößen handelt es sich um metrische und nicht-normalverteilte Variablen. Die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalysen sind in Tabelle 102 im Anhang zusammengefasst.

4.3.14. Multivariable logistische Regressionsanalyse Primipara

In Tabelle 60 ist das Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Erstlaktierenden dargestellt. Im Ergebnis der schrittweisen manuellen Vorwärtsselektion bleiben drei Untersuchungsgrößen signifikant.

Dystokien stellen bei Primipara den größten Risikofaktor für Kälbermortalitäten dar. Ab einem Kalbeverlauf von ≥ 2 (mäßig schwere Geburt, Anwendung von manueller Geburtshilfe durch eine Person) steigt die Chance für ein totgeborenes Kalb auf das 5,470-fache an, im

Vergleich zu problemlos geborenen Kälbern (Geburtsverlauf ≤ 1). Die zweitwichtigste Größe stellt das Kälbergewicht dar. Jedes zusätzliche Kilogramm neonataler Masse steht im Zusammenhang mit einer Absenkung der Kälbermortalität auf ca. 88% (OR: 0,883), im Vergleich zu Nachkommen mit niedrigeren Geburtsgewichten. Wie bereits unter dem Punkt 4.3.3. und außerdem in Abbildung 5 unter der Tabelle graphisch veranschaulicht, trifft diese Aussage in Abhängigkeit von der Höhe des Kälbergewichts nur begrenzt zu. Ab einem Geburtsgewicht von etwa 42 kg steigt mit jedem zusätzlichen Kilogramm die Wahrscheinlichkeit der neonatalen Mortalität von Färsenkälbern wieder an.

Im Untersuchungsbetrieb spielt außerdem der Konzeptionszeitraum eine entscheidende Rolle für die Kälbervitalität zur Geburt. Im Vergleich zur Konzeption im Frühling 2013 sinken die Chancen für eine Totgeburt auf etwa 30% (OR: 0,310 - 0,360), wenn die Konzeption zu einer anderen Jahreszeit (Sommer 2012, Herbst 2012 oder Winter 2012/13) stattgefunden hat.

Tabelle 60: Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Primipara

Variable	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
					Unterer	Oberer
Schwergeburt	1,699	0,367	< 0,001**	5,470	2,667	11,220
Kalbgewicht	-0,125	0,029	< 0,001**	0,883	0,834	0,934
JZ Konz.=Frühling (Ref.)			0,003**			
JZ Konz.=Sommer	-1,172	0,441	0,008**	0,310	0,131	0,735
JZ Konz.=Herbst	-1,134	0,409	0,006**	0,322	0,144	0,718
JZ Konz.=Winter	-1,020	0,372	0,006**	0,360	0,174	0,747
Konstante	2,556	1,142	0,025*	12,879		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, JZ = Jahreszeit,
Konz. = Konzeption, Ref. = Referenzkategorie

Abhängige Variable: Totgeburt

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Kalbanzahl, Tragezeit, Kalbvater Färsen

4.3.15. Multivariable logistische Regressionsanalyse Pluripara

Die multivariable logistische Regressionsanalyse zur Bestimmung der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Mehrkalbskühen ist in Tabelle 61 dargestellt. Im Ergebnis bleiben vier Größen signifikant. Den größten Einfluss nimmt der Geburtsverlauf. Schweregeburten (Kalbeverlauf ≥ 2) stehen im Zusammenhang mit einem knapp 11-fachen (OR: 10,552) Anstieg der Wahrscheinlichkeit der Totgeburt, im Vergleich zu problemlosen Kalbungen. Im Untersuchungsbetrieb spielt außerdem der Konzeptionszeitpunkt eine Rolle. Konzeptionen vom Herbst 2012 sind mit einer Erhöhung der neonatalen Mortalität um den Faktor 7,026 assoziiert, im Vergleich zu Kühen, die im Frühling 2013 konzipiert haben.

Die Trächtigkeitsdauer und der Phosphorgehalt zu Beginn der zweiten Trockenstehperiode sind Faktoren, die mit einer Abnahme der Kälberverlustrate einhergehen. Jeder zusätzliche Trächtigkeitstag steht im Zusammenhang mit einer Absenkung der Chance der Totgeburt auf knapp 95% (OR: 0,947), im Vergleich zu Kühen ohne diese extra Tragezeit. Darüber hinaus wird die Vitalität der Neonaten von der Höhe der maternalen Phosphorkonzentration zum Zeitpunkt des Einstellens in die Vorbereitungsgruppe beeinflusst. Ein Anstieg des Phosphorgehaltes im maternalen Serum um 1 mmol/l geht mit einer Abnahme der Wahrscheinlichkeit der Totgeburt auf knapp 30% (OR: 0,284) einher, im Vergleich zu Kühen mit geringeren Phosphorkonzentrationen zu Beginn der TS 2-Periode.

Tabelle 61: Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Pluripara

Variable	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
					Unterer	Oberer
Schweregeburt	2,353	0,420	<0,001**	10,552	4,619	23,967
JZ Konz.=Frühling (Ref.)			0,003**			
JZ Konz.=Sommer	-0,639	1,167	0,584	0,528	0,054	5,197
JZ Konz.=Herbst	1,950	0,656	0,003**	7,026	1,941	25,437
JZ Konz.=Winter	1,054	0,678	0,120	2,869	0,760	10,837
Tragezeit	-0,055	0,025	0,027*	0,947	0,902	0,994
Phosphor TS 2	-1,258	0,514	0,014*	0,284	0,104	0,789
Konstante	11,357	6,829	0,096	85583,492		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, JZ = Jahreszeit,
 Konz. = Konzeption, Ref. = Referenzkategorie, TS 2 = Trockenstehperiode 2

Abhängige Variable: Totgeburt

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Laktationszahl, Kalbanzahl, Kälbergewicht, Kalbvater Kühe, Dauer TS 2, Dauer TS ges., NEFA TS 2, Phosphor Kalbung

4.4. Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht

Für die Untersuchung der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht werden die Zwillingsgeburten ausgeschlossen.

4.4.1. Laktationszahl

Zwischen den mittleren Kälbergeburtsgewichten und der Laktationszahl besteht eine hochsignifikante ($p < 0,001$) schwach positive Korrelation (Tabelle 62). Die neonatalen Gewichte der Nachkommen von Erstlaktierenden unterscheiden sich signifikant von den Kälbergeburtsgewichten der Pluripara. Die Kälber von Primipara wiegen zur Geburt durchschnittlich 40,4 kg und sind damit zwischen 3,7 kg und 5,5 kg leichter als die Nachkommen von Kühen älterer Laktationen.

Außerdem bestehen signifikante Gewichtsunterschiede zwischen den Neonaten von Zweit-, Dritt und Viertlaktierenden. Die Kälber von Zweitlaktierenden wiegen durchschnittlich 1,6 kg bis 1,8 kg weniger als die Nachkommen von Kühen der dritten und vierten Laktation.

Tabelle 62: Einfluss der Laktationszahl auf das Kälbergeburtsgewicht

Laktation	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Oberggr.
1. Laktation	499	40,4 ^a	4,95	0,22	40,0	40,9
2. Laktation	496	44,1 ^b	5,40	0,24	43,6	44,5
3. Laktation	399	45,9 ^c	5,18	0,26	45,3	46,4
4. Laktation	289	45,7 ^c	5,26	0,31	45,1	46,3
≥ 5. Laktation	181	44,9 ^{b,c}	5,63	0,42	44,0	45,7
gesamt	1864	43,8	5,66	0,13	43,5	44,1

Levene-Test: 2,635, p (Levene): 0,032, Welch-Test: 84,342, p (Welch): $< 0,001$, r_s : 0,343, $p r_s$: $< 0,001$

^{a-c} = signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede im Post-hoc-Test Tamhane

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler,

KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze, p = Signifikanz,

r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho

Abbildung 7 veranschaulicht die unterschiedlichen Kälbergewichte in Abhängigkeit von der Laktationszahl. Primipara haben die leichtesten Kälber und weisen außerdem die weiteste Streuung auf (Minimum: 17,0 kg, Maximum: 58,0 kg). Drittlaktierende gebären die schwersten Kälber. Ab der vierten Laktation nehmen die mittleren Kälbergewichte zur Geburt wieder ab.

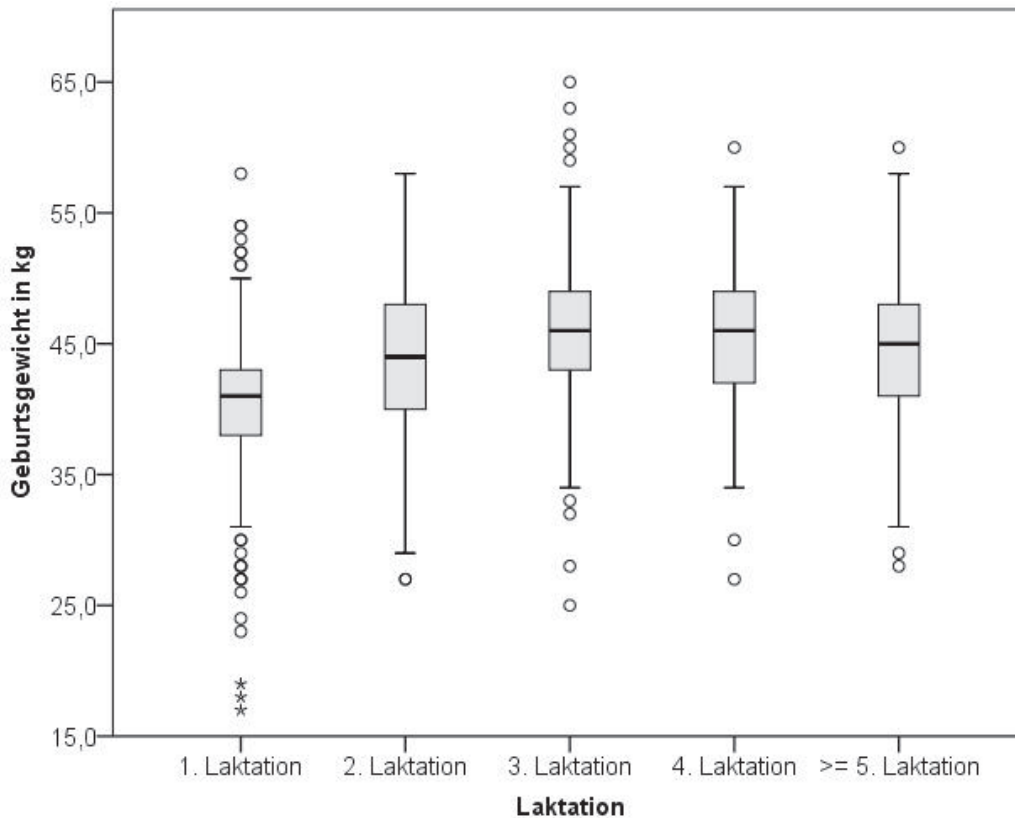


Abbildung 7: Vergleich der Kälbergeburtsgewichte nach der Laktationszahl

4.4.2. Geschlecht des Kalbes

In Tabelle 63 ist der Zusammenhang zwischen dem Geschlecht des Kalbes und dem Geburtsgewicht dargestellt. Der Einfluss des Kalbgeschlechts auf das neonatale Gewicht ist hochsignifikant. Bullenkälber sind im Durchschnitt 4,0 kg (95%-Konfidenzintervall: 3,5 kg - 4,4 kg) schwerer als Kuhkälber bei angenommener Varianzgleichheit.

Tabelle 63: Einfluss des Kalbgeschlechts auf das Kälbergeburtsgewicht

Kalbgeschlecht	n	\bar{x}	SD	SE	95 % KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Obergr.
männlich	974	45,7	5,46	0,17	45,3	46,0
weiblich	890	41,7	5,13	0,17	41,4	42,1
gesamt	1864	43,8	5,66	0,13	43,5	44,1

Levene-Test: 3,796, p (Levene): 0,052, T-Test: 16,037, p : < 0,001, \bar{x} -Differenz: 3,95 kg, SE-Differenz: 0,25

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler, KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, p = Signifikanz

4.4.3. Trächtigkeitsdauer

Tabelle 64 zeigt, dass der Zusammenhang zwischen dem Kälbergeburtsgewicht und der Trächtigkeitsdauer hochsignifikant und schwach positiv ist (Korrelationskoeffizient nach

Spearman-Rho). Bereinigt man die Tragezeit um die Kalbungen, die vor dem 260. Trächtigkeitstag stattgefunden haben (Tragezeit ≥ 260 d), erhält man ein ähnliches Resultat. Das Ergebnis der Pearson-Korrelation ist mit 0,310 zwar etwas reduziert, aber ebenfalls schwach positiv und hochsignifikant.

Tabelle 64: Einfluss der Tragezeit auf das Kälbergeburtsgewicht

		Tragezeit	Tragezeit ≥ 260 d
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient _{1,2}	0,344**	0,310**
	Signifikanz	< 0,001	< 0,001
	Anzahl	1864	1819

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig)_{1,2} = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho (Tragezeit) oder Pearson (Tragezeit ≥ 260 d)

Abbildung 8 veranschaulicht den linearen Zusammenhang zwischen der Trächtigkeitsdauer, die mindestens 260 Tage beträgt, und dem Kälbergeburtsgewicht. Längere Tragezeiten sind mit einem Anstieg der durchschnittlichen neonatalen Gewichte assoziiert (0,38 kg / d längere Tragezeit). Demzufolge gehen kürzere Trächtigkeitlängen mit der Geburt leichterer Kälber einher.

Bei drei Kälbergeburten beträgt die Trächtigkeitsdauer mehr als 290 Tage. Alle drei Gewichtsangaben liegen unter der Regressionslinie. Man kann mutmaßen, dass es sich um fehlerhaft hinterlegte Besamungsdaten oder Eingabefehler handelt.

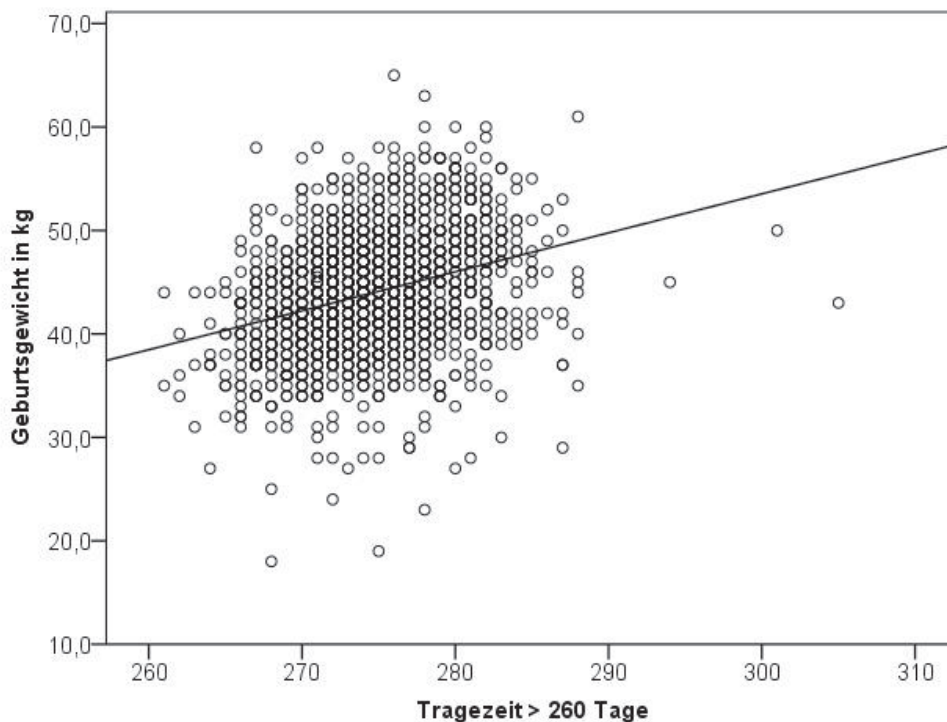


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen der Tragezeit ≥ 260 und dem Kälbergewicht
 Kälbergeburtsgewicht = $-59,43 + 0,38 \cdot \text{Tragezeit} \geq 260$ d

4.4.4. Kalbvater

In den Tabellen 65 und 66 ist der Einfluss des Kalbvaters auf die Höhe des Kälbergeburtsgewichts bei Primi- und Pluripara dargestellt. Bei den Erstkalbinnen ist der Unterschied zwischen den durchschnittlichen Geburtsgewichten in Abhängigkeit vom Kalbvater bei bestehender Varianzgleichheit signifikant ($p = 0,015$). Die höchsten mittleren Geburtsgewichte betragen 42,2 kg und treten im Zusammenhang mit Bullen aus der Gruppe der „Sonstigen Kalbväter“ auf. Die leichtesten Nachkommen wiegen im Mittel 39,5 kg und sind mit dem Vererber „Greatest“ assoziiert. Die durchschnittlichen neonatalen Gewichte der Nachkommen der restlichen Kalbväter weichen insgesamt nur um ein Kilogramm voneinander ab (40,2 – 41,2 kg).

Bei den Pluripara ist der Einfluss des paternalen Vererbers auf das Geburtsgewicht bei bestehender Varianzungleichheit signifikant ($p = 0,006$). Die schwersten Kälber wiegen im Mittel 45,9 kg und treten im Zusammenhang mit „Precinct“ als Kalbvater auf. Die niedrigsten Geburtsgewichte sind mit dem Bullen „Greatest“ assoziiert, deren Nachkommen mit durchschnittlich 43,1 kg knapp drei Kilogramm leichter als die schwersten Artgenossen sind. Wie bei den Erstkalbinnen gibt es auch bei den Kühen keine großen Streuungen zwischen den neonatalen Gewichten der übrigen Kalbväter (43,9 – 45,5 kg).

Tabelle 65: Einfluss des Kalbvaters auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara

Kalbvater	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Untergr.	Obergr.
Greatest	44	39,5	5,96	0,90	37,6	41,3
Ceasar	84	40,2	4,75	0,52	39,2	41,2
Bowie	83	40,2	3,94	0,43	39,4	41,1
Superb	57	40,2	6,22	0,82	38,6	41,9
Phomic	91	40,3	4,86	0,51	39,3	41,3
Patent	61	40,7	4,52	0,58	39,6	41,9
Precinct	66	41,2	4,31	0,53	40,2	42,3
Sonstige	13	42,2	7,40	2,05	37,8	46,7
gesamt	499	40,4	4,95	0,22	40,0	40,9

Levene-Test: 2,528, p (Levene): 0,015, Welch-Test: 0,702, p (Welch): 0,670

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler, KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, p = Signifikanz

Tabelle 66: Einfluss des Kalbvaters auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

Kalbvater	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Untergr.	Obergr.
Greatest	72	43,1	4,96	0,58	41,9	44,2
Ceasar	57	43,9	5,75	0,76	42,4	45,4
Skycrest	97	44,2	5,57	0,57	43,1	45,3
Patent	95	44,4	4,83	0,50	43,4	45,4
Brandon	111	44,9	5,49	0,52	43,8	45,9
Superb	77	45,2	5,89	0,67	43,8	46,5
Embassy	107	45,3	5,32	0,51	44,2	46,3
Banff	98	45,3	5,11	0,52	44,2	46,3
Sonstige	595	45,5	5,47	0,22	45,0	45,9
Precinct	56	45,9	4,27	0,57	44,7	47,0
gesamt	1365	45,0	5,39	0,15	44,7	45,3

Levene-Test: 0,866, p (Levene): 0,556, Welch-Test: 2,626, p (Welch): 0,006

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler, KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, p = Signifikanz

Abbildung 9 veranschaulicht die mittleren Geburtsgewichte der Neugeborenen über alle Studientiere nach paternaler Herkunft. Die „Sonstige(n)“ Kalbväter weisen die schwergewichtigsten Nachkommen und starke Schwankungen der Messwerte auf. Auch bei den Bullen „Ceasar“, „Superb“ und „Precinct“ sind die Kälbergeburtsgewichte weit gestreut.

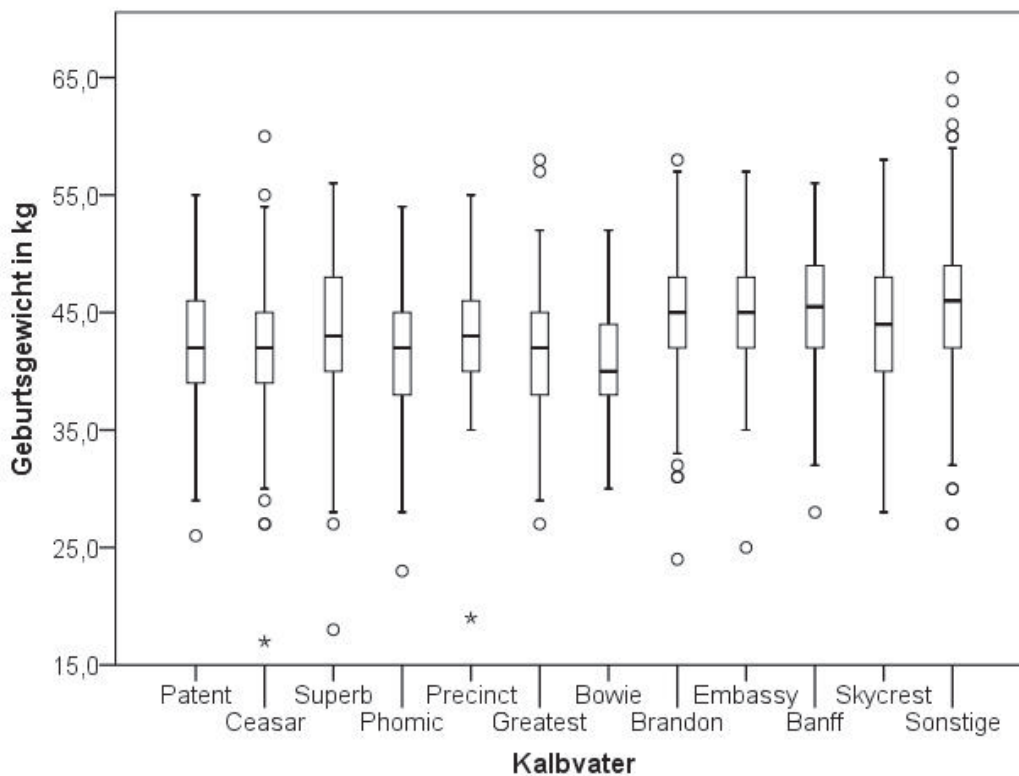


Abbildung 9: Vergleich der Kälbergeburtsgewichte nach dem Vater des Kalbes

4.4.5. Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit

Tabelle 67 zeigt die Zusammenhänge und die Regressionsgleichungen ausgewählter Reproduktionsparameter der Pluripara. Die Zwischentragezeit (ZTZ) ist signifikant und sehr schwach positiv mit dem Kälbergeburtsgewicht korreliert. Die Korrelation zwischen dem neonatalen Gewicht und der Zwischenkalbezeit (ZKZ) ist hochsignifikant und höher, aber ebenfalls sehr schwach positiv. Sowohl bei der ZTZ, als auch bei der ZKZ ist ein Anstieg mit einer Erhöhung der durchschnittlichen Geburtsgewichte assoziiert (0,01 kg / d längere ZTZ bzw. ZKZ).

Tabelle 67: Einfluss der Zwischentrage- und der Zwischenkalbezeit auf das Kälbergeburtsgewicht

		ZTZ	ZKZ
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient r_s	0,089**	0,141**
	Signifikanz r_s	0,002	< 0,001
	Anzahl	1224	1224

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig), r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit

$$\text{Geburtsgewicht} = 43,99 + 0,01 * \text{ZTZ}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 39,60 + 0,01 * \text{ZKZ}$$

4.4.6. Dauer der Trockenstehperiode Kühe

Die Dauer der gesamten Trockenstehperiode (TS gesamt) berechnet sich aus dem Aufenthalt der Mehrkalbskühe in der Gruppe der Trockensteher (Dauer TS 1) und der Vorbereiter (Dauer TS 2) bis zur Kalbung.

Tabelle 68 zeigt die Zusammenhänge zwischen den Längen der verschiedenen Trockenstehphasen der Pluripara und dem fetalen Gewicht. Das Kälbergeburtsgewicht korreliert signifikant und sehr schwach positiv mit der Dauer der ersten Trockenstehperiode (Dauer TS 1). Die Korrelation des fetalen Gewichts mit der Vorbereitungsdauer (Dauer TS 2) und der gesamten Trockenstehzeit (Dauer TS ges.) ist hochsignifikant und schwach positiv. Den Regressionsgleichungen unter der Tabelle kann man entnehmen, dass längere Trockenstehperioden allgemein in Beziehung zu höheren Kälbergeburtsgewichten stehen.

Tabelle 68: Einfluss der Trockenstehperioden der Pluripara auf das Geburtsgewicht

		Dauer TS 1	Dauer TS 2	Dauer TS ges.
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient r_s	0,082**	0,300**	0,248**
	Signifikanz r_s	0,003	< 0,001	< 0,001
	Anzahl	1365	1364	1365

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig), r_s = Korrelationskoeffizient Spearman-Rho, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2 (Vorbereitung), ges. = gesamt

$$\text{Geburtsgewicht} = 44,02 + 0,02 * \text{TS 1}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 41,76 + 0,32 * \text{TS 2}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 42,47 + 0,05 * \text{TS ges.}$$

In Abbildung 10 ist die lineare Korrelation zwischen der Länge der Trockenstehperiode 2 und dem Kälbergeburtsgewicht dargestellt. Längere Vorbereitungsdauern sind mit höheren durchschnittlichen Gewichten assoziiert. Eine Verlängerung der zweiten Trockenstehphase um einen Tag, geht mit einem Anstieg der neonatalen Masse um 0,32 kg einher.

Die graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der TS 1-Dauer und des Kälbergewichts ist in Abbildung 17 dem Anhang zu entnehmen. Ein Anstieg der TS 1-Periode um einen Tag ist mit einer Erhöhung der neonatalen Masse um 0,02 kg assoziiert.

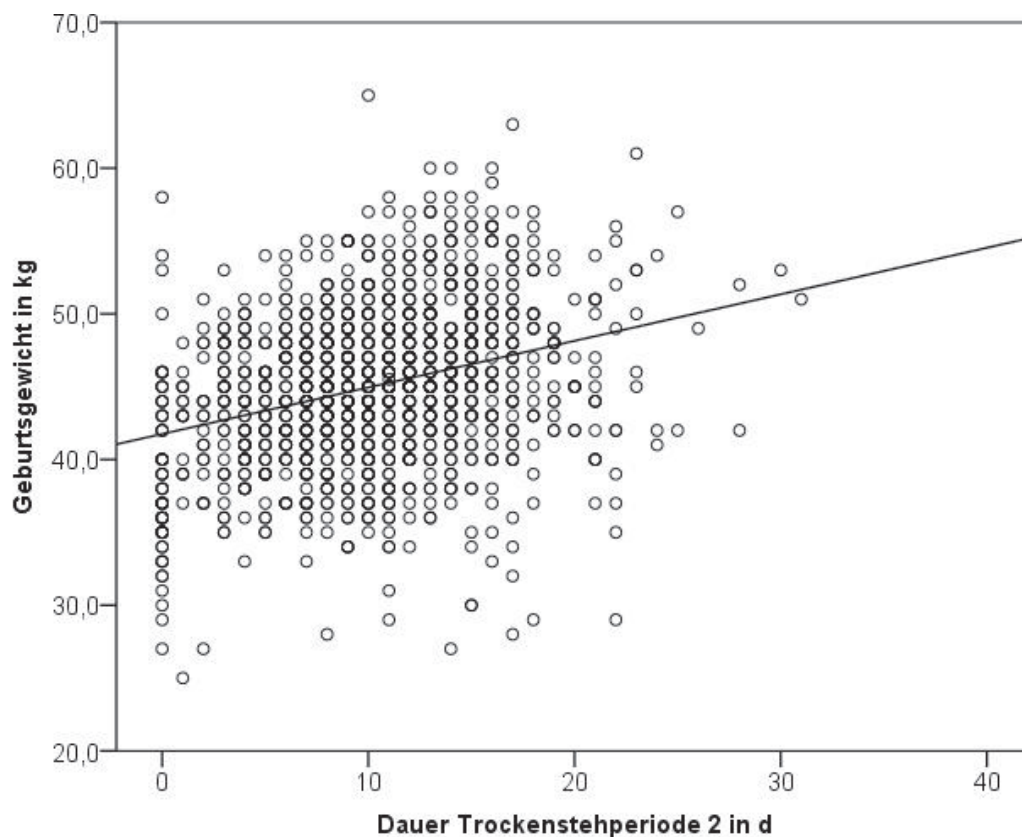


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen der Dauer der Trockenstehperiode 2 der Pluripara und dem Kälbergeburtsgewicht

In Abbildung 11 ist die lineare Korrelation zwischen der Dauer der gesamten Trockenstehperiode und den neonatalen Geburtsgewichten dargestellt. Eine Zunahme der Dauer der gesamten Trockenstehphase steht mit einem Anstieg der durchschnittlichen Kälbergeburtsgewichte im Zusammenhang. Dabei nimmt die Streuung der Werte mit zunehmender Länge der Trockenstehperiode ab. Eine Verlängerung der gesamten Trockenstehdauer um einen Tag, geht mit einer Erhöhung der durchschnittlichen neonatalen Gewichte um 0,05 kg einher.

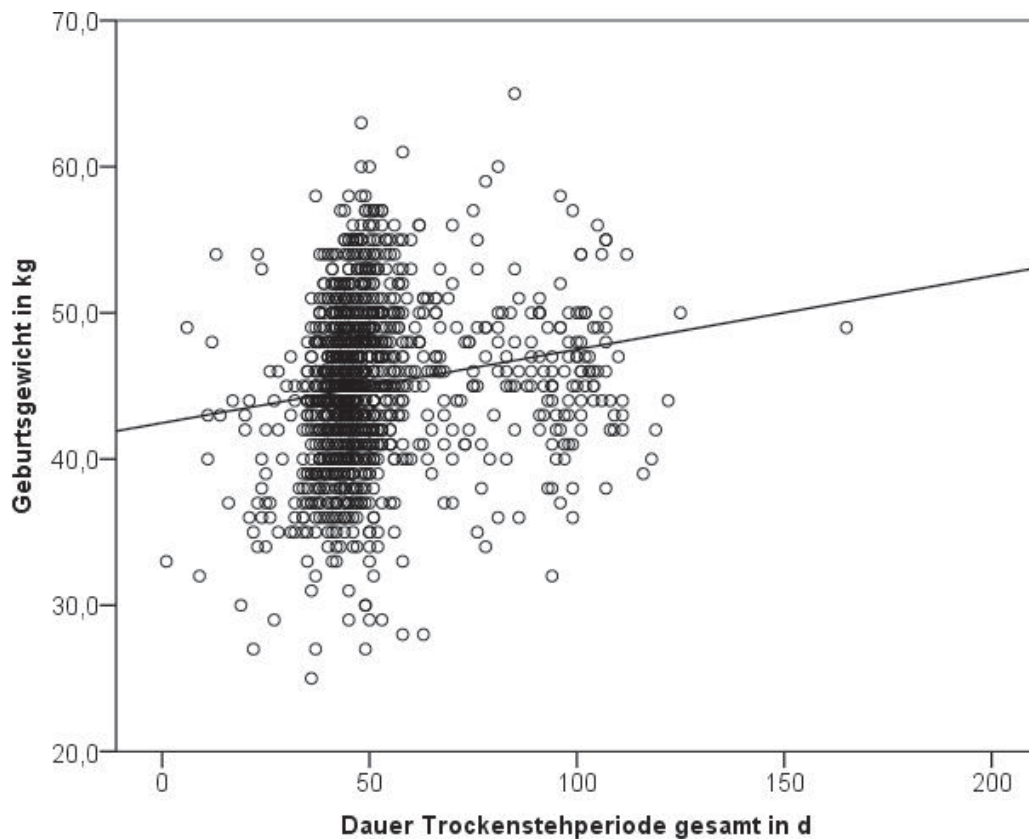


Abbildung 11: Zusammenhang zwischen der gesamten Trockenstehperiode der Pluripara und dem Kälbergeburtsgewicht

4.4.7. Zwischenauswertung „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ bei Pluripara

Mit dem Ziel, die Einflussnahme der Länge der zweiten Trockenstehphase und die der Trächtigkeitsdauer auf die Höhe des Kälbergeburtsgewichts bei Pluripara genauer zu analysieren, wird eine multivariable lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Dazu wird die Tragezeit in eine kategoriale Variable überführt, um eventuell bestehende Interaktionseffekte zu entdecken. Das Ergebnis ist in Tabelle 69 gezeigt. Sowohl die Dauer der zweiten Trockenstehperiode als auch die Tragezeit beeinflussen die Höhe des neonatalen Gewichts bei Mehrkalbskühen signifikant ($p < 0,001$). Jeder zusätzliche Tag in der Vorbereitungsgruppe ist mit einem Anstieg des Kälbergeburtsgewichts um 0,167 kg assoziiert. Kürzere Tragezeiten hingegen gehen mit niedrigen durchschnittlichen neonatalen

Gewichten einher. So steht eine Trächtigkeitsdauer ≤ 271 Tage im Zusammenhang mit einer Verringerung der Kälbergeburtsmasse um 3,123 kg. Tragezeiten zwischen 272 und 274 Tagen gehen mit der Geburt von etwa 1,4 kg ($B = 1,363$ kg) leichteren Nachkommen einher ($p = 0,002$). Gestationslängen von 275 bis 277 Tagen sind mit der signifikanten ($p = 0,043$) Reduktion des Kälbergewichts noch um durchschnittlich 0,836 kg assoziiert. Dieses Rechenmodell erklärt 11,4% (angepasstes R^2) der Variabilität der Geburtsmasse.

Die Zusammenhänge zwischen den beiden Untersuchungsgrößen und deren Einfluss auf das neonatale Geburtsgewicht werden auch in der Abbildung 12 deutlich. Sowohl der Anstieg der Trächtigkeitsdauer als auch der längere Aufenthalt des Muttertieres in der Vorbereitungsgruppe sind mit höheren Kälbergeburtsgewichten assoziiert. Es bestehen keine signifikanten Interaktionen zwischen den beiden Untersuchungsparametern.

Tabelle 69: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

Variable	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Unterggr.	Oberggr.
Konstanter Term	44,639	0,625	< 0,001**	43,413	45,865
Dauer TS 2	0,167	0,037	< 0,001**	0,094	0,240
Tragezeit ≤ 271 d	-3,123	0,536	< 0,001**	-4,174	-2,072
Tragezeit = 272-274 d	-1,363	0,440	0,002**	-2,227	-0,499
Tragezeit = 275-277 d	-0,836	0,412	0,043*	-1,645	-0,027
Tragezeit ≥ 278 d (Ref.)	0				

F: 4,486, p (F-Wert): 0,004, R^2 : 0,116, angepasstes R^2 : 0,114

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Unterggr. = Untergrenze,
 Oberggr. = Obergrenze, TS 2 = Trockenstehperiode 2 (Vorbereitung),
 Ref. = Referenzkategorie, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

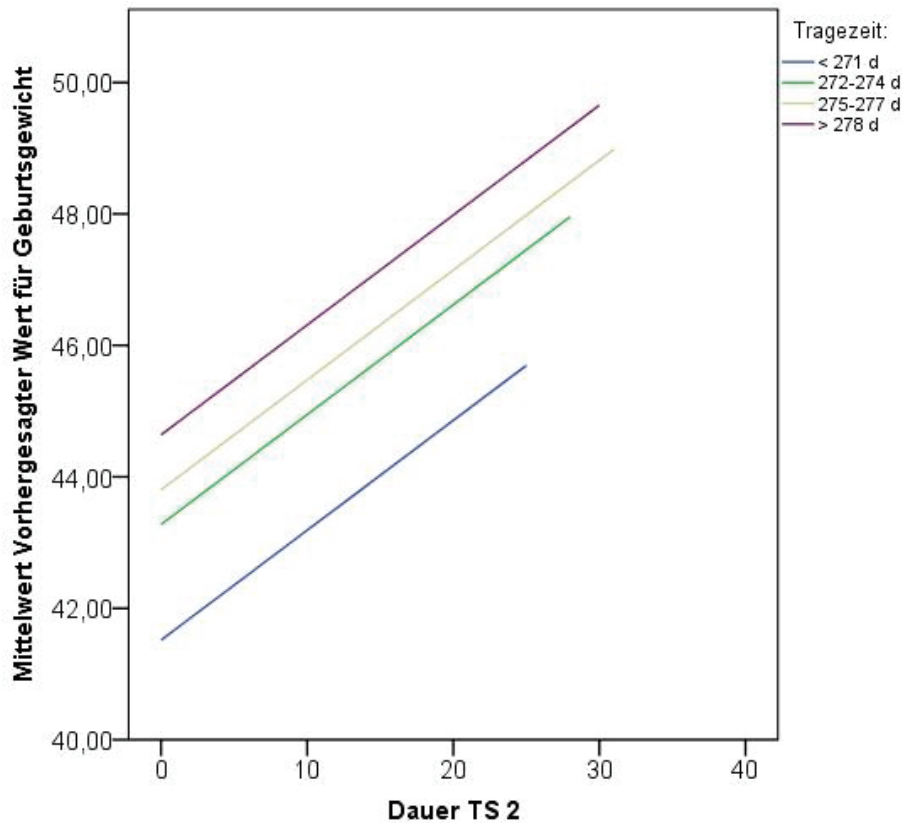


Abbildung 12: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer und der Tragezeit bei Pluripara

Bezieht man in die Analyse nur die Tiere ein, die eine Tragezeit von mindestens 260 Tagen erreicht haben (Tragezeit ≥ 260 d), erhält man ein ähnliches Ergebnis (Tabelle 70). Beide Untersuchungsvariablen nehmen einen hochsignifikanten ($p < 0,001$) Einfluss auf die Höhe des neonatalen Gewichts. Lediglich die Angaben zu der durchschnittlichen Erhöhung bzw. Verringerung der Geburtsmasse in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer bzw. Tragezeit ≥ 260 d und deren Signifikanz variieren etwas. Das Bestimmtheitsmaß des Modells (angepasstes R^2) reduziert sich auf 9,3%.

Die grafische Darstellung der Zusammenhänge zwischen den beiden Untersuchungsgrößen und deren Einfluss auf die Höhe des bovinen Geburtsgewichts ist in Abbildung 13 gezeigt. Die Zunahme der Tragezeit ≥ 260 d und der Anstieg der TS 2-Dauer stehen im Zusammenhang mit höheren neonatalen Gewichten. Es existieren keine signifikanten Interaktionseffekte.

Tabelle 70: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit ≥ 260 d“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

Variable	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Untergr.	Oberggr.
Konstanter Term	45,120	0,633	< 0,001**	43,877	46,362
Dauer TS 2	0,135	0,038	< 0,001**	0,061	0,210
Tragezeit ≤ 271 d	-3,092	0,533	< 0,001**	-4,136	-2,047
Tragezeit = 272-274 d	-1,546	0,439	< 0,001**	-2,407	-0,685
Tragezeit = 275-277 d	-0,956	0,409	0,020*	-1,759	-0,152
Tragezeit ≥ 278 d (Ref.)	0				

F: 4,956, p (F-Wert): 0,002, R^2 : 0,096, angepasstes R^2 : 0,093

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze, TS 2 = Trockenstehperiode 2, Ref. = Referenz, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

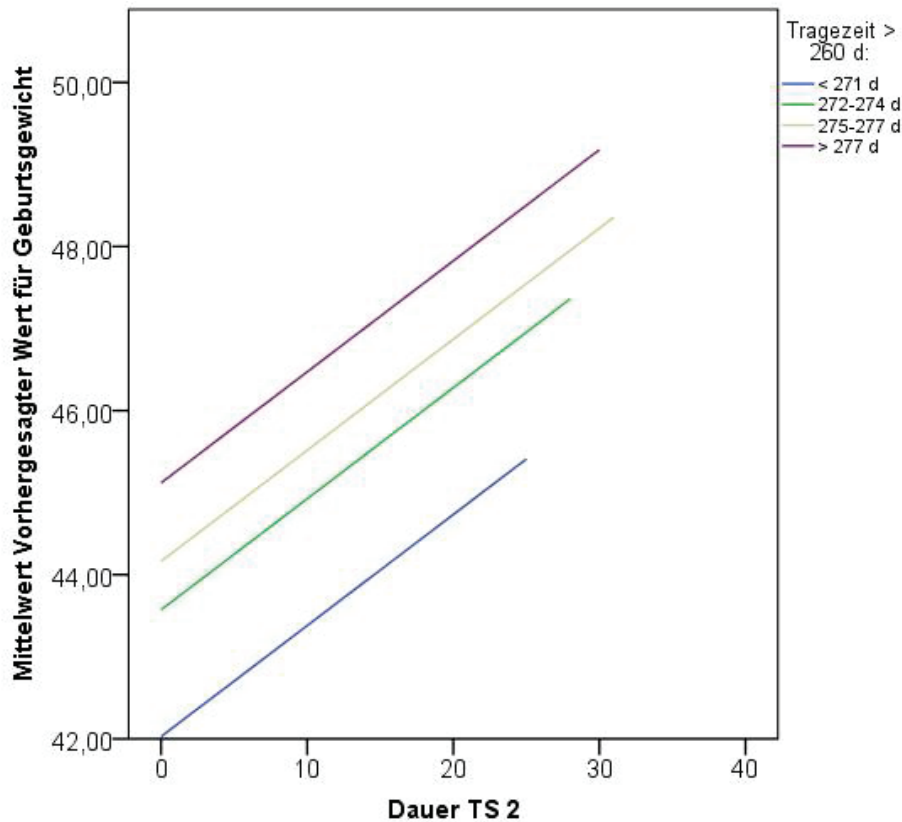


Abbildung 13: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer und der Tragezeit ≥ 260 d bei Pluripara

4.4.8. Vorbereitungsdauer Färsen

Die Erstkalbinnen werden etwa zwei Wochen vor dem errechneten Kalbetermin in eine eigene Vorbereitungsgruppe, separat von den Mehrkalbskühen, verbracht. Die Korrelation zwischen der Vorbereitungsdauer der Färsen und dem Gewicht des neugeborenen Kalbes ist hochsignifikant ($p < 0,001$) und schwach positiv (Tabelle 71).

Tabelle 71: Einfluss der Vorbereitungsdauer der Primipara auf das Geburtsgewicht

		Dauer TS 2
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient r_s	0,271**
	Signifikanz r_s	< 0,001
	Anzahl	499

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig), r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, TS 2 = Trockenstehperiode 2

Abbildung 14 veranschaulicht die lineare Korrelation zwischen der Aufenthaltsdauer der Primipara in der TS 2-Gruppe und dem neonatalen Gewicht. Längere Vorbereitungsperioden stehen mit steigenden mittleren Geburtsgewichten im Zusammenhang. Jeder zusätzliche Tag in der TS 2-Gruppe geht mit einer Erhöhung der fetalen Masse um 0,15 kg einher.

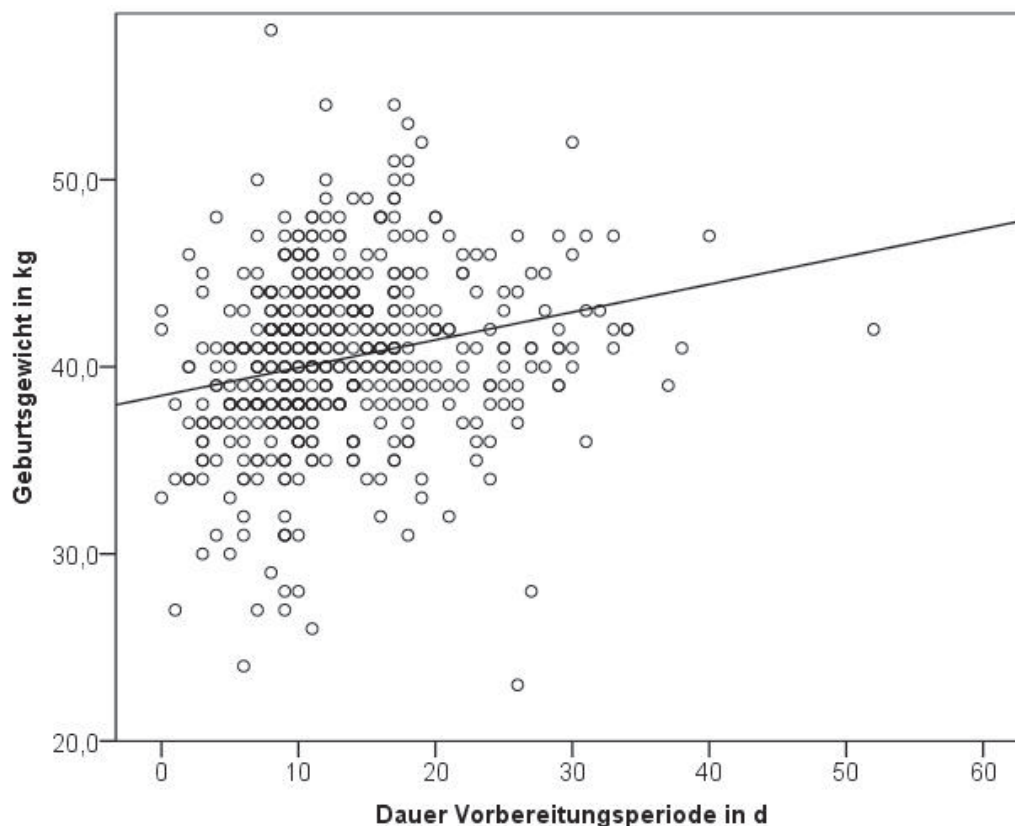


Abbildung 14: Zusammenhang zwischen der Vorbereitungsdauer der Primipara und dem Kälbergeburtsgewicht

$$\text{Geburtsgewicht} = 38,46 + 0,15 * \text{TS 2}$$

4.4.9. Zwischenauswertung „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ bei Primipara

Um den Einfluss der Tragezeit und der Vorbereitungsdauer und mögliche gemeinsame Effekte der zwei Untersuchungsgrößen auf die Höhe des Kälbergeburtsgewichts bei Primipara zu analysieren wird eine multivariable lineare Regressionsberechnung vorgenommen. Das Ergebnis ist in Tabelle 72 dargestellt. Sowohl die TS 2-Dauer als auch die Tragezeit beeinflussen das neonatale Gewicht signifikant. Jeder zusätzliche Tag Aufenthalt des Muttertieres in der Vorbereitungsgruppe ist mit einem Anstieg der durchschnittlichen Geburtsmasse um 0,073 kg assoziiert. Kürzere Tragezeiten hingegen gehen, wie bei den Pluripara, mit der Geburt leichterer Kälber einher. Dabei gilt im Allgemeinen: Je kürzer die Gestationslänge, desto geringer das Kälbergewicht zur Geburt. So stehen Trächtigkeitsdauern ≤ 271 Tage mit einer signifikanten ($p < 0,001$) Abnahme des neonatalen Gewichts um durchschnittlich 4 kg ($B = 4,068$ kg) im Zusammenhang. Wird das Kalb durchschnittlich 272 bis 274 Tage ausgetragen, geht das mit einer Verringerung der Geburtsmasse um etwa 2 kg ($B = 2,029$ kg) einher ($p = 0,002$). Für Tragezeiten zwischen 275 und 277 Tagen konnte kein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,084$) mit dem Geburtsgewicht nachgewiesen werden. Dieses Modell erklärt 12,1% der Variabilität der Kälbergeburtsgewichte im Untersuchungsbetrieb.

Die Zusammenhänge zwischen den Untersuchungsgrößen und ihr Einfluss auf die Höhe der neonatalen Geburtsmasse sind in Abbildung 15 grafisch veranschaulicht. Wie bei den Pluripara gehen im Allgemeinen sowohl höhere Tragezeiten als auch längere TS 2-Dauern mit höheren durchschnittlichen Kälbergeburtsgewichten einher. Es bestehen keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen beiden Variablen, die mit der Entwicklung des Kälbergeburtsgewichts assoziiert sind.

Tabelle 72: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara

Variable	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Untergr.	Oberggr.
Konstanter Term	41,480	0,741	< 0,001**	40,023	42,937
Dauer TS 2	0,073	0,031	0,019*	0,012	0,135
Tragezeit ≤ 271 d	-4,068	0,654	< 0,001**	-5,352	-2,783
Tragezeit = 272-274 d	-2,029	0,656	0,002**	-3,319	-0,740
Tragezeit = 275-277 d	-1,116	0,644	0,084	-2,382	0,151
Tragezeit ≥ 278 d (Ref.)	0				

F: 2,251, p (F-Wert): 0,082, R²: 0,128, angepasstes R²: 0,121

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, TS 2 = Trockenstehperiode 2, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen, Ref. = Referenzkategorie

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

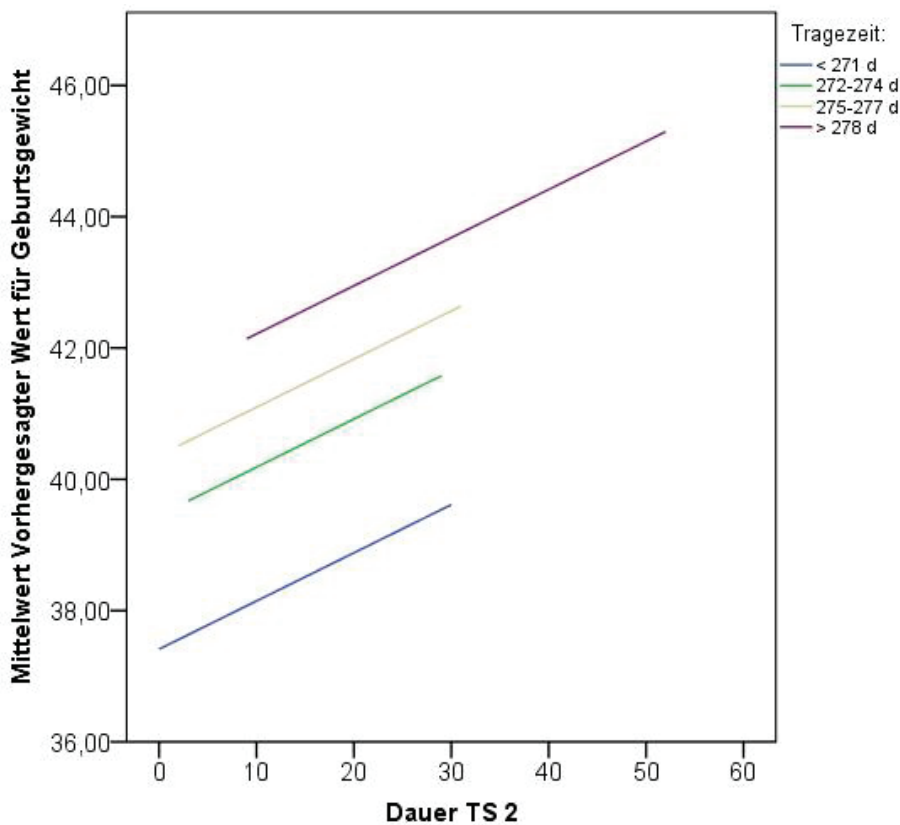


Abbildung 15: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der TS 2-Dauer und der Tragezeit bei Primipara

Werden in die Analyse nur die Tiere einbezogen, die eine Tragezeit von mindestens 260 Tagen erreicht haben (Tragezeit ≥ 260 d), steht lediglich die Trächtigkeitsdauer in einem signifikanten Bezug zu der Entwicklung des neonatalen Gewichts (Tabelle 73). Mit jedem zusätzlichen Gestationstag geht ein Anstieg des neonatalen Gewichts um 0,361 kg / d einher. Für die Dauer der Vorbereitungsperiode kann in diesem Modell kein Zusammenhang mit dem Kälbergewicht nachgewiesen werden ($p = 0,259$). Außerdem bestehen keine gemeinsamen wechselseitigen Effekte der Trächtigkeits- und der TS 2-Dauer auf die Höhe der Geburtsmasse. Dieses Modell erklärt 12,4% der Variabilität der Kälbergeburtsgewichte bei Primipara im Untersuchungsbetrieb.

Tabelle 73: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren „Tragezeit \geq 260 d“ und „Dauer TS 2“ auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara

Variable	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Untergr.	Oberggr.
Konstanter Term	-58,874	14,140	< 0,001**	-86,657	-31,090
Tragezeit \geq 260 d	0,361	0,052	< 0,001**	0,258	0,464

R^2 : 0,128, angepasstes R^2 : 0,124

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Unterggr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

4.4.10. Rückenfettdicke

Die Rückenfettdicken der Probanden werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten sonographisch bestimmt. Tabelle 74 gibt einen Überblick über den Zeitraum und die Anzahl der RFD-Messungen für die Korrelationsanalysen mit dem neonatalen Gewicht.

Tabelle 74: Übersicht RFD-Messung als Einflussfaktor für das Kälbergeburtsgewicht

Variable	Proband	Zeitraum	Anzahl
RFD TS 1	M	8 Wochen a.p.	1302
RFD TS 2	P	2 - 3 Wochen a.p.	489
	M	3 - 4 Wochen a.p. (ab 07/2013)	834
RFD Kalbung	P und M	Tag 0 (Kalbung)	1853

RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, P = Primipara, M = Multipara

Tabelle 75 zeigt die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zwischen dem Kälbergewicht und der Kondition des Muttertieres. Das Kälbergeburtsgewicht korreliert hochsignifikant ($p < 0,001$) und schwach positiv mit den Rückenfettdicken der Kuh zum Zeitpunkt der ersten Trockenstehperiode (TS 1) und zur Kalbung. Die Korrelation zwischen der Kondition in der zweiten Trockenstehphase (TS 2) und dem Geburtsgewicht ist nur bei den Pluripara signifikant und ebenfalls schwach positiv.

Tabelle 75: Einfluss der Rückenfettdicke auf das Kälbergeburtsgewicht

RFD		TS 1	TS 2 P	TS 2 M	TS 2 alle	Kalbung
Geburtsgewicht	Korr.-Koeff. r_s	0,146**	0,020	0,176**	0,216**	0,196**
	Signifikanz r_s	< 0,001	0,659	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Anzahl	1302	489	834	1323	1853

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig), r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, P = Primipara, M = Multipara

$$\text{Geburtsgewicht} = 43,24 + 0,10 * \text{RFD TS 1 (M)}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 39,92 + 0,19 * \text{RFD TS 2 (alle)}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 40,89 + 0,16 * \text{RFD Kalbung (alle)}$$

In Abbildung 16 ist der lineare Zusammenhang zwischen dem Kälbergewicht und der Kondition aller Studentiere ($n = 1323$) zu Beginn der zweiten Trockenstehphase graphisch dargestellt. Höhere Rückenfettdicken zur Vorbereitungsperiode gehen mit einem Anstieg der mittleren Geburtsgewichte der Nachkommen einher. Ist die Kondition der Kuh in der Vorbereitungsgruppe um einen Millimeter erhöht, steigt das neonatale Gewicht um 0,19 kg.

Die Streudiagramme, die die lineare Korrelation zwischen dem Kälbergeburtsgewicht und der Rückenfettdicke zu Beginn der ersten Trockenstehperiode (TS 1 M) bzw. zur Kalbung veranschaulichen, sind im Anhang (Abbildung 18 und 19) abgebildet. Ein zusätzlicher Millimeter Rückenfettdicke zu TS 1-Beginn geht mit einer Erhöhung des neonatalen Gewichts um 0,10 kg einher. Eine um einen Millimeter höhere Kondition des Muttertieres zur Kalbung steht im Zusammenhang mit einem Anstieg des Kälbergewichts um 0,16 kg.

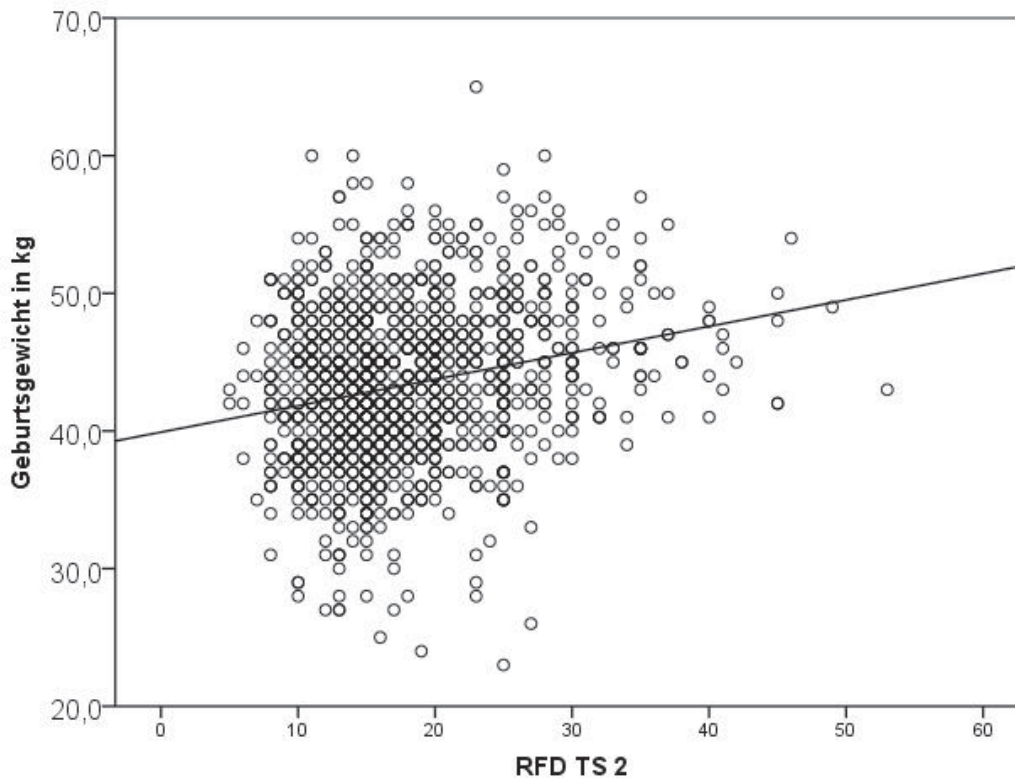


Abbildung 16: Zusammenhang zwischen der RFD TS 2 und dem Kälbergeburtsgewicht

4.4.11. Blutparameter zu Beginn der Trockenstehphase 2

Tabelle 76 stellt die Zusammenhänge zwischen den maternalen Calcium-, Phosphor-, NEFA- und BHB-Konzentrationen im Blutserum zum Zeitpunkt des Einstellens in die Vorbereitungsgruppe und dem Kälbergeburtsgewicht, getrennt nach Primi- und Pluripara, dar. Die Streudiagramme der signifikanten Korrelationsparameter befinden sich in den Abbildungen 20 - 22 im Anhang. Bei den Erstkalbinnen korreliert die Konzentration an Betahydroxybutyrat signifikant und schwach positiv mit der Kälbergeburtsgewicht. Höhere BHB-Konzentrationen zu Beginn der TS 2-Periode gehen tendenziell mit höheren neonatalen Gewichten einher. Eine um 1 mmol/l erhöhte BHB-Konzentration steht im Zusammenhang mit einem Anstieg der neonatalen Gewichte um 5,66 kg.

Bei den Mehrkalbskühen gibt es eine hochsignifikante, sehr schwache negative Korrelation zwischen dem Phosphorgehalt und dem Kalbgewicht. Eine Erhöhung maternaler Phosphorgehalte zu Beginn der TS 2-Periode geht mit der Geburt von Kälbern mit niedrigeren Geburtsgewichten einher. Eine um 1 mmol/l erhöhte Phosphorkonzentration steht im Zusammenhang mit einer Abnahme des neonatalen Gewichts um 1,35 kg. Außerdem existiert bei den Mehrkalbskühen ein hochsignifikanter und sehr schwacher positiver Zusammenhang zwischen der Konzentration an Freien Fettsäuren und dem neonatalen Gewicht. Größere NEFA-Konzentrationen zur Kalbung gehen mit höheren

Kälbergeburtsgewichten einher. Eine um 1 mmol/l erhöhte Konzentration an Freien Fettsäuren ist mit einer Steigerung des neonatalen Gewichts um 2,71 kg assoziiert.

Tabelle 76: Einfluss der Blutparameter zu Beginn der TS 2 auf das Geburtsgewicht

		Ca	Phos	NEFA	BHB
Primipara					
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient r_s	0,059	-0,013	0,033	0,150**
	Signifikanz r_s	0,193	0,776	0,477	0,001
	Anzahl	481	481	481	480
Pluripara					
	Korrelationskoeffizient r_s	-0,026	-0,104**	0,122**	< 0,001
	Signifikanz r_s	0,349	< 0,001	< 0,001	0,998
	Anzahl	1304	1312	1312	1312

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig), r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, Ca = Calcium, Phos = Phosphor, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Beta-hydroxybutyrat, M = Multipara, P = Primipara

$$\text{Geburtsgewicht} = 37,82 + 5,66 * \text{BHB TS 2 (P)}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 47,7 + (-1,35) * \text{Phos TS 2 (M)}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 44,54 + 2,71 * \text{NEFA TS 2 (M)}$$

4.4.12. Blutparameter zur Kalbung

In Tabelle 77 sind die Korrelationen zwischen den neonatalen Geburtsgewichten und den Calcium-, Phosphor-, NEFA- und BHB-Konzentrationen der Primi- bzw. Pluripara zum Zeitpunkt der Kalbung dargestellt. Die Streudiagramme der signifikanten Korrelationsparameter befinden sich in den Abbildungen 23 - 25 im Anhang. Die Blutparameter der Erstkalbinnen zur Kalbung stehen in keiner charakteristischen Beziehung zum Kälbergeburtsgewicht.

Bei den Pluripara korrelieren sowohl die Calcium-, als auch die NEFA- und BHB-Konzentrationen im Blutserum signifikant mit der Kälbermasse. Die Korrelation zwischen dem Calciumwert und dem Kalbgewicht ist sehr schwach negativ. Tendenziell gehen höhere Calciumgehalte zur Kalbung mit der Geburt leichterer Kälber einher. Eine um 1 mmol/l erhöhte Konzentration an Calcium steht im Zusammenhang mit einer Abnahme des neonatalen Gewichts um 1,14 kg. Die Korrelation der Konzentration an Freien Fettsäuren bzw. Betahydroxybutyrat und dem Kälbergeburtsgewicht ist hochsignifikant und sehr schwach positiv. Höhere NEFA- und BHB-Gehalte sind mit höheren Geburtsgewichten assoziiert. Eine Zunahme des NEFA-Gehaltes um 1 mmol/l geht mit der Erhöhung des neonatalen Gewichts um 1,71 kg einher. Eine Steigerung der BHB-Konzentration um 1 mmol/l steht im Zusammenhang mit einer Erhöhung des Kalbgewichts um 3,34 kg.

Tabelle 77: Einfluss der Blutparameter zur Kalbung auf das Kälbergeburtsgewicht

		Ca	Phos	NEFA	BHB
Primipara					
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient r_s	-0,080	0,034	-0,029	0,036
	Signifikanz r_s	0,074	0,452	0,524	0,429
	Anzahl	494	494	494	494
Pluripara					
	Korrelationskoeffizient r_s	-0,078**	-0,034	0,120**	0,115**
	Signifikanz r_s	0,004	0,217	< 0,001	< 0,001
	Anzahl	1343	1350	1350	1350

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig), r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, Ca = Calcium, Phos = Phosphor, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Betahydroxybutyrat, M = Multipara

$$\text{Geburtsgewicht} = 47,36 + (-1,14) * \text{Ca Kalbung (M)}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 43,62 + 1,71 * \text{NEFA Kalbung (M)}$$

$$\text{Geburtsgewicht} = 43,67 + 3,34 * \text{BHB Kalbung (M)}$$

4.4.13. Weitere Untersuchungsparameter

Folgende Variablen wurden hinsichtlich ihrer Signifikanz für die Beeinflussung des Kälbergeburtsgewichts ebenfalls untersucht und geprüft:

- Konzeptionsmonat,
- Konzeptionssaison,
- Kalbemonat
- Kalbesaison,
- Gabe von Kexxtone®,
- Erstkalbealter

Für diese Untersuchungsgrößen konnte in den verschiedenen statistischen Berechnungen kein signifikanter Zusammenhang mit dem Kälbergeburtsgewicht nachgewiesen werden. In den Tabellen 104 - 107 im Anhang sind die Ergebnisse der Varianzanalyse (ANOVA) für die Untersuchung des Einflusses des Konzeptionsmonats und der Konzeptionssaison sowie des Kalbemonats und der Kalbesaison auf das neonatale Gewicht dargestellt. Das Ergebnis des T-Tests für die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Gabe von Kexxtone® und dem Kalbgewicht ist in Tabelle 108 im Anhang gezeigt. In Tabelle 109 im Anhang ist die Korrelationsanalyse für das Erstkalbealter und dem neonatalen Gewicht abgebildet.

4.4.14. Multivariable lineare Regressionsanalyse Primipara

Tabelle 78 veranschaulicht das Ergebnis der linearen Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Erstlaktierenden. Im Ergebnis der schrittweisen manuellen Vorwärtsselektion bleiben vier Untersuchungsgrößen signifikant. Dieses Modell erklärt 26,3% (angepasstes R^2) der Variabilität des neonatalen Gewichts im Untersuchungsbetrieb.

Die BHB-Konzentration zu Beginn der Vorbereitungsphase hat bei Primipara den größten Einfluss auf die Entwicklung des Kälbergewichts. Ein um 1 mmol/l erhöhter Gehalt an Betahydroxybutyrat steht im Zusammenhang mit einer Zunahme der Geburtsmasse um 4,628 kg, im Vergleich zu Kühen mit niedrigeren BHB-Konzentrationen. Das Kalbgeschlecht ist der zweitwichtigste Einflussfaktor. Bullenkälber sind im Vergleich zu weiblichen Nachkommen signifikant schwerer ($p < 0,001$). Ihr Geburtsgewicht ist mit einem durchschnittlichen Anstieg um 2,7 kg ($B = 2,686$) assoziiert, im Vergleich zu den Gewichten von Kuhkälbern ($p < 0,001$). Außerdem wirken sich die Gestationslänge und die Dauer der Vorbereitungsperiode auf die Entwicklung der Kälbergewichte aus. Die Erhöhung der Trächtigkeitsdauer um einen zusätzlichen Tag steht im Zusammenhang mit einer Zunahme des fetalen Gewichts um durchschnittlich 0,276 kg ($p < 0,001$), im Vergleich zu Tieren ohne diese extra Tragezeit. Jeder zusätzliche Tag Aufenthalt des Muttertieres in der Vorbereitungsgruppe geht mit einer Steigerung der neonatalen Geburtsmasse um 0,063 kg einher ($p = 0,027$), im Vergleich zu Erstkalbinnen mit kürzeren TS 2-Phasen.

Tabelle 78: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara - Modell 1

Variable	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Unterggr.	Oberggr.
Konstante	-39,422	8,721	< 0,001**	-56,559	-22,285
BHB TS 2	4,628	1,804	0,011**	1,083	8,174
Kalbgeschlecht=männlich	2,686	0,390	< 0,001**	1,920	3,453
Kalbgeschlecht=weiblich (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.
Tragezeit	0,276	0,032	< 0,001**	0,213	0,340
Dauer TS 2	0,063	0,028	0,027*	0,007	0,119

F: 0,181, p (F-Wert): 0,670, R^2 : 0,269, angepasstes R^2 : 0,263

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant

B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze,

Oberggr. = Obergrenze, BHB = Betahydroxybutyrat, TS 2 = Trockenstehperiode 2,

Ref. = Referenzkategorie, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Kalbvater Färsen, RFD TS 2, RFD Kalbung

In Tabelle 79 ist das Ergebnis der multivariablen linearen Regressionsanalyse bei Austausch der Variable „Tragezeit“ gegen die Untersuchungsgröße „Tragezeit \geq 260 d“ dargestellt. Dieses Modell erklärt noch 20,2% der Variabilität des Kälbergeburtsgewichts bei Primipara. Der BHB-Gehalt zum Zeitpunkt des Einstellens in die Vorbereitungsgruppe bleibt der wichtigste Einflussfaktor. Auch in diesem Rechenmodell geht mit jeder zusätzlichen Einheit Betahydroxybutyrat zu Beginn der TS 2-Periode ein Anstieg des Kälbergeburtsgewichts um 4,137 kg einher ($p = 0,021$), im Vergleich zu Erstkalbinnen mit geringeren BHB-Gehalten. Die Gewichtsdiﬀerenz zwischen männlichen und weiblichen Nachkommen hat sich in diesem Rechenmodell geringgradig reduziert. Dennoch sind Bullen zur Geburt durchschnittlich 2,6 kg ($B = 2,594$) schwerer als Kuhkälber ($p < 0,001$). Auch bei einer Bereinigung der Trächtigkeitsdauer um die Aborte (Tragezeit \geq 260 d), bleibt die Tragezeit die drittwichtigste Einflussgröße auf die Entwicklung des neonatalen Gewichts. Jeder zusätzliche Tag Tragezeit ist mit einer Erhöhung der Kälbergeburtsmasse um 0,329 kg assoziiert ($p < 0,001$), im Vergleich zu Erstkalbinnen mit kürzeren Gestationslängen. Für die Dauer der Vorbereitungsphase und der Entwicklung des neonatalen Gewichts bei Nachkommen von Primipara konnte in diesem Modell keine signifikanten Zusammenhänge mehr nachgewiesen werden ($p = 0,096$).

Tabelle 79: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Primipara - Modell 2

Variable	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Untergr.	Obergr.
Konstante	-52,782	12,746	< 0,001**	-77,830	-27,735
BHB TS 2	4,137	1,791	0,021*	0,618	7,656
Kalbgeschlecht=männlich	2,594	0,391	< 0,001**	1,825	3,363
Kalbgeschlecht=weiblich (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.
Tragezeit \geq 260 d	0,329	0,047	< 0,001**	0,237	0,421

F: 0,003, p (F-Wert): 0,953, R²: 0,207, angepasstes R²: 0,202

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, BHB = Betahydroxybutyrat, TS 2 = Trockenstehperiode 2, Ref. = Referenzkategorie, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Kalbvater Färsen, Dauer TS 2, RFD TS 2, RFD Kalbung

4.4.15. Multivariable lineare Regressionsanalyse Pluripara

Das Ergebnis der multivariablen Regressionsanalyse zur Detektion der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara stellt Tabelle 80 dar. Im Verlauf der schrittweisen Analyse der signifikanten Einflussgrößen werden Veränderungen an der Kategorisierung der Variablen „Laktation“ in Abhängigkeit von der Beobachtungsstärke vorgenommen, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Dafür werden die zweitlaktierenden Kühe einer Gruppe zugeordnet (Laktation = 2). Die älteren Kühe werden in einer separaten Gruppe zusammengefasst (Laktation \geq 3). Im Ergebnis der Regressionsanalyse beeinflussen sieben Faktoren signifikant die Entwicklung des neonatalen Gewichts bei Nachkommen von Pluripara. Das Modell erklärt 25,5% der Variabilität der Kälbergewichte im Untersuchungsbetrieb.

Den größten Einfluss auf die Höhe des Geburtsgewichts hat das Kälbergeschlecht. Bullenkälber von Pluripara sind zur Geburt durchschnittlich 3,5 kg ($B = 3,496$) schwerer als weibliche Nachkommen. Der zweitwichtigste Faktor ist der Gehalt an Freien Fettsäuren im maternalen Serum zum Zeitpunkt des Einstellens in die Vorbereitungsgruppe, gefolgt von der NEFA-Konzentration zur Kalbung. Ein Anstieg der Konzentration an Freien Fettsäuren zu Beginn der TS 2-Periode um 1 mmol/l ist mit einer Steigerung des Kälbergeburtsgewichtes um etwa 2 kg ($B = 2,071$ kg) assoziiert ($p < 0,001$), im Vergleich zu Kühen mit geringeren NEFA-Gehalten. Eine um 1 mmol/l erhöhte NEFA-Konzentration zur Kalbung steht im Zusammenhang mit einer Zunahme der neonatalen Gewichte um noch 0,773 kg ($p = 0,021$), im Vergleich zu Kühen ohne diese zusätzlichen Gehalte an Freien Fettsäuren. Die Tragezeit und die Dauer der zweiten Trockenstehphase (Dauer TS 2) sind zwei weitere Faktoren, die eine Gewichtszunahme des bovinen Neonaten bewirken können. Mit jedem zusätzlichen Trächtigkeitstag geht eine Erhöhung des mittleren Kälbergeburtsgewichts um 0,2 kg ($B = 0,197$) einher, im Vergleich zu Kühen ohne diesen extra Tragezeit ($p < 0,001$). Außerdem steht jeder zusätzliche Tag in der Vorbereitungsgruppe mit einem durchschnittlichen Anstieg des Kälbergeburtsgewichts um 0,099 kg im Zusammenhang, im Vergleich zu Kühen mit kürzeren TS 2-Phasen ($p = 0,009$).

Die Größen, die eine Gewichtsreduktion der Neugeborenen im Untersuchungsbetrieb verursachen können, sind der paternale Vererber und die Laktationszahl. Signifikant geringere Geburtsgewichte sind mit den Nachkommen von „Patent“ ($B = -1,471$ kg) und „Greatest“ ($B = -2,862$ kg) assoziiert, im Vergleich zu den Gewichten von Nachkommen aus der Gruppe der „sonstigen Kalbväter“. Tabelle 81 zeigt die geschätzten Randmittel für das durchschnittliche Geburtsgewicht nach Kalbvätern. Eine weitere wichtige Einflussgröße ist die Laktationszahl. Die Kälber von Zweitlaktierenden sind im Vergleich zu den Nachkommen der älteren Kühe (\geq 3. Laktation) etwa ein Kilogramm leichter ($B = -1,038$ kg).

Tabelle 80: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

Parameter	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Untergr.	Obergr.
Konstante	-12,125	9,465	0,200	-30,693	6,442
Kalbgeschlecht=männlich	3,496	0,258	< 0,001**	2,990	4,001
Kalbgeschlecht=weiblich (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.
NEFA TS 2	2,071	0,437	< 0,001**	1,214	2,929
NEFA Kalbung	0,773	0,335	0,021*	0,117	1,430
Tragezeit	0,197	0,035	< 0,001**	0,127	0,266
Dauer TS 2	0,099	0,038	0,009**	0,025	0,173
KalbvaterKühe=Patent	-1,471	0,523	0,005*	-2,497	-0,446
KalbvaterKühe=Ceasar	-1,080	0,670	0,107	-2,394	0,233
KalbvaterKühe=Superb	-0,841	0,577	0,145	-1,973	0,292
KalbvaterKühe=Precinct	-0,074	0,646	0,909	-1,342	1,194
KalbvaterKühe=Greatest	-2,862	0,577	< 0,001**	-3,994	-1,731
KalbvaterKühe=Brandon	-0,553	0,481	0,251	-1,498	0,391
KalbvaterKühe=Embassy	0,645	0,495	0,193	-0,372	1,616
KalbvaterKühe=Banff	0,069	0,507	0,891	-0,926	1,065
KalbvaterKühe=Skycrest	0,159	0,528	0,763	-0,877	1,195
KalbvaterKühe=Sonstige (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.
Laktation = 2	-1,038	0,277	0,001**	-1,581	-0,495
Laktation ≥ 3 (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.

F: 1,316, p (F-Wert): 0,094, R²: 0,263, angepasstes R²: 0,255

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
 B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze,
 Obergr. = Obergrenze, Ref. = Referenzkategorie, NEFA = Freie Fettsäuren,
 TS 2 = Trockenstehperiode 2, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: ZKZ, ZTZ, Dauer TS 1, Dauer TS ges., RFD TS 1, RFD TS 2, RFD Kalbung, Phosphor TS 2, BHB TS 2, Calcium Kalbung und BHB Kalbung

Tabelle 81: Geschätzte Randmittel für das Geburtsgewicht nach dem Vater des Nachkommen

Kalbvater	\bar{x}	SE	95 % Konfidenzintervall	
			Untergr.	Oberggr.
Greatest	42,4	0,540	41,4	43,5
Patent	43,8	0,790	42,9	44,8
Ceasar	44,2	0,641	42,9	45,5
Superb	44,5	0,545	43,4	45,5
Brandon	44,7	0,448	43,9	45,6
Precinct	45,2	0,618	44,0	46,4
Sonstige	45,3	0,199	44,9	45,7
Banff	45,4	0,470	44,4	46,3
Skycrest	45,5	0,489	44,5	46,4
Embassy	45,9	0,454	45,0	46,8

Geschätzte Randmittel im Modell werden für die folgenden Werte ausgewertet: Tragezeit = 274,73 d, Dauer TS 2 = 10,57 d, NEFA TS 2 = 0,2423 mmol/l und NEFA Kalbg. = 0,8193 mmol/l

\bar{x} = Mittelwert, SE = Standardfehler, Unterggr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze

Wird die Variable „Tragezeit“ gegen die „Tragezeit > 260“ ausgetauscht, beeinflusst zu den oben erläuterten Variablen zusätzlich der maternale Phosphorgehalt zu Beginn der TS 2-Periode die Entwicklung des neonatalen Gewichts (Anhang, Tabelle 110). Mit jeder zusätzlichen Einheit Phosphorkonzentration geht eine Abnahme des durchschnittlichen Kälbergewichts um etwa 1 kg ($B = 1,111$ kg) einher ($p = 0,005$). Das Ergebnis der linearen Regressionsanalyse verändert sich ansonsten nur unerheblich und die wesentlichen Aussagen bleiben bestehen.

Bei der Berechnung der Randmittel für die mittleren Kälbergewichte nach Bullen, erhöht sich das durchschnittliche Gewicht der Nachkommen von „Ceasar“ um 0,3 kg von 44,2 kg auf 44,5 kg. Das der anderen Kalbväter bleibt in etwa gleich. Die entsprechende Tabelle befindet sich im Anhang (Tabelle 111).

5. Diskussion

5.1. Material und Methoden

Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen einen Beitrag dazu liefern, Risikofaktoren von Schwer- und Totgeburten zu erkennen und deren Vorkommen zu reduzieren. Insbesondere das Kälbergeburtsgewicht als eine wichtige Ursache für Dystokien v.a. bei Primipara wird dazu separat analysiert und deren Einflussflussfaktoren aufgezeigt.

Zu diesem Zweck wurden zahlreiche antepartale und partale Parameter in einer gut geführten und vergleichsweise großen norddeutschen Milchviehanlage untersucht. Der Betrieb weist einen hohen Hygienestatus auf und hat ein standardisiertes Kalbeprotokoll fest in seinen Betriebsablauf integriert. Die Anlage erschien nicht nur deshalb für die Untersuchungen gut geeignet, sondern auch weil er elementare Managementmaßnahmen wie z. B. eine stressfreie Umgebung und adäquate Fütterung während der Transitperiode (Fishwick, 2011; Hoedemaker et al., 2010; Mee, 2004), gezielte Impfprogramme (de Kruif et al., 2013), regelmäßige Klauenpflege (Bostedt, 2003) und ein ausreichend großer und sauberer Kalbebereich (Bostedt, 2003; Gundelach et al., 2009) umgesetzt sind. Somit sind eine Vielzahl maternaler Stressfaktoren eliminiert, die sowohl ein Risiko für die pränatale Entwicklung des bovinen Fetus (Arnott et al., 2012) als auch für pathologische Geburtsverläufe darstellen könnten. Außerdem bot sich die Möglichkeit, die Arbeiten an einer relativ großen Stichprobe Holstein-Kühe (n = 1949) vorzunehmen, deren Prädisposition für Dystokien in Vergleich zu anderen Kuhrassen in verschiedenen Arbeiten unlängst nachgewiesen wurde (Heins et al., 2006; Nogalski und Mordas, 2012a; Philipsson et al., 2006).

Die Zeitpunkte der Blutprobenentnahme zu Beginn der Vorbereitungsperiode (TS 2) variierten auf Grund des betrieblichen Managements geringfügig um 1 - 1,5 h. Die Vergleichbarkeit der biochemischen Parameter ist dennoch gegeben, da die Probenentnahme stets im gleichen Abstand zur Fütterung erfolgte und Schwankungen der Messwerte auf Grund von unterschiedlichen Voraussetzungen ausgeschlossen werden können.

5.2. Ausgewählte Untersuchungsgrößen der deskriptiven Statistik

Als **Schweregeburtenrate** wurde der Anteil der Kalbungen mit Geburtshilfe (Score ≥ 2 von 4) festgelegt. Die Einteilung wurde so gewählt, da die Notenvergabe für die Geburtsverläufe 2 und 3 nicht immer streng definitionsgemäß erfolgt ist. Nach dieser Festlegung beträgt der Anteil assistierter Kalbeverläufe für den Studienzeitraum 04/2013 - 02/2014 im Untersuchungsbetrieb 35,8% (P: 56,8%, M: 28,4%) und erscheint verhältnismäßig hoch.

Jedoch muss bei der Gegenüberstellung und Bewertung der Angaben, neben dem Versuchsdesign, stets die zugrundeliegende Definition berücksichtigt werden. Für diese Arbeit eignet sich die Studie von Lombard et al. (2007) aus Colorado gut, die eine analoge Dystokie-Definition verwenden. Im Vergleich ermitteln sie ähnlich hohe Zahlen wie in der vorliegenden Arbeit. Betrachtet man lediglich die sehr schweren Kalbeverläufe (Score ≥ 3 von 4) beträgt der Anteil noch 11,3% (Primipara: 20,0%, Multipara: 8,3%) und ähnelt den Ergebnissen aus den nationalen Publikationen von Hoedemaker et al. (2010) und Rudolphi et al. (2006). Wie in der Literatur beschrieben, ist der Trend für das Vorkommen von schweren Kalbeverläufen nach wie vor hoch. Die **Totgeburtenrate** des Untersuchungsbetriebes beläuft sich im Studienzeitraum über alle Probanden auf 5,8% (≤ 30 min. p.n. verstorben, ohne Zwillingsgeburten mit einem lebendigem und einem toten Kalb). Wie erwartet ist der Anteil totgeborener Kälber bei den Primipara deutlich höher als der der Mehrkalbskühe (P: 12,8%, M: 3,3%). Im nationalen und internationalen Vergleich sind diese Ergebnisse im Mittelfeld einzuordnen. Die Angaben liegen über den für die Totgeburtenrate geforderten Zielwerten von Fishwick (2011) (P: $< 8\%$, M: $< 3\%$) und de Kruif et al. (2013) (alle: $< 5\%$).

Das mittlere **Kälbergeburts-gewicht** der Nachkommen im Untersuchungsbetrieb beträgt 43,8 kg (P: 40,4 kg, M: 45,0 kg). Es liegt über den durchschnittlichen Gewichtsangaben für Holsteinkälber (38 - 40 kg) aus Lehrbüchern (de Kruif et al., 2013; Richter und Götze, 1993) und verschiedenen Publikationen. Nur Rudolphi et al. (2009) weisen in ihrer Arbeit zum Einfluss der Tragezeit auf die Höhe des neonatalen Gewichts ähnlich hohe Ergebnisse aus. Die Mediane der **Zwischentrage-** und **Zwischenkalbezeit** liegen mit 79 d und 361 d im Bereich der von Busch et al. (2003) geforderten Zielwerte (85 d, 360 d).

Im Studienzeitraum werden die innerbetrieblich festgelegten Zielwerte der **Trockenstehdauern** (TS 1: 42, TS 2: 14 d) nicht erreicht. Im Mittel wird die TS 1-Phase um 7 d und die TS 2-Phase um 3 d (P) bzw. 4 d (M) unterschritten. Das ist u.a. auf die Verfügbarkeit der Plätze in den Trockensteh- und Vorbereitungsgruppen zurückzuführen.

5.3. Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate

5.3.1. Maternale Einzelfaktoren

In dieser Studie gehen mehr als die Hälfte der Kalbungen von Primipara (56,8%) mit Geburtshilfe einher. Wie von Zhang et al. (1999b) beschrieben nimmt die Inzidenz von Dystokien rapide ab, sobald sich die Kühe in der 2. Laktation befinden (56,8% vs. 28,4%). Die Beobachtung, dass die **Laktationszahl** ein wichtiger Einflussfaktor für das Vorkommen von Dystokien ist, wird in vielen Arbeiten bestätigt (Al-Samarai, 2014; Atashi et al., 2012b;

Dematawewa und Berger, 1997; Gafaar et al., 2011; Uematsu et al., 2013;). Die fetomaternal Disproportion zwischen der Größe des Kalbes und dem Durchmesser des mütterlichen Beckens ist die wichtigste Ursache für die hohe Inzidenz von Dystokien bei Primipara (Mee, 2008; Meijering, 1984). Aber auch Störungen im weichen Geburtsweg (Scham- oder Scheidenenge) kommen bei Primipara häufig vor (Mee, 2004). Da das Wachstum der Färsen zum Zeitpunkt der ersten Kalbung i.d.R. noch nicht abgeschlossen ist, plädieren viele Autoren für die Beachtung eines Mindestalters bei der Anpaarung. Im Untersuchungsbetrieb ist das mittlere **EKA** vergleichsweise niedrig (22,3 Mon.) und beeinflusst nicht das Vorkommen von Schweregeburten. Wie von Fishwick (2011) und Hoedemaker et al. (2010) beschrieben, wurde bei der Anpaarung weniger auf das Alter als vielmehr auf die Körpermaße der Probanden (Gewicht: ca. 400 kg, Größe: ca. 1,40 m) Rücksicht genommen.

Längere **Vorbereitungsdauern** gehen bei Primipara mit mehr Kalbeschwierigkeiten einher (Brakmann, 2011), was in der vorliegenden Arbeit bestätigt wird. Auch Sorge (2005) kam zu dem Ergebnis, dass längere TS 2-Dauern mit mehr Dystokien assoziiert sind, diese aber nicht auf eine Verfettung des Muttertieres beruhen. Eine Ursache kann die Korrelation der TS 2-Dauer mit dem Geburtsgewicht des Kalbes ($r_s = 0,271$) sein. Ein Anstieg der TS 2-Dauer geht mit der Geburt schwerer Kälber einher (0,15 kg / d), was wiederum mit einem Anstieg der Dystokierate assoziiert ist. Eine weitere Erklärung kann der mit der Erhöhung der Vorbereitungsdauer einhergehende Effekt der längeren Tragezeit sein. Eine Verlängerung der **Trächtigkeitsdauer** ab dem 260. Tag ist in dieser Arbeit mit einem Anstieg der Schweregeburtenrate assoziiert. Das deckt sich mit den Ergebnissen verschiedener Arbeiten (Brakmann, 2011; Nogalski und Piwczynski, 2012b; McClintock, 2005; Uematsu, 2013; Uzmay et al., 2010). Der Grund dafür liegt ebenfalls in der Zunahme der Größe und des Gewichts des Feten bei längeren Tragezeiten ($r_s = 0,310$). Das wiederum kann in fetomaternalen Disproportionen und mehr Kalbeschwierigkeiten, v.a. bei Primipara, resultieren (McClintock, 2005; Micke et al., 2010b; Stamer et al., 2010). Als Optimum für die Trächtigkeitsdauer mit den wenigsten Dystokien geben Nogalski und Piwczynski (2012b) einen Zeitraum von 275 - 277 d und Rudolphi (2009) 276 - 285 d an. In der hier vorliegenden Studie treten die wenigsten Kalbprobleme nach einer Tragezeit von 260 - 265 d (P) bzw. 271 - 274 d (M) auf. Eine Assoziation für das vermehrte Auftreten von Schweregeburten nach einer verkürzten Tragezeit (McClintock, 2005; Nogalski und Piwczynski, 2012b; Uematsu, 2013) konnte in dieser Arbeit nicht nachgewiesen werden.

Die **Kalbesaison** spielt für das Vorkommen von Schweregeburten in der vorliegenden Untersuchung eine Rolle. Kalbungen im Herbst und Winter 2013/14 gehen mit einer Zunahme der schweren Geburtsverläufe einher. Einige Autoren bestätigen die höhere Dystokierate im Winter (Gafaar et al., 2011; Johanson und Berger, 2003; Uematsu et al.,

2013); andere zählen noch weitere Jahreszeiten dazu (Eaglen und Bijma, 2009; Uematsu et al., 2013) oder sehen keinen Zusammenhang (Kausch, 2009). Ein indirekter Effekt über die Beeinflussung des Kälbergeburtsgewichts und des Geschlechts durch die Jahreszeit der Kalbung besteht nicht. Somit ist anzunehmen, dass die Ursachen dieser Beobachtung vielmehr in der Fütterung (z. B. Silagewechsel), im Management oder anderen Faktoren (z. B. Hormonstatus des Muttertieres), als in den niedrigen Außentemperaturen zu suchen sind. Da keine Untersuchungen in diese Richtung durchgeführt wurden, kann dies nicht abschließend geklärt werden. In dieser Arbeit kann eine Verbindung zwischen der **Kalbeschicht** und dem Vorkommen von schweren Geburtsverläufen festgestellt werden. Obgleich die Anzahl an Kalbungen in der Spät- und Nachtschicht nahezu gleich sind, gehen die wenigsten Partusprobleme mit Nachtgeburten einher. Das kann auf den geringen Geräuschpegel und Personenverkehr in diesem Zeitraum zurückzuführen sein. Beides sind entscheidende Faktoren für einen stressfreien Geburtsablauf der Kuh.

Ein unerwartetes Ergebnis dieser Arbeit ist der Einfluss der **Konzeptionssaison** auf das Vorkommen von Dystokien. Im Winter und Frühling 2012/13 erfolgte Konzeptionen gehen mit mehr Kalbeschwierigkeiten einher. In der Literatur ist keine Erklärung für diese Beobachtung zu finden. Man kann mutmaßen, dass die Ursachen in der Fütterung zu diesem Zeitpunkt zu suchen sind. Laut Micke et al. (2010b) beeinflusst die Fütterung erst ab dem zweiten Trimester den Geburtsverlauf indirekt über die Wirkung auf das fetale Gewicht. Zwischen dem Kälbergeburtsgewicht und dem Konzeptionszeitpunkt ist jedoch kein signifikanter Zusammenhang nachweisbar. Die Erklärung liefert das Besamungsmanagement des Studienbetriebes. Im Winter und Frühling 2012/13 wurden verstärkt Bullen eingesetzt, die mit mehr Schweregeburten einhergehen (Anhang, Tabelle 91 - 92). Der Einfluss des **Kalbvaters** spielt eine entscheidende Rolle für das Vorkommen von Schweregeburten im Untersuchungsbetrieb. Im Studienzeitraum gehen Geburten mit den Bullen „Ceasar“ (P, M), „Superb“ (P), „Greatest“ (P), „Embassy“ (M) oder einer der „Sonstigen“ Kalbväter (P) mit einem Anstieg der Dystokierate einher, während „Bowie“ (P) und „Precinct“ (M) mit Eutokien assoziiert sind. Kalbungen mit „Embassy“ oder einem der „Sonstigen“ Bullen als Vererber gehen mit höheren Kälbergeburtsgewichten einher, was die Erklärung der vermehrten Häufigkeit von Dystokien im Zusammenhang mit ihnen sein kann. Geburten mit den anderen Bullen sind mit geringeren neonatalen Gewichten assoziiert, so dass andere Ursachen für diese Beobachtung verantwortlich sein müssen. In Tabelle 82 sind die vom Spermaimporteur „Alta“ nach einem amerikanischen Verfahren ermittelten Zuchtwerte für den Kalbeverlauf dieser Bullen vergleichend aufgeführt. Dabei geben die Zahlen immer die erwartete Beobachtung für das Merkmal in Prozent an. Zur Qualifikation für das Alta-Zuchtprogramm darf der genomische Zuchtwert des Bullen für den Kalbeverlauf nicht höher als 8,0% sein. Der Tabelle kann man entnehmen, dass es sich bei allen Bullen zum Zeitpunkt der

Anpaarung um genomische Vererber handelt. Die Sicherheit genomischer Zuchtwerte für den Kalbeverlauf liegt bei $\leq 55\%$ (VIT Verden, 2015) und wird oft unterschätzt (Bom, 2012). Hintergrund dafür ist, dass die phänotypische Ausprägung eines Merkmals nicht nur vom Genotyp, sondern auch von den Umwelteffekten abhängt (Meyer, 2014). Ein Anstieg der Alta-Zuchtwerte um 0,7% und sogar bis +5,0% sind möglich (Bom, 2012). So ist auch bei „Ceasar“, „Greatest“ und „Embassy“ eine auf Töchterinformationen beruhende Erhöhung der Zuchtwerte erfolgt, was ein Zugeständnis an höhere Dystokieraten im Zusammenhang mit diesen Vererbern bedeutet.

Tabelle 82: Vergleich alter u. neuer Zuchtwerte für den KV ausgewählter Bullen (verändert von Alta Genetics, 2015)

ZW	Ceasar	Sup.	Great.	Emb.	Prec.	Bowie
KV _{dir.} 2012*	7,0%	7,0%	6,0%	6,0%	6,0%	5,0%
(Si., n)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)
KV _{dir.} 12/15	7,4%	6,8%	6,6%	6,6%	4,4%	3,5%
(Si., n)	(98%, 4767)	(99%, 6706)	(99%, 3369)	(98%, 5530)	(97%, 1964)	(98%, 3983)
KV _{mat.} 2012*	6,0%	6,0%	6,0%	5,0%	5,0%	5,0%
(Si., n)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)
KV _{mat.} 12/15	7,6%	5,8%	6,2%	5,4%	5,3%	3,5%
(Si., n)	(93%, 1281)	(94%, 1321)	(94%, 980)	(75%, 57)	(88%, 501)	(85%, 286)

* jeweils zum Zeitpunkt der Besamung gültige Zuchtwerte: Ceasar, Emb. = 12/2012; Superb, Greatest = 08/2012; Precinct, Bowie = 04/2012

ZW = Zuchtwert, KV = Kalbeverlauf, dir. = direkt, mat. = maternal, Si. = Sicherheit, n = Anzahl Beobachtungen, Sup. = Superb, Great. = Greatest, Emb. = Embassy, Prec. = Precinct

Überkonditionierung geht mit einer Verfettung und Einengung des maternalen weichen Geburtsweges einher, wodurch mehr Kalbeschwierigkeiten auftreten (Bellows und Short, 1978; Chassagne et al., 1999; Keady und McCoy, 2010; Rossow, 2003). Für eine optimale Milchleistung bei guter Fruchtbarkeit und gutem allgemeinen Gesundheitsstatus sollte die **Rückenfettdicke** der Kühe in der Trockenstehperiode zwischen 22 - 24 mm liegen (Schröder, 2000; Staufenbiel et al., 2003). Die mittlere Kondition der Trockensteher des Untersuchungsbetriebes liegt unter dieser Empfehlung. Dennoch beeinflusst sie das Vorkommen von Schweregeburten signifikant, was auf eine weite Streuung der beobachteten Werte zurückzuführen sein kann. Sorge (2005) kann in ihrer Arbeit keine Assoziation zwischen der antepartalen RFD und dem Kalbeverlauf entdecken. Für die Beurteilung der **Blutparameter** für Calcium und Phosphor werden die allgemeinen Referenzwerte von Kraft und Dürr (2013) herangezogen (Calcium peripartal: $\geq 2,0 - 2,8$ mmol/l; Phosphor peripartal: $\geq 1,25 - 2,3$ mmol/l), obwohl die Berücksichtigung der Parität und des Laktationsstadiums in einigen Fällen durchaus sinnvoll ist (Quiroz-Rocha et al., 2009). Als Grenzwerte für die

NEFA- und BHB-Konzentrationen gelten die Angaben von Staufenbiel (2014) (NEFA: 0,8 mmol/l, BHB: 1,0 mmol/l). Calcium und Phosphor sollten wegen der Auswirkung der Calcium-Homöostase auf die Regulation des Phosphat-Haushaltes immer zusammen betrachtet werden (Kraft und Dürr, 2013). Im Untersuchungsbetrieb weisen 32,4% hypocalcämische und 53,2% der Tiere hypophosphatämische Serumkonzentrationen zur Kalbung auf. Überraschenderweise gehen nicht diese, wie erwartet und in der Literatur beschrieben, mit mehr Schweregeburten einher (Benzaquen et al., 2015; Seyrek-Intas et al., 2013), sondern erhöhte Calcium- und Phosphorgehalte. Als Ursache dieser Beobachtung kommt die höhere Konzentration beider Parameter bei Färsen in Frage, woraus sich eine mögliche Erklärung über die Laktationszahl ableitet. Bei einer getrennten Analyse nach der Parität sind lediglich noch höhere Calciumkonzentrationen bei Multipara mit einem Anstieg der Dystokierate assoziiert. Fehler in der Probenentnahme (z. B. Blutprobe nach Calciuminfusion) oder Hypervitaminosen D (z. B. iatrogene Vitamin-D-Intoxikationen) sind mögliche, aber nicht sehr wahrscheinliche Erklärungen für dieses Ergebnis. Brakmann (2011) fand in ihrer Arbeit signifikant erhöhte Calciumgehalte bei Färsen mit problemlosen Geburten. Im Studienbetrieb überschreiten 6,4% der TS 2-Kühe den kritischen NEFA-Gehalt von $\geq 0,8$ mmol/l. Erhöhte NEFA-Konzentrationen stehen im Zusammenhang mit einem Anstieg der Dystokierate (Albanat et al., 2013, Fürll et al., 2006), was in dieser Arbeit bestätigt wird. Ein erhöhter Gehalt an Freien Fettsäuren ist hinweisend auf einen bereits antepartal bestehenden Energiemangel und signalisieren eine gesteigerte Lipolyse (Kraft und Dürr, 2013). Auch nach Furken et al. (2015) haben erhöhte NEFA-Konzentrationen in der Transitphase einen negativen Effekt auf die Gesundheit, Leistung und Reproduktion von Milchkühen.

5.3.2. Fetale Einzelfaktoren

Mit der Erhöhung der **Nachkommensanzahl** steigt auch der Anteil an Dystokien (Sawa et al., 2014). Die Zwillingsgeburtenrate von 4,0% entspricht den Angaben aus der Literatur (Silva del Rio et al., 2007). Im Untersuchungsbetrieb auftretende Zwillingskalbungen gehen trotz der geringen Geburtsgewichte zu über 92% mit Geburtshilfe einher, was sich mit der Aussage von Atashi et al. (2012a) deckt. Die Erklärung dafür liefert das betriebliche Abkalbemanagement. Es gilt die Anweisung, beim Vorliegen von Zwillingsgeburten sofort helfend in den Kalbeverlauf einzugreifen. Der Hintergrund dieser Instruktion liegt im häufig beobachteten Vorkommen von LSH-Anomalien einer oder beider Feten (Echternkamp und Gregory, 1999; Gregory et al., 1996; Hossein-Zadeh, 2010b), was bei verspäteter Diagnostik zum Sistieren des Geburtsverlaufes und letztlich zum Verlust des Kalbes führen kann. Da die

Aufzeichnungen zu vorliegenden LSH-Anomalien unvollständig waren, mussten sie von der weiteren Analyse exkludiert werden.

Das **Geschlecht** des Kalbes beeinflusst signifikant den Kalbeverlauf. Im Studienbetrieb gehen Bullenkalbungen mit mehr assistierten Geburten einher (♂: 40% vs. ♀: 28,9%, $p < 0,001$). Diese Beobachtung wird in vielen Arbeiten, unabhängig von der Rasse und dem Laktationsalter des Muttertieres, bestätigt (Atashi et al., 2011; Hoedemaker et al., 2010; Johanson und Berger, 2003; Lombard et al., 2007; Sawa et al., 2014; Uzman et al., 2010). Die Ursache für die erhöhte Schweregeburtenrate männlicher Nachkommen liegt in den größeren Körpermaßen (Hossein-Zadeh et al., 2012) und höheren **Geburtsgewichten** (Bellows et al., 1982; Junge et al., 2003). Auch in der vorliegenden Studie sind Bullen- im Vergleich zu Kuhkälbern durchschnittlich 4,0 kg schwerer. Hohe Kälbergewichte können zu Störungen im knöchernen Geburtsweg (relativ oder absolut zu große Frucht) führen. Nach Johanson und Berger (2003) erhöht sich die Chance der Schweregeburt um 13% / kg Geburtsgewicht. In dieser Studie ist die Erhöhung des neonatalen Gewichts mit einem Anstieg der assistierten Geburt um ca. 6 - 9% / kg (OR: 1,057 (M), 1,093 (P)) assoziiert. Aber nicht nur hohe, sondern auch sehr niedrige Geburtsgewichte gehen in der vorliegenden Arbeit mit erhöhten Schweregeburtenraten einher (Abbildung 3, Punkt 5.3.2.). Als Grund dafür kommen Störungen im weichen Geburtsweg (ungenügende Öffnung, Vulva- oder Zervikalstenose) durch Frühgeburten in Frage. Die Wahrscheinlichkeit des assistierten Kalbeverlaufs in dieser Arbeit ist am geringsten bei einem Kälbergewicht von ca. 30 kg (P) bzw. 40 kg (M).

Die **Vitalität** des Kalbes wird in dieser Arbeit nicht vom Geschlecht beeinflusst, spielt aber eine bedeutende Rolle für das Vorkommen von Schweregeburten. Die Geburt toter Kälber geht mit einer mehr als doppelt so hohen Schweregeburtenrate einher. Das entspricht den Ergebnissen aus der Literatur (Johanson und Berger, 2003). Eine Erklärung könnten die fehlenden Eigenbewegungen toter Kälber sein. Diese können das korrekte Einstellen der Frucht in den Geburtsweg verhindern und somit das Auftreten von LSH-Anomalien oder Vorliegen einer ungenügenden Öffnung des Zervikalkanals begünstigen (Schulz, 2010).

In Tabelle 83 sind alle im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Einzelfaktoren aufgeführt, die einen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von Schweregeburten nehmen und Bestandteil der multivariablen Regressionsanalyse sind.

Tabelle 83: Übersicht signifikanter Einflussfaktoren auf die Schweregeburtenrate

Variable	p	Bemerkungen
Laktationszahl	< 0,001	56,8% (P) vs. 28,4% (M)
Anzahl Nachkommen	< 0,001	92,2% (Zwilling) vs. 33,5% (Einling)
Geschlecht des Kalbes	< 0,001	40,0% (♂) vs. 28,9% (♀)
Vitalität des Kalbes	< 0,001	77,7% (tot) vs. 33,1% (lebend)
Kälbergeburtsgewicht	< 0,001	OR: 1,093 / kg (P), 1,057 7 kg (M)
Tragezeit ≥ 260 d	< 0,001*	OR: 1,145 / d
Konzeptionssaison	< 0,001	42,1% (Frühling) vs. 29,8% (Herbst)
Kalbvater	< 0,001 (P), 0,022 (M)	(siehe Tabelle 36 und 37)
Dauer TS 2	< 0,001*	OR: 1,051 / d
Kalbeschicht	0,001	37,3% (Spät) vs. 29,2% (Nacht)
RFD TS 1	0,046	OR: 1,016 / mm
RFD Kalbung	0,004***	(OR: 0,979 / mm)
NEFA TS 2	< 0,001**	OR: 1,593 / mmol/l
Calcium Kalbung	< 0,001**	OR: 1,424 / mmol/l
Phosphor Kalbung	< 0,001***	(OR: 1,470 / mmol/l)

* nur bei P signifikant, ** nur bei M signifikant, *** n.s. bei getrennter Analyse nach P und M
p = Signifikanz, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2 (Vorbereitung),
RFD = Rückenfettdicke, NEFA = Freie Fettsäuren, P = Primipara, M = Multipara, n.s. = nicht
signifikant, OR = Odds Ratio

5.3.3. Multivariable Regressionsanalyse

Die durchschnittliche Schweregeburtenrate beträgt 35,8% und variiert zwischen 56,8% und 28,4% bei Primi- und Multipara. Auf Grund des großen Einflusses der **Laktationszahl** wurde die multivariable logistische Regressionsanalyse für P und M getrennt durchgeführt. Der mit Abstand wichtigste Einflussfaktor für das Vorkommen von Dystokien bei Pluripara ist die **Anzahl der Nachkommen**. Zwillingkalbungen gehen mit einem Anstieg der Schweregeburtenrate um das 42-fache (OR = 42,132) einher, im Vergleich zu Geburten mit einem Nachkommen. Diese Beobachtung ist auf das betriebliche Abkalbmanagement zurückzuführen und passt zum Ergebnis der multivariablen Analyse von Atashi et al. (2012a). Da Mehrlingsträchtigkeiten bei Primipara selten sind, spielen diese keine Rolle für den Verlauf von Färsenkalbungen. Der zweitwichtigste Einflussfaktor ist die **Kalbvitalität**, was nicht erwartet wurde. Bei der Geburt eines toten Kalbes erhöht sich die Chance eines assistierten Geburtsverlaufs um das bis zu siebenfache (OR: 5,663 (P), 7,034 (M)) im Vergleich zur Lebendgeburt. In der Untersuchung von Johanson und Berger (2003) ist die perinatale Mortalität nach der Parität ebenfalls die zweitwichtigste Einflussgröße für Dystokien. Der **Kalbvater** übt den drittgrößten Einfluss auf die Höhe der Schweregeburtenrate aus. Anpaarungen mit den genomischen Bullen „Superb“, „Ceasar“ und „Sonstigen“ gehen bei Primipara mit einem Anstieg assistierter Kalbeverläufe um über das zwei- bzw.-siebenfache (OR: 2,343 bzw. 7,402) einher, im Vergleich zu Geburten mit „Patent“ als Kalbvater. Bei „Ceasar“ fand eine auf Töchterinformationen beruhende Zuchtwertkorrektur

für den Kalbeverlauf an die obere Grenze statt (Tabelle 82), was mit dem Ergebnis der Analyse übereinstimmt. Obwohl die Angleichung der Zuchtwerte bei „Superb“ in eine positive Richtung (weniger beobachtete Schweregeburten) erfolgt ist, ist die Chance eines dystokischen Geburtsverlaufs mit ihm als Kalbvater sogar mehr als dreimal so hoch (OR: 3,126) wie bei „Patent“ und wurde nicht erwartet. Grund dafür ist entweder die Wahl der Referenzkategorie, andere Geburtsstörungen oder noch unbekannte Effekte. Geburten mit einem der „Sonstigen“ Kalbväter stehen im Zusammenhang mit den höchsten neonatalen Gewichten (Punkt 4.4.4.), was das vermehrte Auftreten von Schweregeburten bei Primipara erklärt. Bei Pluripara wird der Effekt des Kalbvaters zum Teil über die **Konzeptionssaison** erklärt. Kalbungen von Kühen, die im Herbst 2012 konzipiert haben, sind mit einer Abnahme der Dystokierate auf etwa 60% (OR = 0,594) assoziiert, im Vergleich zu Geburten mit erfolgter Konzeption im Winter 2012/13. Das ist darauf zurückzuführen, dass im Herbst 2012 Pluripara nicht mit den Bullen angepaart wurden, die mit Schweregeburten einhergehen („Ceasar“, „Embassy“). Wird die Variable „Konzeptionssaison“ von der Analyse ausgeschlossen, bleibt der „Kalbvater“ aber weiterhin nicht signifikant. Demzufolge bestehen also noch andere Effekte, die mit der Konzeptionssaison assoziiert sind. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist das **Kälbergeburtsgewicht**. Mit jedem zusätzlichen Kilogramm Geburtsgewicht kann ein Anstieg des assistierten Kalbeverlaufs bei Primipara um etwa 10% (OR: 1,103) in Verbindung gebracht werden, im Vergleich zu Geburten mit leichteren Neonaten. Das Ergebnis ähnelt dem von Atashi et al. (2012a), liegt aber unter dem von Johanson und Berger (2003) ermittelten Wert. Die Beobachtung, dass das neonatale Gewicht bei Erstkalbinnen einen höheren Stellenwert hat ist mit der Abbildung 3 aus Punkt 4.2.5. konform. Dieser kann man entnehmen, dass eine 40% ige Wahrscheinlichkeit der Schweregeburt bei Primipara schon bei einem Kälbergeburtsgewicht von ca. 30 kg vorliegt, während diese bei Multipara erst ab einem neonatalen Gewicht von ca. 55 kg erwartet wird. Grund dafür ist die Folge des nicht proportionalen Wachstums von mütterlichem Becken und Kalb bei Erstkalbinnen, was in einem feto-maternalen Missverhältnis und mehr Dystokien resultiert (Mee, 2008; Meijering, 1984). Der Effekt des **Kalbgeschlechts** wird oft durch das Kälbergewicht erklärt (Meijering, 1984). In dieser Studie trifft das weder für Primipara, noch für Multipara zu. Allerdings ist der Anteil an Bullenkälbern im Studienzeitraum auch etwas erhöht (52,1% vs. 47,9%). In beiden Modellen stehen Bullenkalbungen mit einer bis zu doppelt erhöhten Schweregeburtenrate (OR: 1,420 (M), 1,939 (P)) im Zusammenhang, im Vergleich zu Kalbungen mit weiblichen Nachkommen. Johanson und Berger (2003) berichten von einer nur 25% höheren Chance dystokischer Kalbeverläufe im Zusammenhang mit männlichen Nachkommen. Der Effekt der **Tragezeit \geq 260 d** für das Vorkommen von Schweregeburten ist in beiden Modellen mittelgradig. Der Anstieg der Wahrscheinlichkeit des assistierten Kalbeverlaufs mit jedem zusätzlichen Tag Tragezeit um

ca. 5% bzw. 9% (OR: 1,053 (M) bzw. 1,089 (P)) resultiert wahrscheinlich aus den mit verlängerten Tragezeiten einhergehenden Effekt des höheren neonatalen Gewichts. Bei Multipara bleibt der **Kalbeschicht** ebenfalls eine signifikante Größe, die einen relativ großen Effekt auf die Höhe der Schweregeburtenrate ausübt. Nachtkalbungen sind, im Vergleich zu Geburten in der Frühschicht, mit einer Reduktion der Dystokierate auf etwa 70% (OR = 0,689) assoziiert. Diese Beobachtung unterstützt die Wichtigkeit von Managementfaktoren.

Die übrigen Einflussfaktoren aus Tabelle 83 stehen zum Teil in wechselseitiger Beziehung zu anderen Variablen (z. B. Kalbesaison und Konzeptionssaison, RFD und NEFA) oder entfallen auf Grund der größeren Effekte anderer Variablen aus dem multivariablen Regressionsmodell.

5.4. Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate

5.4.1. Maternale Einzelfaktoren

Ogleich in dieser Arbeit das EKA in keinem Zusammenhang zur Totgeburtenrate steht, hat die **Laktationszahl** einen wesentlichen Einfluss auf das Vorkommen von perinatalen Mortalitäten. Im Untersuchungsbetrieb treten Totgeburten bei Primipara fast viermal so oft auf wie bei Multipara. Auch in der Literatur wird von signifikant erhöhten Kälbersterblichkeiten bei Erstkalbinnen berichtet (Hossein-Zadeh, 2010a; Lombard et al., 2007; Meyer et al., 2000; Silva del Rio et al., 2007). Die Ursache dafür liegt in der engen Beziehung zur **Schweregeburt**. Dystokien treten häufiger bei Primipara auf und sind laut Meyer et al. (2001) nach der Parität sogar der zweitwichtigste Risikofaktor für Totgeburten. Dystokien begünstigen das Auftreten subpartaler Mortalitäten auf Grund von mechanischen Traumata, Acidosen und Asphyxien. In verschiedenen Arbeiten wurden die Folgen schwerer und verlängerter Geburtsverläufe (z. B. Atelektasen, Fruchtwasseraspiration, Blutungen, Frakturen) anhand von Sektionsbefunden der Kälber dokumentiert (Berglund et al., 2003; Essmeyer, 2006; Kausch, 2009). Aber auch die Art der Geburtsüberwachung und des Abkalbemanagements beeinflussen den Kalbeverlauf und die Totgeburtenrate (Mee et al., 2013a; Mee, 2014; Proudfoot et al., 2013; Schuenemann et al., 2011). Auch in der vorliegenden Arbeit gehen Schweregeburten, im Vergleich zu Eutokien, mit einer sechsfach erhöhten Chance für perinatale Mortalitäten einher. Die höchste Totgeburtenrate steht im Zusammenhang mit dem Geburtsverlauf 4 (Eingriff durch den Tierarzt, Kaiserschnitt). Jedoch ist die Beobachtungsanzahl sehr gering (n = 5) und daher mit Vorsicht zu interpretieren. Bei einem der fünf Kälber hat es sich außerdem um eine letale Infektion mit dem Schmallenberg-Virus gehandelt.

In dieser Arbeit gehen längere **Tragezeiten** mit signifikant weniger Totgeburten einher. Sowohl bei den Primi- als auch bei den Multipara sinkt mit jedem zusätzlichen Tag die Wahrscheinlichkeit der perinatalen Mortalität auf unter 10% (P) bzw. nahezu 0% (M) (Abbildung 6, Punkt 4.3.5.). Auch in der Literatur (Meyer et al., 2000) ist die Totgeburtenrate bei kurzen Gestationslängen am größten und auf die unvollständige Organentwicklung (v.a. fehlende Lungenreife) zurückzuführen (McClintock et al., 2005; Stamer et al., 2010). Für die Tragezeit < 260 d konnte in der vorliegenden Studie jedoch keine signifikante Assoziation zur Kälbersterblichkeit nachgewiesen werden, obwohl von den 112 Totgeburten 16 Kühe eine Tragezeit von weniger als 260 Tagen aufwiesen. Auch die Beobachtung, dass nicht nur verkürzte, sondern auch verlängerte Trächtigkeitsdauern zu einem Anstieg der Totgeburtenrate führen (Nogalski und Piwczynski, 2012b; Uematsu et al., 2013; Uzmay et al., 2010), kann in dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Die **Dauer der Trockenstehperioden** stehen in einem engen Zusammenhang zur Tragezeit. Höhere Gestationslängen führen zwangsläufig zu einem längeren Aufenthalt der Kuh in der Vorbereitungsgruppe. Die Beobachtung der niedrigeren Kälbermortalität bei längeren TS 2-Dauern ist wahrscheinlich auf den Effekt der längeren Tragezeit zurückzuführen. In der Untersuchung von Brakmann (2011) ist mit der Zunahme der Vorbereitungsdauer eine erhöhte Totgeburtenrate bei Primipara assoziiert. Sorge (2005) wiederum kann keinen Zusammenhang zwischen der TS 2-Dauer und dem Vorkommen von perinatalen Mortalitäten bei Primipara herstellen.

Analog zu den Schweregeburten spielt der **Kalbvater** auch für das Auftreten von Kälbersterblichkeiten eine ganz wesentliche Rolle. Im Untersuchungszeitraum sind Geburten von Primipara mit dem Bullen „Ceasar“ und von Multipara mit „Greatest“ mit erhöhten perinatalen Mortalitäten assoziiert, während die wenigsten Totgeburten bei Nachkommen von „Precinct“ und „Skycrest“ auftreten. In Tabelle 84 sind die zum Zeitpunkt der Anpaarung geltenden (genomischen) und die aktuellen (töchterbasierten) Zuchtwerte für die Totgeburtenrate dieser Bullen dargestellt. Überraschend ist, dass schon zum Zeitpunkt des Einsatzes im Studienbetrieb der unverändert hohe Zuchtwert für die direkte Totgeburtenrate von „Ceasar“ ($TG_{dir.} = 7,9\%$, d. h. 8 Totgeburten bei 100 Kalbungen) bekannt gewesen sein muss. Der aktuelle auf Töchterinformation beruhende Zuchtwert für die direkte Totgeburtenrate von „Greatest“ liegt, wie in dieser Arbeit beobachtet, unter dem von „Ceasar“ und über den Werten von „Skycrest“ und „Precinct“. Das vermehrte Auftreten von Schweregeburten im Zusammenhang mit den Bullen „Ceasar“ und „Greatest“ ist bekannt (Punkt 5.3.1) und nicht auf zu hohe Geburtsgewichte der Nachkommen zurückzuführen. Die perinatalen Mortalitäten, die mit diesen Kalbvätern in Verbindung gebracht werden können, sind entweder Folge der schweren Geburtsverläufe oder beruhen auf anderen Effekten (z. B. letale Gene, Lebensschwäche, organische Anomalien).

*Tabelle 84: Vergleich alter u. neuer Zuchtwerte für die TG ausgewählter Bullen
(verändert von Alta Genetics, 2015)*

ZW	Cesar	Greatest	Skycrest	Precinct
TG _{dir.} 2012*	7,9%	7,5%	7,7%	6,0%
(Si., n)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)
TG _{dir.} 12/2015	7,9%	7,2%	6,6%	5,4%
(Si., n)	(95%, 10817)	(96%, 3110)	(96%, 8007)	(92%, 1955)
TG _{mat.} 2012*	6,1%	6,7%	6,6%	7,1%
(Si., n)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)	(0%, 0)
TG _{mat.} 12/2015	6,7%	6,5%	8,8%	7,6%
(Si., n)	(94%, 1226)	(93%, 923)	(76%, 108)	(90%, 501)

* jeweils zum Zeitpunkt der Besamung gültige Zuchtwerte: Cesar, Skycrest = 12/2012, Greatest = 08/2012, Precinct = 04/2012

ZW = Zuchtwert, TG = Totgeburt, dir. = direkt, mat. = maternal, Si. = Sicherheit, n = Anzahl Beobachtungen

Die **Konzeptionssaison** steht in der vorliegenden Arbeit im Zusammenhang mit der Variable „Kalbvater“ (Anhang, Tabelle 91 - 92). Die höhere Totgeburtenrate, die mit Konzeptionen im Frühling assoziiert ist, ist auf den vermehrten Einsatz von „Cesar“ im Untersuchungsbetrieb für die künstliche Besamung zu diesem Zeitpunkt zurückzuführen.

Für die Beurteilung der **Blutparameter** gelten die unter dem Punkt 5.3.1. angeführten Grenzwerte. Zu Beginn der Vorbereitungsphase weisen 4,4% der Probanden und 53,2% der Tiere zur Kalbung hypophosphatämische Serumkonzentrationen auf. Im Mittel ist zwar eine ausreichende Versorgung der Probanden in der Trockenstehphase gewährleistet, jedoch liegt der Median der Phosphatkonzentration zur Kalbung mit 1,22 mmol/l knapp unter dem peripartalem Grenzwert ($\geq 1,25$ mmol/l) von Kraft und Dürr (2013). Auch bei der Auswertung der Calciumversorgung fallen Hypocalcämien bei den Probanden auf (TS 2: 11,3%, Kalbung: 32,4%), obgleich die mittleren Calciumwerte der TS 2-Kühe und Frischabkalber im Referenzbereich liegen. Höhere Phosphor-Konzentrationen in der Vorbereitungsphase sind mit einer Abnahme peripartaler Mortalitäten assoziiert. Sowohl höhere Calcium- als auch erhöhte Phosphorgehalte zur Kalbung wiederum sind mit mehr Totgeburten assoziiert. Wie bei den Schweregeburten liegt die Vermutung nahe, dass dieses Ergebnis auf die höhere Konzentration beider Parameter bei den Erstlaktierenden und somit auf einen indirekten Effekt über die Laktationszahl zurückzuführen ist. Bei einer getrennten Auswertung nach der Parität gehen lediglich noch höhere Phosphorwerte der Pluripara zur Kalbung mit einem Anstieg der Kälbersterblichkeit einher. Hypervitaminosen D, chronische Nierenkrankheiten oder andere Erkrankungen, die mit einer verringerten Milchleistung bei höheren Calciumgehalten einhergehen und somit einen indirekten Effekt auf die Gesundheit und Leistung der Kuh haben, sind weitere Erklärungsversuche für dieses Ergebnis. Möglich sind

auch Fehler in der Probenentnahme, da intravasale Hämolysen zur verstärkten Freisetzung von Phosphat aus den Erythrozyten führen. Sorge (2005) konnte in ihrer Untersuchung keine Veränderung der labordiagnostischen Parameter für Calcium und Phosphat in Abhängigkeit vom Kalbeverlauf oder vom Auftreten von Totgeburten feststellen.

Eine weitere Beobachtung ist, dass erhöhte NEFA-Konzentrationen in der Vorbereitungsphase im Zusammenhang mit einem gehäuften Auftreten perinataler Mortalitäten stehen. Auch in der Untersuchung von Fürll et al. (2006) konnten bei Kühen mit Totgeburten höhere NEFA-Konzentrationen, und damit einhergehende subklinische Störungen des Energiestoffwechsels durch eine gesteigerte Lipolyse, bereits 10 d a.p. nachgewiesen werden. Da in der Literatur (Albanat et al., 2013; Fürll et al., 2006) und in dieser Arbeit der Zusammenhang zwischen Geburtsstörungen und erhöhten NEFA-Werten bereits hergestellt wurde, war dieses Ergebnis erwartet.

Die **Kalbeschicht** übt zwar einen wichtigen Einfluss auf den Kalbeverlauf aus, ist für das Vorkommen von Totgeburten aber unbedeutend. Die **Kalbesaison** wiederum beeinflusst nur tendenziell ($p = 0,051$) die Höhe perinataler Mortalitäten. Wie bei Kausch (2009) tendieren Winterkalbungen dazu, mit der höchsten und Kalbungen im Frühling mit der niedrigsten Totgeburtenrate einher zu gehen. Für diese Zeiträume wurden in der vorliegenden Arbeit jeweils auch die Assoziationen mit der höchsten bzw. zweitniedrigsten Schweregeburtenrate nachgewiesen (Winter: 41,5%, Frühling: 31,7%), was die Bedeutung der Schweregeburtenrate für den Ausgang von Geburten unterstreicht. Auch die **Kondition** spielt in dieser Arbeit keine Rolle für die Höhe der Totgeburtenrate, was der Beobachtung von Berry et al. (2007) entspricht. Das liegt daran, dass die Rückenfettdicke TS 1 im Zusammenhang mit dem Vorkommen von Schweregeburten bei Multipara schon nur einen geringgradigen Einfluss genommen hatte (OR: 1,016) und auch nicht mehr Bestandteil des finalen multivariablen Modells war. Und auch die anderen Konditionsparameter (RFD TS 2, RFD Kalbung) stehen bei separater Prüfung nach der Laktionszahl in keinem signifikanten Zusammenhang mehr zur Schwer- bzw. Totgeburtenrate. Sorge (2005) fand in ihrer Untersuchung jedoch eine Assoziation zwischen antepartal niedrigeren RFD und dem vermehrten Auftreten von perinatalen Mortalitäten bei Primipara.

5.4.2. Fetale Einzelfaktoren

Die **Anzahl der Nachkommen** hat einen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von perinatalen Mortalitäten. In dieser Arbeit gehen Zwillingsskalbungen mit einer mehr als doppelt so hohen Totgeburtenhäufigkeit, im Vergleich zu Geburten mit einem Kalb, einher. Das entspricht den Angaben aus der Literatur (Hossein-Zadeh, 2010a; Lombard et al., 2007; Sawa et al., 2014; Silva del Rio et al., 2007; Waldner et al., 2014). Ursache dafür ist der

enge Bezug zur Schweregeburtenrate auf Grund der in Verbindung mit Hyperfetation auftretenden LSH-Anomalien (Echternkamp und Gregory, 1999; Gregory et al., 1996; Hossein-Zadeh, 2010b), was möglicherweise auf die eingeschränkten Platzverhältnisse im Uterus zurückzuführen ist. Fehler im Abkalbmanagement durch beispielsweise zu spätes Eingreifen in den Geburtsverlauf oder unsachgemäße Geburtshilfe könnten die Erklärung für das vermehrte Auftreten von (subpartalen) Mortalitäten sein. Da die Zeiten nicht erfasst und auch die Art und Weise der Hilfeleistungen nicht dokumentiert wurden, kann dazu keine Aussage getroffen werden. Eine weitere Erklärung könnte die Lebensschwäche zu früh geborener Zwillingenkälber sein. In dieser Arbeit sind tot geborene Zwillinge mit einer durchschnittlichen Tragezeit von 267 d assoziiert. Im Vergleich dazu weisen lebend geborene Zwillingenkälber eine mittlere Tragezeit von 275 d auf. Ob die Differenz von 8 Tagen ausreicht, um den lebend geborenen Neonaten erhebliche (Überlebens-)Vorteile bezüglich der Organentwicklung zu verschaffen, kann nicht beurteilt werden, da keine Sektion der toten Kälber vorgenommen wurde. Allerdings wurde unter dem Punkt 5.4.1. die Wichtigkeit langer Tragezeiten für das Vorkommen von perinatalen Mortalitäten dargestellt.

In der vorliegenden Arbeit stehen höhere **Kälbergeburtsgewichte** im Zusammenhang mit einer Abnahme der Totgeburtenrate. Dieses Ergebnis ist überraschend, da die Assoziation zwischen hohen Geburtsgewichten und Schweregeburten, die wiederum mit mehr perinatalen Mortalitäten einhergehen, unlängst hergestellt wurde (Punkt 5.4.). Aus diesem Grund wurde die vorhergesagte Wahrscheinlichkeit für die Totgeburtenrate in Abhängigkeit vom neonatalen Gewicht graphisch dargestellt (Abbildung 5, Punkt 4.3.3.). Dieser ist zu entnehmen, dass die Beobachtung der niedrigeren Mortalität im Zusammenhang mit höheren Geburtmassen nur für Mehrkalbskühe gilt. Bei den Erstlaktierenden steigt die Wahrscheinlichkeit der Totgeburt ab einem Gewicht von 42 kg langsam und ab 50 kg stark an, was sehr wahrscheinlich auf die Folgen schwerer Kalbeverläufe (mechanische Traumata, Frakturen, Blutungen etc.) zurückzuführen ist. Jedoch gehen sowohl bei Primi- als auch bei Multipara niedrigere neonatale Geburtmassen mit mehr Kälberverlusten einher, was der Literatur entspricht (Johanson und Berger, 2003; Junge et al., 2003). Das kann zum einen auf die in Verbindung mit niedrigen Geburtsgewichten stehenden Frühgeburten zurückzuführen sein, wobei die Kälber auf Grund einer unzureichenden Organentwicklung eine geringere Vitalität aufweisen. Zum anderen kann diese Beobachtung auch auf der höheren Dystokierate, die mit niedrigeren Geburtsgewichten einhergeht, beruhen (Punkt 5.3.2). In der Studie von Berglund et al. (2003) waren die klinisch unauffälligen Kälber mit unbekannter Todesursache, im Vergleich zu der Gruppe Kälber mit Schweregeburten, im Mittel 6 kg leichter. Andere Autoren wiederum können keinen signifikanten Unterschied in den Geburtsgewichten tot oder lebend geborener Kälber nachweisen (Brakmann, 2011; Berry et al., 2007; Linden et al., 2009).

Ein weiteres, unerwartetes Ergebnis ist die fast identische Totgeburtenrate im Zusammenhang mit weiblichen und männlichen Nachkommen im Untersuchungsbetrieb (5,5% vs. 5,4%). Obgleich der Anteil an Schweregeburten bei Bullenkälbern deutlich erhöht ist, spielt das **Geschlecht** keine Rolle für das Vorkommen von perinatalen Mortalitäten. Das entspricht der Beobachtung von Silva del Rio et al. (2007) und Sorge (2005). Andere Autoren wiederum berichten von einem deutlich erhöhten Totgeburtsrisiko (Hossein-Zadeh, 2010a; Lombard et al., 2007; Sawa et al., 2014) oder geringerer Vitalität (Riley et al., 2004) bei Bullenkälbern.

In Tabelle 85 sind alle Einzelfaktoren zusammengefasst, die in der vorliegenden Studie einen Einfluss auf das Vorkommen von Totgeburten haben. Alle signifikanten Untersuchungsgrößen wurden mit Hilfe der multivariablen logistischen Regressionsanalyse näher analysiert.

Tabelle 85: Übersicht signifikanter Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate

Variable	p	Bemerkungen
Laktationszahl	< 0,001	12,8% (P) vs. 3,3% (M)
Kälbergeburtsgewicht	< 0,001	OR: 0,890 / kg
Anzahl Nachkommen	0,019	12,7% (Zwilling) vs. 5,5% (Einling)
Kalbeverlauf	< 0,001	12,6% (Dystokie) vs. 2,0% (Eutokie)
Tragezeit	< 0,001	OR: 0,949 / d
Konzeptionssaison	0,011	8,2% (Frühling) vs. 2,9% (Sommer)
Kalbvater	0,003 (P) 0,023 (M)	P: 24,4% (Ceasar) vs. 3,0% (Precinct) M: 9,2% (Greatest) vs. 0,0% (Skycrest)
Dauer TS 2	< 0,001*	OR: 0,904 / d
Dauer TS ges.	0,019*	OR: 0,973 / d
RFD Kalbung	0,014**	(OR: 0,959 / mm)
Phosphor TS 2	0,009*	OR: 0,330 / mmol/l
NEFA TS 2	0,006*	OR: 2,615 / mmol/l
Calcium Kalbung	0,023**	(OR: 1,722 / mmol/l)
Phosphor Kalbung	0,022*	OR: 1,938 / mmol/l

* nur bei M signifikant, ** n.s. bei getrennter Analyse nach P und M

p = Signifikanz, TS 2 = Trockenstehperiode 2 (Vorbereitung), TS ges = Trockenstehperiode gesamt (Summe), RFD = Rückenfettdicke, NEFA = Freie Fettsäuren, P = Primipara, M = Multipara, n.s. = nicht signifikant

5.4.3. Multivariable Regressionsanalyse

Die durchschnittliche Totgeburtenrate im Untersuchungsbetrieb beträgt 5,8% und variiert zwischen 12,8% bei Primipara und 3,3% bei Multipara. Analog zu den Schweregeburten wurde die multivariable logistische Regressionsanalyse zur Ermittlung der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate für Primi- und Multipara getrennt durchgeführt. Der mit Abstand wichtigste Einflussfaktor für das Auftreten von perinatalen Mortalitäten ist das Vorliegen von **Schweregeburten**. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Aussage anderer Autoren

(Hoedemaker et al., 2010; Johanson und Berger, 2003; Meyer et al., 2000; Meyer et al., 2001; Sawa et al., 2014). Assistierte Kalbverläufe stehen im Untersuchungsbetrieb im Zusammenhang mit einem Anstieg der Chance der Totgeburt um das 5,5- (P) bzw. 10,5-fache (M), im Vergleich zu problemlosen Geburten. Dass der Effekt der Dystokie bei Mehrkalbskühen größer als bei Erstkalbinnen ist, war unerwartet und stimmt aber mit der Literatur überein (Lombard et al., 2007; Meyer et al., 2001). Die zweitwichtigste Größe, die im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Mortalitätsrate steht, ist die **Konzeptionssaison**. Bei Multipara gehen Geburten von Kühen, die im Herbst 2012 konzipiert haben, mit einem Anstieg der Chance der Kälbersterblichkeit um den Faktor 7,026 einher, im Vergleich zu Konzeptionen, die im Frühling erfolgt sind. Weder der Kalbvater noch das Auftreten von Schweregeburten kann mit dieser Beobachtung in Verbindung gebracht werden. Eine nähere Recherche hat ergeben, dass u. a. andere Faktoren (Torsio uteri, anatomische Anomalien beim Kalb, Störungen im weichen Geburtsweg und Fehler im Abkalbmanagement) für das gehäufte Auftreten von perinatalen Mortalitäten verantwortlich waren, aber nicht weiter ausgewertet wurden. Auch die Konzeptionssaison bei Primipara beeinflusst die Totgeburtenrate und wird durch den **Kalbvater** erklärt. Im Vergleich zur Konzeption im Frühling 2013, sinkt die Chance der Totgeburt auf etwa 30%, wenn die Kühe zu einer anderen Jahreszeit konzipiert haben. Der Bulle „Ceasar“, der im Studienbetrieb bei Erstkalbinnen mit erhöhten neonatalen Mortalitätsraten einhergeht, wurde vorwiegend für die künstliche Besamung der Tiere im Frühjahr 2013 eingesetzt. Bei Ausschluss der Variable „Konzeptionssaison“ von der multivariablen logistischen Regressionsanalyse gehen Kalbungen mit „Ceasar“ mit einem Anstieg der Chance der Kälbermortalität um das 7,197-fache einher.

Die maternale **Phosphorkonzentration** zu Beginn der TS 2-Periode, das Kälbergeburtsgewicht und die Tragezeit stehen im Zusammenhang mit einer Abnahme der Totgeburtenrate. Jede zusätzliche Einheit Phosphor ist bei Multipara mit einer Senkung der Kälbersterblichkeit auf etwa 30% (OR: 0,284) assoziiert, im Vergleich zu Kühen mit niedrigeren Phosphorgehalten. Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis ist, dass höhere maternale Phosphorkonzentrationen zu Beginn der Vorbereitungsphase mit niedrigeren Kälbergeburtsgewichten assoziiert sind (Punkt 4.4.11.) Die Beobachtung könnte also auf einen indirekten Effekt über die Senkung der Schweregeburtenrate beruhen. Da bei Multipara das **Kälbergeburtsgewicht** durch den Phosphorgehalt erklärt wird, bleibt es lediglich bei Primipara als Einflussfaktor im finalen Regressionsmodell signifikant. Mit jedem zusätzlichen Kilogramm Gewicht geht eine Abnahme der Chance der Totgeburt auf 88,3% einher, im Vergleich zu Kälbern mit niedrigeren Geburtmassen. Dass diese Aussage nur begrenzt zutrifft wurde bereits eingehend unter dem Punkt 5.4.2. erläutert. Bei Multipara beeinflusst außerdem die Länge der **Tragezeit** das Vorkommen von Kälberverlusten. Obgleich längere

Trächtigkeitsdauern mit einem Anstieg der Dystokierate assoziiert sind, steht jeder zusätzliche Gestationstag im Zusammenhang mit einer geringgeradigen Senkung der Mortalitätsrate auf etwa 95% (OR: 0,947), im Vergleich zu Kalbungen mit kürzeren Trächtigkeitsdauern.

In dieser Arbeit üben **Zwillingsgeburten** in der finalen multivariablen Regressionsanalyse keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe perinataler Mortalitäten aus. Das widerspricht dem Ergebnis aus der Arbeit von Hoedemaker et al. (2010), ist aber wahrscheinlich auf die stärkeren Effekte der anderen Untersuchungsparameter zurückzuführen. Die anderen Untersuchungsgrößen aus Tabelle 85 entfallen auf Grund wechselseitiger Beziehungen (z. B. Dauer TS 2 durch die Tragezeit) oder wegen ihres geringgeradigen Einflusses.

5.5. Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht

5.5.1. Maternale Einzelfaktoren

Die **Laktationszahl** beeinflusst wesentlich die Höhe der neonatalen Geburtsmasse. Die leichtesten Kälber sind mit Kalbungen von Primipara assoziiert, was der Literatur entspricht (Atashi et al., 2012a; Dhakal et al., 2013; Johanson und Berger, 2003). Diese Beobachtung beruht auf dem höheren Futterbedarf von Erstlaktierenden für den Abschluss ihrer eigenen körperlichen Entwicklung, weshalb das Wachstum des bovinen Fetus durch die Nährstofflimitierung eingeschränkt wird (Aksakal und Bayram, 2009). In einer türkischen Studie an HF-Kühen hingegen sinken die Kälbergeburtsgewichte mit steigender Parität des Muttertieres (Aksakal und Bayram, 2009). Die Autoren vermuten jedoch, dass die Fütterung auf dem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb nicht dem Nährstoffbedarf der Tiere in der Laktation und Trockenstehperiode gerecht wird und Ursache dieses überraschenden Ergebnisses ist. Im Studienbetrieb stehen die schwersten Nachkommen im Zusammenhang mit Kalbungen von Drittlaktierenden. Kalbungen von Kühen mit einer höheren Laktationszahl hingegen sind mit einer Abnahme der neonatalen Geburtmassen assoziiert. Das widerspricht der Aussage einiger Autoren, dass mit steigender Parität auch die Geburtsgewichte steigen (Hossein-Zadeh et al., 2012; Kertz et al., 1997; Richter und Götze, 1993; Stamer et al., 2004; Uzmay et al., 2010). Nach Burfening (1988) ist der Einfluss auf das Kälbergeburtsgewicht weniger ein Effekt des Alters, sondern der Parität. Wie in seiner Studie ist das **EKA** im Studienbetrieb nicht mit dem Kälbergeburtsgewicht assoziiert.

Im Untersuchungsbetrieb gehen längere **Tragezeiten** mit höheren neonatalen Gewichten einher. Diese Beobachtung stimmt mit der Literatur überein (Biswas et al., 2009; Brakmann, 2011; Echternkamp et al., 2007; Echternkamp und Gregory, 1999; Gunn et al., 2014; Richter und Götze, 1993; Rudolphi, 2009; Uzmay et al., 2010) und war erwartet. Schon in früheren

Untersuchungen wurde der exponentielle Anstieg des Kälbergewichts zum Ende der Gestation beschrieben (Anthony et al., 1986b; Ferrell et al., 1976; Prior und Laster, 1979). So können in dieser Arbeit, wie auch in der Studie von Brakmann (2011), längere Trächtigkeitsdauern mit einem linearen Anstieg der neonatalen Geburtmassen in Verbindung gebracht werden. Ab einer Tragezeit von ≥ 260 d steht jeder zusätzliche Gestationstag im Zusammenhang mit einer Erhöhung des bovinen Geburtsgewichts um $0,38$ kg / d. Das liegt geringfügig über der Angabe von Rudolphi (2009) in Höhe von $0,35$ kg / d und unter der von Echternkamp et al. (2007) mit $0,51$ kg / d. Auch längere **Trockenstehperioden** können im Studienbetrieb mit höheren Geburtsgewichten in Zusammenhang gebracht werden. Das stimmt mit dem Ergebnis von Brakmann (2011) überein und deckt sich mit der Beobachtung von Atashi et al. (2013), dass die Kälbergeburtsgewichte von Kühen mit kurzer Trockenstehdauer, im Vergleich zu den Gewichten von Tieren mit längeren Trockenstehperioden (> 60 d), kleiner sind. Während im Untersuchungsbetrieb die Dauer der TS 1-Periode und die Summe der Trockenstehphase (TS ges.) nur geringgradigen Einfluss nimmt, ist die Dauer der Vorbereitungsphase mit einem deutlichen Anstieg der Kälbergewichte (P: $0,15$ kg / d, M: $0,32$ kg / d) zum Partus assoziiert. Die Vermutung liegt nahe, dass der Effekt der **TS 2-Dauer** über die Trächtigkeitsdauer erklärt werden kann. Aus diesem Grund wurde eine lineare Regressionsanalyse, jeweils für Primi- und Multipara getrennt, mit den beiden Variablen als Zwischenauswertung erstellt (Punkt 4.4.7. und 4.4.9.). Im Ergebnis wird deutlich, dass sowohl die Tragezeit als auch die Dauer der Vorbereitungsperiode die Höhe des neonatalen Geburtsgewichts bei Färsen und Kühe beeinflusst. Als allgemeingültige Aussage dieser Analysen gilt, dass längere TS 2-Dauern mit höheren, und kürzere Trächtigkeitsdauern mit niedrigeren Kälbergewichten einhergehen. Die Angaben für die Gewichtszunahmen je zusätzlichem Tag in der Vorbereitungsgruppe haben sich durch den Effekt der Gestationslänge verringert (P: $0,073$ kg / d, M: $0,167$ kg / d). Zu dem Anstieg der Kälbergewichte je zusätzlichen Tragetag kann auf Grund der Wahl der Referenzkategorie (≥ 278 d) an dieser Stelle keine Aussage getroffen werden. Die Modelle erklären $12,1\%$ (P) bzw. $11,4\%$ (M) der Variabilität der neonatalen Geburtsgewichte. In einer zweiten Zwischenauswertung für die Tragezeit ≥ 260 d und der TS 2-Dauer wird ersichtlich, dass beide Parameter nur noch bei den Mehrkalbskühen die Höhe der neonatalen Geburtsmasse beeinflussen. Bei den Erstkalbinnen wird ab einer Gestationslänge ≥ 260 d der Effekt der Vorbereitungsphase auf das Kälbergeburtsgewicht allein durch die Tragezeit ($0,361$ kg / d) erklärt. Diese Modelle erklären $12,4\%$ (P) bzw. $9,3\%$ (M) der Variation der Geburtsgewichte. Die **Zwischentrage- und Zwischenkalbezeit** hat in dieser Arbeit nur einen geringgradigen Einfluss auf die Entwicklung des Kälbergeburtsgewichts. Mit jedem zusätzlichen Tag ZTZ bzw. ZKZ geht eine Erhöhung der fetalen Gewichte um gerade einmal $0,01$ kg / d einher, im

Vergleich zu kürzeren Zeiten. In der Literatur gibt es kaum eine Erklärung für dieses Ergebnis. Nur in der Publikation von Arnott et al. (2012) gibt es einen Hinweis, der sich mit der Beobachtung dieser Arbeit deckt. Laut ihnen gehen frühe Konzeptionen (Besamung nach dem erstem Östrus p.p.) mit der Geburt leichterer Kälber einher, im Vergleich zu Kühen, die erst nach einer Wartezeit von 74 d belegt wurden.

Der **Kalbvater** hat eine entscheidende Bedeutung für das Vorkommen von Dystokien und Totgeburten. Aus diesem Grund war die Beeinflussung des neonatalen Gewichts durch den paternalen Vererber erwartet, obwohl die Heritabilitäten für dieses Merkmal nur im mittleren Bereich liegen (Aksakal und Bayram, 2009; Márquez et al., 2005). Dementsprechend konnte Sorge (2005) in ihrer Arbeit eine weite Streuung der Kälbergewichte beobachten, obwohl die Auswahl der Bullen u. a. anhand der Vererbung niedriger Geburtsgewichte erfolgt ist. Im Untersuchungsbetrieb gehen Kalbungen mit einem der „Sonstigen“ Bullen bei Primipara und mit „Precinct“ bei Multipara (bei P mit den zweithöchsten Gewichten assoziiert) mit den höchsten neonatalen Geburtmassen einher. Geburten mit „Greatest“ stehen bei allen Probanden mit den niedrigsten Geburtsgewichten im Zusammenhang. Sehr überraschend ist, dass trotzdem die Nachkommen von „Greatest“ und auch von „Ceasar“ mit sehr niedrigen Kälbergewichten assoziiert sind, Geburten mit diesen beiden Bullen sowohl mit den höchsten Schwer- als auch mit den höchsten Totgeburten bei Primi- und Multipara in Verbindung gebracht werden können. Der Vererber „Precinct“ hingegen ist nicht nur mit sehr hohen Kälbergewichten, sondern auch mit sehr niedrigen Schwer- und Totgeburtenraten assoziiert; bei M sogar mit der niedrigsten Dystokierate und bei P mit der geringsten perinatalen Mortalität. Dies entspricht der Aussage von Márquez et al. (2005), dass die Nachkommen mit hohen Geburtsgewichten und problemlosen Kalbungen die bessere Überlebenschance haben. Betrachtet man nicht nur die Bullen mit der Assoziation zu den höchsten und niedrigsten neonatalen Geburtmassen, bleiben die Aussagen, die in den beiden vorherigen Kapiteln diskutiert wurden, in ihren Grundsätzen bestehen. So gehen beispielsweise Geburten mit „Embassy“ bei Mehrkalbskühen mit mehr Schweregeburten und vergleichsweise hohen Kälbergeburts gewichten einher. Bei Erstkalbinnen wiederum stehen Kalbungen mit „Bowie“ mit einer geringeren Dystokierate und niedrigen Geburtmassen im Zusammenhang. An dieser Untersuchungsgröße wird die Komplexität des Themas deutlich. Höhere **Konditionen** gehen im Untersuchungsbetrieb mit einem Anstieg des Kälbergeburts gewichts einher. Dabei variieren die Zunahmen, die mit jedem zusätzlichen Millimeter RFD assoziiert sind, zwischen 0,10 kg / mm (RFD TS 1 M), 0,19 kg / mm (RFD TS 2 M) und 0,16 kg / mm (RFD Kalbung alle). Bohnert et al. (2013) und Spitzer et al. (1995) wiesen in ihrer Fütterungsstudie ebenfalls größere neonatale Gewichte bei höheren Konditionen im letzten Trimester nach. Brakmann (2011) wiederum konnte bei unterschiedlichen Intensitäten der Vorbereitungsfütterung zwar einen Anstieg der maternalen

RFD nachweisen, diese aber nicht in einen Zusammenhang mit der Höhe des Geburtsgewichts bringen. Die Fütterung zwischen den Probanden unterschied sich in der vorliegenden Arbeit im Untersuchungszeitraum nicht. Dennoch gehen höhere Konditionen in der Trockenstehphase nur bei Multipara mit höheren neonatalen Geburtmassen einher. Das unterstützt die Annahme von Aksakal und Bayram (2009), dass Primipara einen bedeutenden Teil der Nährstoffe für den Abschluss ihrer Entwicklung verwerten.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor stellen die **Blutparameter** dar. Im Untersuchungsbetrieb überschreiten 6,4% der Probanden zu Beginn der TS 2-Periode und sogar 47,1% der Frischabkalber den kritischen NEFA-Gehalt von $\geq 0,8$ mmol/l, während der Anteil der Kühe, der die kritische BHB-Konzentration von $\geq 1,0$ mmol/l erreicht, hingegen sehr gering ist (TS 2: 0,3%, Kalbung: 1,3%). Mit dem Anstieg des fetalen Gewichts nimmt die maternale NEFA- und BHB-Konzentration um den Geburtszeitpunkt zu (Abeni et al., 2004; Abeni et al., 2014; Teama und Gad, 2014). Diese Beobachtung wird in dieser Studie bestätigt. Sowohl zu Beginn der TS 2-Phase als auch zur Kalbung können höhere NEFA- und BHB-Konzentrationen mit einem signifikanten Anstieg der Kälbergeburtsgewichte in Verbindung gebracht werden (BHB TS 2 nur bei P; BHB Kalbung, NEFA TS 2 und NEFA Kalbung nur bei M). Wie bei Teama und Gad (2014) ist die Korrelation zwischen den NEFA-Gehalten und den neonatalen Gewichten in dieser Arbeit am größten, liegt aber deutlich unter den von ihnen ermittelten Koeffizienten. Abeni et al. (2004) begründen den Anstieg maternaler NEFA-Gehalte in Zusammenhang mit schweren Nachkommen mit einer höheren antepartalen Energiemobilisation des Muttertieres. Vermutlich ist das wiederum auf den höheren Nährstoffbedarf des bovinen Feten für sein Wachstum zurückzuführen, was durch die Mobilisation der maternalen Fettreserven kompensiert werden soll (Abeni et al., 2004; Teama und Gad, 2014). Die reduzierte Futterraufnahme um den Zeitpunkt der Geburt (Huzzey et al., 2005; Jensen, 2012; Schirrmann et al., 2013) steht in Assoziation zu höheren BHB-Konzentrationen im maternalen Serum. Teama und Gad (2014) nehmen an, dass Tiere mit schweren Kälbern ein noch größeres Defizit bei der peripartalen Futterraufnahme haben oder dass diese durch die Übergröße des Kalbes beeinträchtigt wird (Abeni et al., 2004). Da die Futterraufnahme nicht erfasst wurde, kann diese Beobachtung nicht abschließend geklärt werden. Im Untersuchungsbetrieb gehen höhere Phosphorkonzentrationen zu Beginn der TS 2-Phase und höhere Calciumgehalte zur Kalbung mit der Geburt leichterer Kälber einher. In der Literatur sind für diese Ergebnisse keine Erklärungen zu finden. Inwiefern der maternale Calcium- und Phosphorstoffwechsel die fetale Gewichtsentwicklung beeinflusst, muss im Rahmen weitere Untersuchungen erforscht werden.

Die **Kalbesaison** beeinflusst in der vorliegenden Arbeit nicht das Kälbergeburtsgewicht, obwohl wie in der Literatur beschrieben (Aksakal und Bayram, 2009; Arnott et al., 2012), die leichtesten Kälber im Sommer und die schwersten in den kühleren Monaten geboren

werden. Dieser Effekt ist vermutlich nicht nur auf die Außentemperaturen, sondern auch auf die Haltung und Fütterung der Tiere zurückzuführen. Da die Tiere im Untersuchungsbetrieb das ganze Jahr über ausgewogen gefüttert und unter gleich bleibend guten Bedingungen gehalten werden, ist der Effekt der klimatischen Verhältnisse nicht signifikant. Auch die **Konzeptionssaison** steht in keinem Zusammenhang zum Kälbergewicht. Die Gabe von **Kexxtone®** ist in dieser Arbeit nicht mit der Höhe des neonatalen Gewichts assoziiert. Das widerspricht der Literatur, in der der verbesserte maternale Glucosemetabolismus als Ursache der höheren Geburtsgewichte beschrieben wird (Duffield et al., 2008; Melendez et al., 2006). In den Arbeiten wurde der Bolus jedoch schon sehr früh verabreicht (50 – 70 d a.p.), während die Boli-Gabe im Studienbetrieb erst zwischen dem 249. – 255. Trächtigkeitstag erfolgt ist.

5.5.2. Fetale Einzelfaktoren

Die einzige Einflussgröße, die in dieser Arbeit die Höhe des Kälbergeburtsgewichts beeinflusst, ist das **Kalbgeschlecht**. Geburten von Bullenkälber sind mit einem Anstieg des neonatalen Gewichts um 4,0 kg, im Vergleich zu weiblichen Nachkommen, assoziiert. Das stimmt mit der Aussage vieler Autoren überein (Aksakal und Bayram, 2009; Atashi et al., 2012a; Berry et al, 2007; Biswas et al., 2009; Dhakal et al., 2013; Hossein-Zadeh et al., 2012; Junge et al., 2003; Kertz et al., 1997; Linden et al., 2009), deren Angaben zu den Gewichtsunterschieden zwischen den Geschlechtern je nach Rasse und Laktationszahl des Muttertieres variieren. Sorge (2005) führt die höheren Gewichte bei Bullenkälbern nicht auf die Körpermaße zurück, sondern vermutet, dass diese auf den größeren Muskelmassen männlicher Nachkommen beruhen. Diese Annahme deckt sich mit der Aussage von Prior und Laster (1979), die den beträchtlicheren Proteingehalt und die größere Relation von RNS mit einem höheren Wachstumspotential von Bullen in Verbindung bringen. Ursache kann auch die längere Tragezeit in Verbindung mit männlichen Nachkommen sein (Crews, 2006; Dhakal et al., 2013). Die Trächtigkeitsdauern in dieser Studie variieren jedoch nur geringfügig zwischen den Geschlechtern (♂: 275 d vs. ♀: 273 d), weshalb die Tragezeit als Ursache höherer Geburtsgewichte bei Bullen ausgeschlossen werden kann. Da keine weiteren Untersuchungen in diese Richtung vorgenommen wurden, kann die Beobachtung nicht abschließend geklärt werden.

Die **Anzahl der Nachkommen** beeinflusst ebenfalls das neonatale Geburtsgewicht. In dieser Arbeit gehen Zwillingkalbungen mit signifikant niedrigeren Gewichten, im Vergleich zu Einlingsgeburten einher (36,3 kg vs. 43,8 kg). Diese Beobachtung stimmt mit der Literatur überein (Aksakal und Bayram, 2009; Dhakal et al., 2013; Gregory et al., 1996; Hossein-Zadeh, 2010b; Kertz et al., 1997). Um Verzerrungen bei der Bestimmung der

Einflussfaktoren auf das neonatale Gewicht auszuschließen, wurden Zwillingsgeburten von der Analyse ausgeschlossen.

In Tabelle 86 sind die Variablen zusammengefasst, die einen signifikanten Einfluss auf die Höhe des fetalen Gewichts im Studienbetrieb nehmen. Sie wurden zur näheren Analyse in das lineare Regressionsmodell aufgenommen.

Tabelle 86: Übersicht signifikanter Einflussfaktoren auf das Kälbergewicht

Variable	p	Bemerkungen
Laktationszahl	< 0,001	40,4 kg (P) vs. 45,0 kg (M)
Kalbgeschlecht	< 0,001	45,7 kg (♂) vs. 41,7 kg (♀)
Tragezeit	< 0,001	$r_s = 0,344$
Tragezeit \geq 260 d	< 0,001	$r_p = 0,310$ (0,38 kg / d)
Kalbvater	0,015 (P) 0,006 (M)	P: 42,2 kg (Sonst.) vs. 39,5 kg (Great.) M: 45,9 kg (Prec.) vs. 43,1 kg (Great.)
ZTZ	0,002**	$r_s = 0,089$ (0,01 kg / d)
ZKZ	< 0,001**	$r_s = 0,141$ (0,01 kg / d)
Dauer TS 1 M	0,003	$r_s = 0,082$ (0,02 kg / d)
Dauer TS 2 M	< 0,001	$r_s = 0,300$ (0,32 kg / d)
Dauer TS ges. M	< 0,001	$r_s = 0,248$ (0,05 kg / d)
Dauer TS 2 P	< 0,001	$r_s = 0,271$ (0,15 kg / d)
RFD TS 1	< 0,001**	$r_s = 0,146$ (0,10 kg / mm)
RFD TS 2	< 0,001**	$r_s = 0,216$ (0,19 kg / mm)
RFD Kalbung	< 0,001	$r_s = 0,196$ (0,16 kg / mm)
Phosphor TS 2	< 0,001**	$r_s = -0,104$ (-1,35 kg / mmol/l)
NEFA TS 2	< 0,001**	$r_s = 0,122$ (2,71 kg / mmol/l)
BHB TS 2	0,001*	$r_s = 0,150$ (5,66 kg / mmol/l)
Calcium Kalbung	0,004**	$r_s = -0,078$ (-1,14 kg / mmol/l)
NEFA Kalbung	< 0,001**	$r_s = 0,120$ (1,71 kg / mmol/l)
BHB Kalbung	< 0,001**	$r_s = 0,115$ (3,34 kg / mmol/l)

* = nur bei P signifikant, ** nur bei M signifikant

p = Signifikanz, r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, r_p = Korrelationskoeffizient nach Pearson, P = Primipara, M = Multipara, Sonst. = Sonstige, Great. = Greatest, Prec. = Precinct, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2 (Vorbereitung), TS ges = Trockenstehperiode gesamt, RFD = Rückenfettdicke, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Betahydroxybutyrat

5.5.3. Multivariable Regressionsanalyse

Auch für die Bestimmung der Einflussfaktoren auf die Höhe des Kälbergeburtsgewichts wurde die multivariable lineare Regressionsanalyse für Primi- und Multipara getrennt berechnet. Im Ergebnis bleiben bei den Erstkalbinnen nur vier Untersuchungsgrößen signifikant, während bei den Mehrkalbskühen sieben Faktoren Einfluss auf die Entwicklung der neonatalen Gewichte nehmen. Das ist wahrscheinlich auf die ohnehin schon geringen Geburtsgewichte von Färsenkälbern, im Vergleich zu Nachkommen älterer Kühe, zurückzuführen.

Der stärkste Einflussfaktor bei den Primipara ist der **BHB**-Gehalt im maternalen Serum zu Beginn der TS 2-Phase. Eine Erhöhung der BHB-Konzentration um 1 mmol/l geht mit einem Anstieg der neonatalen Masse um etwa 4,6 kg / mmol/l einher, im Vergleich zu Färsen mit geringeren BHB-Werten. Dieses Ergebnis ist vermutlich auf eine große negative Energiebilanz, verbunden mit einer starken Futterrestriktion, der Primipara mit schweren Nachkommen zurückzuführen (Abeni et al., 2004; Teama und Gad, 2014). Bei den Kühen beeinflusst die BHB-Konzentration die Kälbergeburtsgewichte nicht. Der zweitwichtigste (und bei M wichtigste) Faktor ist das **Kalbgeschlecht**. Bullenkälber sind mit einem Anstieg fetaler Gewichte um 2,7 kg (P) bzw. 3,5 kg (M) assoziiert, im Vergleich zu weiblichen Nachkommen. Kamel et al. (2014) berechnen eine ähnliche Differenz für Kälber von Primipara und sehen das Geschlecht ebenfalls als wichtigste Einflussgröße des neonatalen Gewichts. Die **NEFA**-Konzentration zur TS 2-Phase und zur Kalbung sind bei Multipara die nächsten Größen aus der Reihenfolge der einflussnehmenden Variablen. Ein Anstieg um 1 mmol/l steht im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Kälbergewichte um 0,8 kg (Kalbung) - 2,1 kg (TS 2), im Vergleich zu Kühen mit niedrigeren NEFA-Gehalten. Diese Beobachtung ist auf die peripartale negative Energiebilanz und auf die Mobilisation von Körperreserven zurückzuführen. Dass die Konzentration an Freien Fettsäuren einen so großen Einfluss auf die neonatalen Geburtsgewichte nimmt, ist überraschend, zumal die Probanden im Median eine RFD im bzw. unter dem Referenzbereich aufweisen. Die gemeinsame Wirkung von **Tragezeit** und **Vorbereitungsdauer** auf das Kälbergeburtsgewicht wurde bereits unter dem Punkt 5.5.1. erläutert. Beide Faktoren bleiben auch im finalen multivariablen Regressionsmodell signifikant. Somit wird die Höhe des neonatalen Gewichts nicht nur von der Entwicklung im Mutterleib, sondern auch von den Bedingungen der Vorbereitungsphase (z. B. Fütterung) beeinflusst. Eine Erhöhung der Trächtigkeitsdauer um einen zusätzlichen Tag geht mit einem Anstieg des Kälbergewichts um 0,3 kg / d (P) bzw. 0,2 kg / d (M) einher, im Vergleich zu Kühen mit kürzeren Tragezeiten. Zusätzlich sind mit jedem zusätzlichen Tag in der Vorbereitungsgruppe leichte Anstiege des neonatalen Gewichts um knapp 0,1 kg / d (P, M) assoziiert, im Vergleich zu Tieren mit kürzeren TS 2-Phasen. Bei den Erstkalbinnen entfällt bei Austausch der „Tragezeit“ gegen die „Tragezeit \geq 260 d“ wie erwartet der Effekt

der Vorbereitungsperiode (Modell 2). In diesem Fall steht jeder zusätzliche Gestationstag im Zusammenhang mit einer Erhöhung des Kälbergeburtsgewichts um 0,3 kg / d. In der Untersuchung von Kamal et al. (2014) steht die Trächtigkeitlänge in einem negativen Zusammenhang zur neonatalen Geburtsumasse (niedrigere Gewichte bei kürzeren Tragezeiten), was auf die Wahl der Referenzkategorie zurückzuführen ist.

Bei den Multipara beeinflusst außerdem der **Kalbvater** und die Laktationszahl das Kälbergewicht. Geburten mit den Bullen „Patent“ und „Greatest“ gehen mit einer Absenkung der durchschnittlichen Gewichte um 1,5 kg bzw. 2,9 kg einher, im Vergleich zu Kalbungen mit einem der „Sonstigen“ Vererber. Der Effekt von „Greatest“ war erwartet, da für ihn der Zusammenhang mit den leichtesten Nachkommen bereits mittels der einfachen linearen Regressionsanalyse nachgewiesen wurde (Tabelle 66). Für „Patent“ wurde in dieser Berechnung die Assoziation zu Nachkommen mit einem mittleren Gewicht von 44,4 kg hergestellt, was an der vierten von zehn Positionen in der aufsteigenden Reihenfolge der Geburtsumgewichte stand. Im finalen multivariablen Regressionsmodell werden die erwarteten Kälbergewichte im Zusammenhang mit den Kalbvätern, unter Einbeziehung der anderen einflussnehmenden, intervallskalierten Variablen (Tragezeit, TS 2-Dauer, NEFA TS 2, NEFA Kalbung), jedoch noch einmal neu kalkuliert (Tabelle 81). Für Kälber mit „Patent“ als Kalbvater wird eine Reduktion der Gewichte auf 43,8 kg berechnet, was den im Vergleich zweitniedrigsten Geburtsummassen entspricht. Bei den Primipara beeinflusst der Kalbvater das Kälbergewicht nicht. Die schwersten Kälber sind in dieser Arbeit mit Kühen der **Laktationszahl** 3 assoziiert. Auch im finalen Modell gehen Kalbungen von Zweitlaktierenden mit der Geburt etwa 1 kg leichter Nachkommen einher, im Vergleich zu Kälbern von Tieren der Parität ≥ 3 . In der Arbeit von Kamal et al. (2014) spielt die Laktationszahl keine Rolle, dafür das EKA, wofür in dieser Untersuchung kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden konnte. Für Topal et al. (2010) stellt die Laktationszahl den viertwichtigsten Einflussfaktor da, neben der Anzahl der Nachkommen, der Kalbesaison, dem Geschlecht und dem BCS. Zwillinge wurden in der vorliegenden Studie von der Untersuchung ausgeschlossen und für die Kalbesaison konnte keine Assoziation zu den Kälbergewichten nachgewiesen werden. Die **Kondition** beeinflusst als unabhängiger Faktor die neonatale Geburtsumasse. Im finalen Modell entfällt diese Variable entweder auf Grund von Wechselwirkungen mit anderen Untersuchungsgrößen (z. B. mit dem maternalen Serumgehalt an Freien Fettsäuren oder Betahydroxybutyrat) oder wegen des größeren Effekts anderer Einflussfaktoren. Wie erwartet, ist weder die ZTZ bzw. ZKZ noch die Dauer TS 1 bzw. ges. im finalen Modell auf Grund der schwachen bzw. geringeren Wirkung (TS 1, TS ges. vs. TS 2) enthalten.

Bei den Primipara werden mit Hilfe des 1. Modells 26,3% der Variabilität der Kälbergeburtsgewichte erklärt. Im 2. Modell reduziert sie sich auf 20,2%. Mit Hilfe des Modells von Pluripara werden 25,5% der Variation der neonatalen Gewichte begründet.

In Tabelle 87 sind die Ergebnisse der logistischen und linearen Regressionsanalysen für die Bestimmung der Einflussfaktoren auf die Schwer- und Totgeburtenrate sowie auf das Kälbergeburtsgewicht, getrennt für Primi- und Multipara, abschließend zusammengefasst.

Tabelle 87: Übersicht und Vergleich signifikanter Einflussfaktoren der Regressionsanalysen

Parameter	Ref.	Schwergeb.*		Totgeb.*		Gewicht**	
		P	M	P	M	P ¹	M
<u>Laktation</u>							
2	≥ 3	-	-	-	-	-	-1,038
Zwillinge	Einling	-	42,132	-	-	-	-
männlich	weiblich	1,939	1,420	-	-	2,686	3,496
Totgeburt	Lebendg.	5,663	7,034	-	-	-	-
Dystokie	Eutokie	-	-	5,470	10,552	-	-
<u>Kalbvater</u>							
Ceasar	Patent	2,343	-	-	-	-	-
Superb		3,126	-	-	-	-	-
Sonstige		7,402	-	-	-	-	-
Patent	Sonstige	-	-	-	-	-	-1,471
Greatest		-	-	-	-	-	-2,862
<u>Konz.-Saison</u>							
Herbst	Winter	-	0,594	-	-	-	-
Sommer	Frühl.	-	-	0,310	-	-	-
Herbst		-	-	0,322	7,026	-	-
Winter		-	-	0,360	-	-	-
<u>Kalbeschicht</u>							
Nacht	Früh	-	0,675	-	-	-	-
Tragezeit	-	-	-	-	0,947	0,276	0,197
Tragezeit ≥ 260 d	-	1,089	1,053	-	-	-	-
Dauer TS 2	-	-	-	-	-	0,063	0,099
Geburtsgewicht	-	1,103	-	0,883	-	-	-
Phosphor TS 2	-	-	-	-	0,284	-	-
NEFA TS 2	-	-	-	-	-	-	2,071
BHB TS 2	-	-	-	-	-	4,628	-
NEFA Kalbung	-	-	-	-	-	-	0,773

* = logistische Regressionsanalyse (Angabe des Exp (B)), ** = lineare Regressionsanalyse (Angabe von B), ¹ = Modell 1

Schwergeb. = Schweregeburt, Totgeb. = Totgeburt, Ref. = Referenzkategorie, P = Primipara, M = Multipara, Lebendg. = Lebendgeburt, TS 2 = Trockenstehperiode 2 (Vorbereitung), Konz.-Saison = Konzeptionssaison, Frühl. = Frühling, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Betahydroxybutyrat

6. Schlussfolgerungen

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass das Herdenmanagement eine überdurchschnittliche gute Qualität in Bezug auf die Haltung, Fütterung, Zuchtarbeit, Arbeitsorganisation, Weiterbildung und Umsetzung des aktuellen Wissensfortschritts aufweist. Der Betrieb arbeitet nach dem just-in-time-Konzept. Die Trockensteher und Frischabkalber stehen in einem speziell ausgestatteten Stall (TMF transition management facility). Die Abkalbungen werden ununterbrochen 24 Stunden durch geschultes Personal überwacht und assistiert. Die Arbeitsabläufe sind in SOP (standard operating procedure) standardisiert. Sowohl hochtragende Färsen als auch die trockenstehenden Kühe sind nicht überkonditioniert, sie neigen eher tendenziell eher zu einer Unterkondition. Ketosen und Gebärparesen haben als Bestandsproblem auf Grund wirksamer Herdenprophylaxeprogramme keine Relevanz.

Von den in die Auswertung einbezogenen Untersuchungsgrößen (BHB TS 2, BHB Kalbung, Calcium Kalbung, Calcium TS 2, Dauer TS 1, Dauer TS 2, Dauer TS gesamt, Erstkalbealter, Gabe von Kexxtone, Kalbanzahl, Kalbepersonal, Kälbergeburtsgewicht, Kalbesaison, Kalbeschicht, Kalbeverlauf, Kalbezeit, Kalbgeschlecht, Kalbung nach Monaten, Kalbvater, Kalbvitalität, Konzeption nach Monaten, Konzeptionssaison, Laktationszahl, NEFA Kalbung, NEFA TS 2, Phosphor Kalbung, Phosphor TS 2, RFD Kalbung, RFD TS 1, RFD TS 2, Tragezeit \geq 260 d, Tragezeit, Zwischenkalbezeit, Zwischentragezeit) haben verschiedene Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Schwereburtenrate (Tabelle 83), auf die Totgeburtenrate (Tabelle 85) und auf das Kälbergeburtsgewicht (Tabelle 86).

Über eine multivariable logistische Regressionsanalyse (Schwereburtenrate, Totgeburtenrate) bzw. multivariable lineare Regressionsanalyse (Kälbergeburtsgewicht) unter Einbeziehung der signifikanten Einflussgrößen (Tabelle 83, 85, 86) können autokorrelative Effekte reduziert und die Wirkstärke der Faktoren gewichtet werden. Auf Grund des starken, hochsignifikanten Einflusses der Laktationszahl sind die Zusammenhänge getrennt für Primipara (Tabelle 45, 60, 78, 79) und für Multipara (Tabelle 46, 61, 80) darzustellen.

Schwereburtenrate Primipara

- Die Häufigkeit notwendiger Geburtshilfe ist bei den erstkalbenden Kühen mehr als doppelt so hoch (56,8%) im Vergleich zu Mehrkalbskühen (28,4%). Es ist zu beachten, dass in dieser Auswertung schon leichte Zughilfe als assistierte Geburt in die Gruppe Schwereburten eingeordnet wird.
- Die Auswahl des Kalbvaters hat den stärksten Einfluss. Das Risiko für eine Schwereburten kann in der ausgewerteten Stichprobe zwischen verschiedenen Bullen bis siebenfach

(OR 7,402) erhöht sein. Der genomische Zuchtwert für den Kalbeverlauf ist zu unsicher, um eine erhöhte Schweregeburtenrate zu vermeiden. Deshalb sind für Färsenanpaarungen bevorzugt töchtergeprüfte Bullen einzusetzen.

- Eine Totgeburt ist der zweitstärkste Faktor für einen dystokischen Kalbeverlauf mit einer fünffachen Risikosteigerung (OR 5,663).
- Starke Faktoren auf die Schweregeburtenrate sind das Geschlecht des Kalbes (OR für Bullenkälber im Vergleich zu Färsenkälbern 1,939) und das Geburtsgewicht (Optimum 30 kg, OR 1,103 / kg höhere Kälbergeburtsmasse).
- Die Trächtigkeitsdauer (Optimum 260 bis 265 Tage, OR 1,145 / Tag längere Tragezeit) und die Vorbereitungsdauer (OR 1,051 / Tag längere Vorbereitung) beeinflussen als unabhängige Faktoren die Schweregeburtenrate.
- Das durch die intensive Aufzucht erreichte niedrige mittlere EKA von 22,3 Monaten hat wider Erwarten keinen nachweisbaren Effekt auf die Dystokierate.

Erfolgversprechende Ansätze zur Reduzierung der Schweregeburtenrate bei Primipara sind die Auswahl der Besamungsbullen auf Grundlage von töchtergeprüften Zuchtwerten für den Kalbeverlauf, die Nutzung von gesextem Sperma zur Erhöhung des Anteils an weiblichen Kälbern, die Überwachung der Trächtigkeitsdauer mit der Nutzung der Geburtsinduktion und die Begrenzung der Intensität und Dauer der Vorbereitungsphase.

Schweregeburtenrate Multipara

- Die Mehrlingsträchtigkeit ist der stärkste Faktor auf die Dystokierate bei Multipara. Das Risiko steigt um das 42-fache (OR 42,132).
- Eine Totgeburt hat den zweitstärksten Effekt auf die Schweregeburtenrate. Das Risiko ist mehr als siebenfach erhöht (OR 7,034).
- Bullenkälber sind mit einem signifikant erhöhten Risiko für einen schweren Kalbeverlauf verbunden (OR für Bullenkälber im Vergleich zu Färsenkälbern 1,420).
- Die Tageszeit der Kalbung übt einen signifikanten Einfluss aus. In der Nachtschicht ist die Schweregeburtenrate signifikant niedriger als in der Frühschicht (OR 0,675), was auf den positiven Effekt von Ruhe hinweist.
- Der signifikante Einfluss der Jahreszeit der Besamung (tendenzielle OR bis 1,409 für Frühlingsanpaarungen im Vergleich zu Winteranpaarungen) wird indirekt über den Wechsel der eingesetzten Besamungsbullen bewirkt. Daraus lässt sich ableiten, dass auch bei Multipara die Auswahl der Anpaarungsbullen die Dystokierate signifikant beeinflusst. Der Effekt ist deutlich geringer im Vergleich zu den erstkalbenden Kühen.

- Der Effekt der Trächtigkeitsdauer ≥ 260 d ist bei den Mehrkalbskühen geringer (Optimum 271 bis 274 Tage, OR 1,053 / Tag längere Tragezeit) im Vergleich zu den erstkalbenden Kühen.
- Erhöhte Blutserumkonzentrationen an Freien Fettsäuren (NEFA) zeigen bereits zu Beginn der Vorbereitungsphase ein erhöhtes Risiko für einen schweren Kalbeverlauf an (OR 1,593).
- Das Kälbergeburtsgewicht beeinflusst als unabhängiger Faktor die Schweregeburtenrate (OR 1,057 / kg höhere Kälbergeburtssmasse).

Als wichtige Maßnahmen zur Reduktion der Dystokierate bei multiparen Kühen kann die Reduktion der Mehrlingsträchtigkeiten, die Ultraschalluntersuchung auf eine Mehrlingsträchtigkeit und ein spezielles Management von mehrlingstragenden Kühen (früheres Umstallen in die Vorbereitungsgruppe, intensivere Geburtsüberwachung) empfohlen werden. Andere Maßnahmen wie die Bullenauswahl bei der Anpaarung, die Kontrolle der Trächtigkeitsdauer mit der Möglichkeit der Geburtsinduktion, Einsatz von gesextem Sperma können genutzt werden, sind aber im Vergleich zu primiparen Kühen von geringerer Wirksamkeit. Ein allgemeiner Ansatz ist das Sicherstellen von Ruhe im Abkalbestall. Erhöhte Konzentrationen an Freien Fettsäuren zu Beginn der Vorbereitungszeit können einen Hinweis auf eine bevorstehende Schweregeburt sein.

Totgeburtenrate Primipara

- Die Häufigkeit von Totgeburten ist bei Erstkalbinnen fast viermal so hoch (12,8%) im Vergleich zu Mehrkalbskühen (3,3%).
- Das Vorliegen von schweren Geburtsverläufen ist der stärkste Einflussfaktor mit einer fünffachen Risikosteigerung (OR für Schweregeburten im Vergleich zu Spontangeburt 5,470) für perinatale Kälbersterblichkeiten.
- Der signifikante Einfluss der Jahreszeit der Besamung (OR bis 0,310 für Sommeranpaarungen im Vergleich zu Frühlingsanpaarungen) wird indirekt über den Wechsel der eingesetzten Besamungsbullen bewirkt. Schlussfolgernd beeinflusst die Auswahl des Anpaarungsbullen signifikant die Totgeburtenrate. Auf Grund der Unsicherheit genomischer Zuchtwerte für die Totgeburten, sind für Färsenanpaarungen bevorzugt töchtergeprüfte Bullen einzusetzen.
- Das Kälbergeburtsgewicht übt einen signifikanten Einfluss aus. Höhere neonatale Gewichte gehen mit einem geringeren Totgeburtenrisiko einher (OR 0,883 / kg höhere Geburtssmasse), was ein Hinweis auf die unzureichende Organentwicklung und geringere Vitalität zu früh geborener Kälber ist. Das Optimum für Färsenkalbungen beträgt 42 kg.

Geburtsmassen über dem Optimum sind jedoch mit einem signifikanten Anstieg des Schwer- und Totgeburtenrisikos assoziiert und sollten deshalb vermieden werden.

- Das Erstkalbealter hat wider Erwarten keinen nachweisbaren Effekt auf die Totgeburtenrate.

Empfehlenswerte Aktionen zur Reduzierung der Totgeburtenrate bei Primipara ist die Dezimierung von Schweregeburten durch adäquate Managementmaßnahmen (Einsatz von gesextem Sperma, Überwachung der Trächtigkeitsdauern mit der Nutzung der Geburtsinduktion, Begrenzung der Intensität und Dauer der Vorbereitungsperiode) und die Auswahl von Besamungsbullen auf Grundlage von töchterbasierten Zuchtwerten für den Kalbeverlauf und die Totgeburtenrate.

Totgeburtenrate Multipara

- Auch bei den Mehrkalbskühen stellt die Schweregeburt den stärksten Einflussfaktor dar. Das Risiko für perinatale Mortalitäten steigt um das zehnfache (OR 10,552) im Vergleich zu problemlosen Kalbungen. Der Effekt ist damit doppelt so hoch im Vergleich zu erstkalbenden Kühen.
- Die Jahreszeit der Konzeption übt den zweitstärksten Einfluss aus (OR für Herbstanpaarung im Vergleich zu Frühlingsanpaarung 7,026). Der Effekt ist auf verschiedenen Faktoren wie z. B. das Vorliegen von Torsio uteri und Anomalien am Kalb, aber u.a. auch auf eine unzureichende Geburtsüberwachung zurückzuführen.
- Die Trächtigkeitsdauer ist der drittstärkste Faktor. Längere Tragezeiten gehen mit einem geringeren Risiko der Totgeburt einher (OR 0,947 / Tag längere Tragezeit). Jedoch sollten lange Tragezeiten auf Grund des Anstiegs des Schweregeburtenrisikos vermieden und aus diesem Grund überwacht werden.
- Niedrigere Phosphorkonzentrationen geben bereits zu Beginn der Vorbereitungsperiode einen Hinweis auf ein geringeres Totgeburtenrisiko (OR 0,284). Es wird angenommen, dass dieser Effekt indirekt über eine Senkung der Schweregeburtenrate auf Grund niedrigerer Kälbergeburtsgewichte bewirkt wird.
- Die Mehrlingsträchtigkeit beeinflusst als unabhängiger Faktor die Totgeburtenrate.

Als wichtige Vorkehrungen für die Reduktion der Totgeburtenrate bei multiparen Kühen kann ebenfalls die Verringerung der Dystokierate durch geeignete Maßnahmen (Reduktion und frühzeitige Diagnostik von Mehrlingsträchtigkeiten, geeignete Bullenauswahl für die Anpaarung, Überwachung der Tragezeiten mit der Möglichkeit der Geburtsinduktion, Einsatz von gesextem Sperma und niedriger Geräuschpegel im Abkalbebereich) empfohlen werden. Außerdem sollte das Kalbepersonal regelmäßig zum Monitoring der kalbenden Tiere, v.a. zu

physiologischen und pathologischen Geburtsanzeichen sowie zur korrekten Anwendung geburtshilflicher Maßnahmen geschult werden.

Kälbergeburtsgewicht Primipara

- Die Kälber von erstkalbenden Kühen sind durchschnittlich 4,6 kg leichter (40,4 kg) im Vergleich zu Nachkommen von multiparen Kühen (45,0 kg).
- Erhöhte Blutserumkonzentrationen an BHB zu Beginn der Vorbereitungsperiode sind der stärkste Einflussfaktor (B 4,628 kg / mmol/l höhere BHB-Konzentration). Sie können bereits zum Zeitpunkt des Umstallens in die TS 2-Gruppe ein Hinweis auf erhöhte Kälbergeburtmassen sein.
- Das Geschlecht des Kalbes ist der zweitstärkste Faktor. Bullen sind knapp 2,7 kg schwerer im Vergleich zu Kuhkälbern (B 2,686 kg).
- Moderate Einflussfaktoren auf die Höhe der neonatalen Geburtsmasse sind die Trächtigkeitsdauer (B 0,276 kg / Tag längere Tragezeit) und die Dauer der Vorbereitungsperiode (B 0,063 kg / Tag längere Vorbereitung).
- Auch der Kalbvater beeinflusst als unabhängiger Faktor die Höhe des Kälbergeburtsgewichts signifikant. Die Gewichte können in der ausgewerteten Stichprobe um 2,7 kg differieren.
- Für das EKA konnte kein nachweisbarer Effekt auf das neonatale Geburtsgewicht nachgewiesen werden.

Als erfolgversprechende Maßnahme für die Geburt von Kälbern mit niedrigeren Geburtsgewichten bei primiparen Kühen kann die Nutzung von gesextem Sperma zur Erhöhung des Anteils weiblicher Nachkommen, die Kontrolle der Trächtigkeitsdauern mit der Anwendung der Geburtsinduktion und die Beschränkung der Intensität und der Dauer der Vorbereitungsphase empfohlen werden. Auch die Auswahl der Besamungsbullen auf der Grundlage töchtergeprüfter Zuchtwerte für den Kalbeverlauf kann geeignet sein, wenn in der Zuchtwertschätzung das Kälbergeburtsgewicht als Merkmal berücksichtigt wurde. Erhöhte Konzentrationen an Betahydroxybutyrat zu Beginn der Vorbereitungsphase können einen Hinweis auf erhöhte Geburtmassen sein.

Kälbergeburtsgewicht Multipara

- Der stärkste Einflussfaktor bei Multipara ist das Kalbgeschlecht. Die Geburt von Bullenkälbern geht mit durchschnittlich 3,5 kg höheren Geburtsgewichten einher (B für Bullenkälber im Vergleich zu Färsenkälbern 3,496). Der Effekt ist höher im Vergleich zu erstkalbenden Kühen.

- Erhöhte Blutserumkonzentration an Freien Fettsäuren zu Beginn der Vorbereitungsperiode (B 2,071 / mmol/l erhöhte NEFA-Konzentration) und zur Kalbung (B 0,773 / mmol/l erhöhte NEFA-Konzentration) sind die zweitstärksten Faktoren und geben frühzeitig einen Hinweis auf höhere neonatale Geburtsgewichte.
- Starke Faktoren sind die Trächtigkeitsdauer (B 0,197 / Tag längere Tragezeit) und die Vorbereitungsphase (B 0,099 / Tag längere Vorbereitung), die beide das Kälbergeburtsgewicht signifikant beeinflussen. Es konnte kein Interaktionseffekt für diese Untersuchungsgrößen nachgewiesen werden.
- Die Auswahl des Besamungsbullen nimmt Einfluss auf die Höhe des Geburtsgewichts. Die neonatalen Gewichte differieren in der ausgewerteten Stichprobe um knapp 3 kg (B -2,862). Bei der Auswahl des Anpaarungsbullen ist auf die Körpermaße des zu belegenden Tieres Rücksicht zu nehmen und die Zuchtwerte für den Kalbverlauf zu beachten, wenn in der Zuchtwertschätzung die Kälbergeburtsgewichte berücksichtigt wurden.
- Kühe der dritten Laktation weisen die vergleichsweise schwersten Kälber auf (45,9 kg). Im finalen Modell sind die Nachkommen von Zweitlaktierenden signifikant leichter (B im Vergleich zu Kälbern von \geq Drittlaktierenden -1,038).

Ein empfehlenswerter Ansatz für die Geburt von Kälbern mit niedrigeren Geburtsgewichten bei multiparen Kühen ist die Auswahl des Anpaarungsbullen auf der Grundlage von töchtergeprüften Zuchtwerten für den Kalbverlauf und bei Beachtung der Körpermaße des Besamungstieres. Der Einsatz von gesextem Sperma zur Steigerung des Anteils weiblicher Nachkommen, die Überwachung von Tragezeiten mit der Nutzung der kontrollierten Geburtsinduktion und die Begrenzung des Ausmaßes und der Dauer der zweiten Trockenstehphase sind weitere erfolgversprechende Maßnahmen. Erhöhte NEFA-Konzentrationen im Blutserum zur Beginn der Vorbereitungsperiode und zur Kalbung geben einen Hinweis auf höhere Kälbergeburtsgewichte.

7. Zusammenfassung

Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Geburtsverlauf bei Kühen und auf das Kälbergeburtsgewicht

In den vergangenen zehn Jahren haben die Erkenntnisse über die Risikofaktoren für Schwer- und Totgeburten zugenommen. Dennoch werden regelmäßig hohe Zahlen für Dystokien und perinatale Mortalitäten gemeldet. Häufig wird dafür das Kälbergeburtsgewicht, v. a. bei Primipara verantwortlich gemacht. Aufgabenstellung dieser Arbeit war es, die Einflussfaktoren von pathologischen Kalbeverläufen bei Holstein Friesian-Kühen zu untersuchen. Außerdem sollte die Bedeutung des Kälbergeburtsgewichts in die Problematik eingeordnet und dessen Einflussfaktoren bestimmt werden. Letztlich war es das Ziel, praktische Möglichkeiten aufzuzeigen das Vorkommen von perinatalen Sterblichkeiten zu senken. Dazu wurden vom 01.04.2013 – 28.02.2014 in einem großen und gut gemanagten kommerziellen Milchviehbetrieb (2132 Tiere, 11.520 kg Milch, 3,51% Fett, 3,06% Eiweiß) 1949 Kalbungen begleitet.

Als Schweregeburtenrate wurde der Anteil assistierter Geburtsverläufe ($\geq 2/4$, mäßig schwere Geburt, leichte Zughilfe durch eine Person) und als Totgeburtenrate der Anteil tot geborener oder innerhalb von 30 Minuten post natum verendeter Kälber definiert. Aus den betriebseigenen Abkalbeprotokollen wurden die Kalbeparameter (Laktationszahl, Kalbedatum und -zeit, Kalbgeschlecht, Geburtsverlauf, Kalbgewicht, Kalbanzahl, Totgeburt, Kalbepersonal) erfasst und mit Hilfe des Herdenmanagementprogramms DairyComp 305 um weitere relevante Daten (Kalbvater, TS 1- und TS 2-Datum, Besamungs- und Konzeptionsdaten, Geburtsdatum Färse, Kexxtone®-Gabe) ergänzt. Weiterhin wurde zu Beginn der TS 2-Phase und zur Kalbung eine Blutprobe aus der V. coccygea mediana zur Bestimmung der maternalen Calcium-, Phosphor-, NEFA- und BHB-Konzentrationen entnommen. Zusätzlich wurden jeweils zu Beginn der TS 1- und TS 2-Phase sowie zur Kalbung die Rückenfettdicken sonographisch bestimmt. Die Abkalbungen wurden mittels Chi-Quadrat- bzw. Fisher-Exakter-Test, einfachen und multivariablen logistischen Regressionsmodellen ausgewertet. Die Untersuchung des Kälbergeburtsgewichts erfolgte mit Hilfe der Korrelations- und Varianzanalyse sowie der multivariablen linearen Regressionsanalyse.

Die Schweregeburtenrate betrug 35,8% (P: 56,8%, M: 28,4%) und wurde von vielen Faktoren unterschiedlich stark beeinflusst. Das Kälbergeburtsgewicht hatte nur bei Primipara einen signifikanten Effekt im finalen logistischen Regressionsmodell und beeinflusst das Vorkommen von assistierten Geburtsverläufen mäßig stark (10% / kg). Die Arbeitshypothese, in der das neonatale Gewicht der größte Einflussfaktor auf

Schweregeburten ist, kann somit widerlegt werden. Zu den wichtigsten Untersuchungsgrößen im Zusammenhang mit hohen Dystokieraten zählen das Auftreten von Zwillings- und Totgeburten, der Kalbvater und männliche Nachkommen.

Die perinatale Mortalität lag bei 5,8% (P: 12,8%, M: 3,3%). Der mit Abstand größte Einflussfaktor für das Vorkommen von Totgeburten ist die Schweregeburten. Jedoch bestand für das Kälbergeburtsgewicht erneut nur bei Primipara ein starker Zusammenhang im endgültigen logistischen Regressionsmodell. Laut diesem gehen schwerere Kälber tendenziell mit weniger Totgeburten einher. Dieses Ergebnis ist jedoch mit Vorsicht zu bewerten und gilt nur bis zu einem optimalen Kälbergewicht von etwa 42 kg. Bei den Kühen waren es eher andere Faktoren, wie z. B. Torsio uteri oder Fehler im Abkalbmanagement, die mit mehr Kälbersterblichkeiten in Verbindung gebracht werden konnten.

Die Einflussfaktoren des Kälbergeburtsgewichts konnten bei Primipara zu 26,3% und bei Multipara zu 25,5% von den Untersuchungsgrößen erklärt werden. Männliche Nachkommen sowie erhöhte NEFA- und BHB-Werte etwa 14 Tage a. p. haben einen starken Zusammenhang zu hohen neonatalen Gewichten. Aber auch die Tragezeit, die Dauer der zweiten Trockenstehphase und die Laktationszahl beeinflussen signifikant die Entwicklung der Kälbergewichte. Für Primipara konnte keine genetische Assoziation (Kalbvater) nachgewiesen werden.

Schlussfolgernd ist die Gültigkeit maternaler und fetaler Einflussfaktoren auf den Geburtsverlauf sowie die Komplexität des Themas in dieser Arbeit validiert worden. Das Kälbergeburtsgewicht spielt eine wichtige Rolle für das Auftreten pathologischer Geburtsverläufe, aber nur bei Kalbungen von Primipara. Schwer- und Totgeburten können auch in gut geführten Betrieben nicht vollständig verhindert, aber durch adäquates Management deutlich reduziert werden. Dazu zählen eine geeignete Bullenauswahl (Beachtung der Zuchtwerte für Kalbeparameter, töchterbasierte Vererber für Primipara), Einsatz von gesextem Sperma, eine frühzeitige Zwillingsdiagnostik sowie ein gutes Trockenstellmanagement (Beachtung der Kondition, Vorbereitungsduern und Tragezeiten). Darüber hinaus sollte der Fokus auf die Verbesserung des Kalbmanagements gelegt werden (Schulung zum Monitoring der kalbenden Tiere, Anwendung von korrekten geburtshilflichen Maßnahmen etc.). Inwiefern die Fütterung der Trockensteher oder die räumliche Gestaltung des Abkalbesystems in Beziehung zu dem Auftreten von pathologischen Geburtsverläufen steht, muss noch näher erforscht werden.

8. Summary

Analysis of the influence factors on dystocia, stillbirth and calf birth weight in Holstein Friesian cows

Within the past ten years many studies that deal with causes of increased dystocia and calf losses have been published. Despite the knowledge high numbers of dystocia and perinatal mortality are common in dairy herds. The calf birth weight is an important factor for pathologic parturitions, particularly in Holstein heifers.

It was the objective of this study to identify risk factors of dystocia and calf death at or during birth on a large dairy farm in Germany (2132 cows, 11520 kg milk yield, 3,51% milk fat, 3,09% milk protein) and to illustrate practical approaches of reducing it. Another aim was to determine influence factors of calf birth weight and their association with difficult calvings and stillbirths. A total number of 1949 calvings were observed between April 1, 2013 and February 28, 2014. Dystocia was defined as score $\geq 2 / 4$ (moderate dystocia, intervention by one person is required without the use of any mechanical assistance). Calves that were born dead and those that died within 30 minutes after calving were classified as stillborn. The calving parameters (lactation number, date and time of calving, calf gender, dystocia score, calf birth weight, birth number (single vs. twins), birth status (alive vs. dead) and responsible farm personnel) were documented. With the help of the livestock management program DairyComp 305 further data (calf sire, date of 1st and 2nd dry period, insemination date, conception date, heifer's birth date, administration of Kexxtone®) were recorded. For the measurement of calcium, phosphorus, non-esterified fatty acids (NEFA) and beta-hydroxybutyrate (BHB) blood samples from the *V. coccygea mediana* were taken from the cows in the close up-period and from the calving individuals. Additionally, the backfat thickness was measured by ultrasound to determine the body condition at the beginning of the dry- and close up-period and one day postpartum. The Chi-Square-test or Fisher's-Exact-test, simple and multivariable logistic regression models were performed to identify the risk factors for dystocia and perinatal mortality. Factors affecting the calf birth weight were investigated by using variance or correlation analysis and the multivariable linear regression model.

The overall frequency of dystocia was 35,8% (56,8% in heifers, 28,4% in cows) and was influenced by several factors. The calf birth weight was shown to be an influence factor of moderate significance for difficult calvings in the final logistic regression model, but only for heifers. The hypothesis that the neonate birth weight is the key risk factor for dystocia can be disproved. Twin calves, stillbirths, calf sire and bull calves were the major risk factors for dystocia.

Proportion of stillborn calves was 5,8% overall (12,8% for heifers, 3,3% for cows). Dystocia was associated with the highest risk for perinatal mortality. The birth weight had a strong effect on calf death in the final multivariable logistic regression model, but again only for primiparous cows. Surprisingly the risk for stillbirth was lower when the calves were heavier at birth. This result must be interpreted carefully and is only valid for a maximal bovine birth weight of 42 kg. Regarding to calf losses of pluriparae further factors, e. g. uterine torsion or insufficient monitoring, were associated with increased risk of stillbirth.

The variability of the calf birth weight could be explained by the investigative variables, in 26,3% of the cases in heifers and in 25,5% of the cases in cows. Male calves and increased serum NEFA- and BHB-levels are important influence factors for heavier calves. The gestation length, duration of the close up-period and the lactation number are also major factors that influence the neonatal weight development. There is no relation to the genetic effect (calf sire) for primiparae.

In conclusion, the results of this study demonstrate that the documented maternal and fetal influence factors of dystocia and stillbirths, as well as the complexity of this subject, remain valid. The calf birth weight is a determinant for the incidence of pathologic parturitions, but only for heifers. Dystocia and perinatal mortality cannot be prevented, even on well-managed dairy farms, but it can be reduced with the help of adequate management strategies. These include an appropriate selection of breeding cattle (favorable breeding values for calving traits, daughter proven bulls for the artificial insemination of heifers), use of sexed semen, an early twin diagnosis combined with a proper drying-off management (e. g. monitoring of the body condition score, duration of the close up-period and gestation length). Additionally, herd owners need to focus on improving their calving management (e. g. periodic trainings for their staff with focus on calving supervision and strategies to correct abnormal presentation, position and posture) to reduce calf losses. Further research is required regarding the relevance of the rations of the drying cows and the calving facilities in association with the incidence of dystocia and stillbirths.

9. Literaturverzeichnis

- Abdo, G. A., Njuguna, O. M., Fredriksson, G. und Madej, A. (1991):
Levels of oestrone sulphate during pregnancy in different breeds of cows and its possible association with retained foetal membranes
Acta Vet. Scand. 32(1):183-188.
- Abeni, F., Bergoglio, G., Masoero, G., Terzano, G. M. und Allegrini, S. (2004):
Plasma hormones and metabolites in Piedmontese cows during late pregnancy:
Relationships with calf birth weight
J. Anim. Sci. 82(2):438-444.
- Abeni, F., Capelletti, M., Terzano, G. M., Federici, C., Petrera, F., Dal Pra, A., Galli, C., Duchi, R., Lazzari, G., Pirlo, G. und Aleandri, R. (2014):
Plasma estrone sulfate, clinical biochemistry, and milk yield of dairy cows carrying a fetus from a bull or its clone
Theriogenology 82(7):972-981.
- ADR (2006):
ADR-Empfehlung 3.1, Leistungsprüfung für funktionelle Merkmale bei Bullen und Kühen
(Gesundheit, Reproduktion, Nutzungsdauer, Exterieur, Melkbarkeit)
Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (ADR), Bonn.
- Aksakal, V. und Bayram, B. (2009):
Estimates of genetic and phenotypic parameters for the birth weight of calves of Holstein Friesian cattle reared organically
Journal of Animal and Veterinary Advances 8(3):568-572.
- Albanat, W. A., Huller, A., Koller, G., Füll, M., Einspanier, A. und Gottschalk, J. (2013):
Relationship between natal course and metabolic parameters during the peripartur period in cattle
Tierärztl. Prax. Ausg. G Grosstiere Nutztiere 41(6):353-360.
- Al-Samarai, F. R. (2014):
A meta-analysis of the impact of parity on dystocia and stillbirth in Holstein cattle
Adv. Anim. Vet. Sci. 2(7):381-389.
- Alta Genetics (2015):
Bullensuche
Abgerufen am: 16.02.2015
Von: <http://web.altagenetics.com/germany/BS/List>.
- Anthony, R. V., Bellows, R. A., Short, R. E., Staigmiller, R. B., Kaltenbach, C. C. und Dunn, T. G. (1986a):
Fetal growth of beef calves. I. Effect of prepartum dietary crude protein on birth weight, blood metabolites and steroid hormone concentrations
J. Anim. Sci. 62(5):1363-1374.
- Anthony, R. V., Bellows, R. A., Short, R. E., Staigmiller, R. B., Kaltenbach, C. C. und Dunn, T. G. (1986b):
Fetal growth of beef calves. II. Effect of sire on prenatal development of the calf and related placental characteristics
J. Anim. Sci. 62(5):1375-1387.

Arnott, G., Roberts, D., Rooke, J. A., Turner, S. P., Lawrence, A. B. und Rutherford, K. M. D. (2012):

Board invited review: The importance of the gestation period for welfare of calves: Maternal stressors and difficult births

J. Anim. Sci. 90(13):5021-5034.

Atashi, H., Abdolmohammadi, A., Dadpasand, M. und Asaadi, A. (2012a):

Prevalence, risk factors and consequent effect of dystocia in Holstein dairy cows in Iran

Asian-Australas. J. Anim. Sci. 25(4):447-451.

Atashi, H., Zamiri, M. J. und Sayadnejad, M. B. (2012b):

The effect of maternal inbreeding on incidence of twinning, dystocia and stillbirth in Holstein cows of Iran

Iran. J. Vet. Res. 13(2):93-99.

Atashi, H., Zamiri, M. J. und Dadpasand, M. (2013):

Association between dry period length and lactation performance, lactation curve, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows in Iran

J. Dairy Sci. 96(6):3632-3638.

Ball, P. J. H. und Peters, A. R. (2004):

Reproduction in cattle

3 ed., UK [u.a.]: Wiley-Blackwell. ISBN: 1-4051-1545-9.

Barbato, O., Terzano, G. M., Brecchia, G., Todini, L., Canali, C. und Barile, V. L. (2013):

Leptin and pregnancy: preliminary results in buffalo cows (*Bubalus bubalis*)

Buffalo Bulletin 32(Special Issue 2):505-508.

Barrier, A. C. und Haskell, M. J. (2011):

Calving difficulty in dairy cows has a longer effect on saleable milk yield than on estimated milk production

J. Dairy Sci. 94(4):1804-1812.

Barrier, A. C., Ruelle, E., Haskell, M. J. und Dwyer, C. M. (2012):

Effect of a difficult calving on the vigour of the calf, the onset of maternal behaviour, and some behavioural indicators of pain in the dam

Prev. Vet. Med. 103(4):248-256.

Barrier, A. C., Haskell, M. J., Birch, S., Bagnall, A., Bell, D. J., Dickinson, J., Macrae, A. I. und Dwyer, C. M. (2013):

The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival

Vet. J. 195(1):86-90

Bastin, C., Loker, S., Gengler, N., Sewalem, A. und Miglior, F. (2010a):

Genetic relationship between body condition score and reproduction traits in Canadian Holstein and Ayrshire first-parity cows

J. Dairy Sci. 93(5):2215-2228.

Bastin, C., Loker, S., Gengler, N., Sewalem, A. und Miglior, F. (2010b):

Genetic relationship between calving traits and body condition score before and after calving in Canadian Ayrshire second-parity cows

J. Dairy Sci. 93(9):4398-4403.

- Behboodi, E., Groen, W., Destrepes, M. M., Williams, J. L., Ohlrichs, C., Gavin, W. G., Broek, D. M., Ziomek, C. A., Faber, D. C., Meade, H. M. und Echelard, Y. (2001):
Transgenic production from in vivo-derived embryos: Effect on calf birth weight and sex ratio
Mol. Reprod. Dev. 60(1):27-37.
- Bellows, R. A. und Short, R. E. (1978):
Effects of pre-calving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility
J. Anim. Sci. 46(6):1522-1528.
- 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
J. Anim. Sci. 55(1):18-27.
- Benzaquen, M., Galvao, K. N., Coleman, A. E., Santos, J. E. P., Goff, J. P. und Risco, C. A. (2015):
Effect of oral mineral and energy supplementation on blood mineral concentrations, energetic and inflammatory profile, and milk yield in dairy cows affected with dystocia
Vet. J. 204(2):186-191.
- Berglund, B., Steinbock, L. und Elvander, M. (2003):
Causes of stillbirth and time of death in Swedish Holstein calves examined post mortem
Acta Vet. Scand. 44(3-4):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
J. Dairy Sci. 90(9):4201-4211.
- Berry, D. P. und Cromie, A. R. (2009):
Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein-Friesian dairy cows
Livest. Sci. 123(1):44-54.
- Birgel, E. H., Grunert, E. und Soares, J. A. G. (1994):
Das Vorbereitungsstadium der Geburt beim Rind unter Berücksichtigung der klinischen Geburtsanzeichen und des Progesteronverlaufs für die Vorhersage des Geburtstermins
Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 101(9):355-359.
- Biswas, T. K., Bandyopadhyay, S., Ramesha, K. P., Ghosh, M. K., Jayakumar, S. und Krishnan, G. (2009):
Non-genetic factors affecting birth weight in yak
Indian J. Anim. Sci. 79(8):834-835.
- Bjelland, D. W., Weigel, K. A., Hoffman, P. C., Esser, N. M. und Coblenz, W. K. (2011):
The effect of feeding dairy heifers with and without supplemental phosphorus on growth, reproductive efficiency, health, and lactation performance
J. Dairy Sci. 94(12):6233-6242.
- Bleul, U. (2008):
Einfluss der Rasse auf die Gestation und Geburt beim Rind
Tierärztl. Prax. Ausg. G Grosstiere Nutztiere 36(3):171-178.

Blottner, S., Heins, B. J., Wensch-Dorendorf, M., Hansen, L. B. und Swalve, H. H. (2011):
Brown Swiss x Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for calving traits, body
weight, backfat thickness, fertility, and body measurements
J. Dairy Sci. 94(2):1058-1068.

Bohnert, D. W., Stalker, L. A., Mills, R. R., Nyman, R., Falck, S. J., Cooke, R. F. (2013):
Late gestation supplementation of beef cows differing in body condition score: Effects on cow
and calf performance
J. Anim. Sci. 91(11):5485-5491.

Bom, A. (2012):
Kalbeverlauf, einer der Unterschiede zwischen G-Star und FutureStar Bullen
Abgerufen am: 17.02.2016
Von: http://web.altagenetics.com/germany/AltaNews/Details/815_Kalbeverlauf-einer-der-Unterschiede-zwischen-G-Star-und-FutureStar-Bullen.html

Bostedt, H. (2003):
Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind
5 ed., Frankfurt/Main: DLG, ISBN: 3-7690-0679-8.

Brade, E. und Brade, W. (2007):
Verbesserung der Fruchtbarkeit und Abkalbemerkmale von Deutschen Holsteins durch
Einkreuzung Nordamerikanischer Jerseys?
Prakt. Tierarzt 88(8):632-635.

Brade, W. (2012):
Vor- und Nachteile der Kreuzungszucht bei Milchkühen, unter besonderer Berücksichtigung
der Holstein-Rinder
Berichte über Landwirtschaft 90(3):380-394.

Brakmann, K. (2011):
Untersuchung zum Einfluss eines variierten Energie- und / oder Proteingehaltes in der
Vorbereitungsfütterung primiparer Kühe auf das Geburtsverhalten und die perinatale Vitalität
der Kälber
Berlin: Mensch und Buch, Diss. ISBN: 3-8638-7086-7.

Brickell, J. S., Pollott, G. E., Clempson, A. M., Otter, N. und Wathes, D. C. (2010):
Polymorphisms in the bovine leptin gene associated with perinatal mortality in Holstein-
Friesian heifers
J. Dairy Sci. 93(1):340-347.

Brosius, F. (2013):
Korrelationen
In: SPSS 21
Heidelberg [u.a.]: mitp. ISBN: 3-8266-9454-6.p:523.

Burfeind, O., Suthar, V. S., Voigtsberger, R., Bonk, S. und Heuwieser, W. (2011):
Validity of parturition changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy
cows
J. Dairy Sci. 94(10):5053-5061.

Burfening, P. J. (1988):
Relationship between age of dam with calving ease and birth weight in Simmental calves
J. Anim. Sci. 66(4):841-844.

- Busch, W. (Hrsg.) und Schulz, J. (Hrsg.) (1993):
Geburtshilfe bei Haustieren
Jena [u.a.]: Gustav Fischer. ISBN:3-3346-0386-5.
- Busch, W., Methling, W. und Amselgruber, W. M. (2003):
Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre
Stuttgart: Parey. ISBN: 3-8304-4092-8.
- Cermakova, J., Kudrna, V., Simeckova, M., Vyborna, A., Dolezal, P. und Illek, J. (2014):
Comparison of shortened and conventional dry period management strategies
J. Dairy Sci. 97(9):5623-5636.
- Chassagne, M., Barnouin, J. und Chacornac, J. P. (1999):
Risk factors for stillbirth in Holstein heifers under field conditions in France: a prospective survey
Theriogenology 51(8):1477-1488.
- Chilliard, Y., Bonnet, M., Delavaud, C., Faulconnier, Y., Leroux, C., Djiane, J. und Bocquier, F. (2001):
Leptin in ruminants. Gene expression in adipose tissue and mammary gland, a regulation of plasma concentration
Domest. Anim. Endocrinol. 21(4):271-295.
- Citek, J, Hradecka, E., Rehout, V. und Hanusova, L. (2011):
Obstetrical problems and stillbirth in cattle
Animal Science Papers and Reports 29(2):109-118.
- 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 performance of two-year-old heifers
J. Anim. Sci. 75(6):1452-1460.
- Cole, J. B., Wiggans, G. R. und VanRaden, P. M. (2006):
Genetic evaluation of stillbirth United States Holsteins using a sire-maternal grandsire threshold model
Comm. 01-28 in Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brazil.
- Cole, J. B., Waurich, B., Wensch-Dorendorf, M., Bickhart, D. M. und Swalve, H. H. (2014):
A genome-wide association study of calf birth weight in Holstein cattle using single nucleotide polymorphism and phenotypes predicted from auxiliary traits
J. Dairy Sci. 97(5):3156-3172.
- Constant, F., Guillomot, M., Heyman, Y., Vignon, X., Laigre, P., Servely, J. L., Renard, J. P. und Chavatte-Palmer, P. (2006):
Large offspring or large placenta syndrome? Morphometric analysis of late gestation bovine placentomes from somatic nuclear transfer pregnancies complicated by hydrallantois
Biol. Reprod. 75(1):122-130.
- Copping, K. J., Hoare, A., Callaghan, M., McMillen, I. C., Rodgers, R. J. und Perry, V. E. A. (2014):
Fetal programming in 2-year-old calving heifers: peri-conception and first trimester protein restriction alters fetal growth in a gender-specific manner
Anim. Prod. Sci. 54(9):1333-1337.

- Crews, D. H. (2006):
Age of dam and sex of calf adjustments and genetic parameters for gestation length in Charolais cattle
J. Anim. Sci. 84(1):25-31.
- De Kruif (Hrsg.), A., Mansfeld (Hrsg.), R. und Hoedemaker, M. (Hrsg.) (2013):
Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind
3 ed., Stuttgart: Enke. ISBN: 3-8304-1175-8.
- Deitmer, J. und Engels, H. (2012):
Well-being bei Milchkühen: Geburtsschmerz lindern – Ein Beitrag zu mehr Kuhkomfort?
Prakt. Tierarzt 93(10):958.
- Dematawewa, C. M. B. und Berger, P. J. (1997):
Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holstein
J. Dairy Sci. 80(4):754-761.
- Derar, D. R. I. und Abdel-Rahman, M. A. (2012):
A comparative study on behavioral, physiological and adrenal changes in blood cortisol of buffalo during actual labour
Buffalo Bulletin 31(3):129-135.
- Dhakal, K., Maltecca, C., Cassady, J. P., Baloch, G., Williams, C. M. und Washburn, S. P. (2013):
Calf birth weight, gestation length, calving ease, and neonatal calf mortality in Holstein, Jersey, and crossbred cows in a pasture system
J. Dairy Sci. 96(1):690-698.
- Dirksen, G. (Hrsg.), Gründer, H. D. (Hrsg.) und Stöber, M. (Hrsg.) (2006):
Innere Medizin und Chirurgie des Rindes
5 ed., Stuttgart: Parey. ISBN: 3-8304-4169-X.
- Dobson, H., Smith, R. F., Bell, G. J. C., Leonard, D. M. und Richards, B. (2008):
(Economic) costs of difficult calvings (in the UK dairy herd): how vets can alleviate the negative impact
Cattle Pract. 16(2):80-85.
- Doceul, V., Lara, E., Sailleau, C., Belbis, G., Richardson, J., Breard, E., Viarouge, C., Dominguez, M., Hendrikx, P., Calavas, D., Desprat, A., Languille, J., Comtet, L., Pourquier, P., Eleouet, J. F., Delmas, B., Marianneau, P., Vitour, D. und Zientara, S. (2013):
Epidemiology, molecular virology and diagnostics of Schmallenberg virus, an emerging orthobunyavirus in Europe
Vet. Res. 44(1):31.
- Drost, M. (2007):
Complications during gestation in the cow
Theriogenology 68(3):487-491.
- Duffield, T. F., Rabiee, A. R. und Lean, I. J. (2008):
A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 3. Health and reproduction
J. Dairy Sci. 91(6):2328-2341.

- Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., Bishop, S. C. und Lewis, M. (2003):
Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy
Br. J. Nutr. 89(1):123-136.
- Eaglen, S. A. E. und Bijma, P. (2009):
Genetic parameters of direct and maternal effects for calving ease in Dutch Holstein-Friesian cattle
J. Dairy Sci. 92(5):2229-2237.
- Eaglen, S. A. E., Coffey, M. P., Woolliams, J. A., Mrode, R. und Wall, E. (2011):
Phenotypic effects of calving ease on the subsequent fertility and milk production of dam and calf in UK Holstein-Friesian heifers
J. Dairy Sci. 94(11):5413-5423.
- Eaglen, S. A. E., Coffey, M. P., Woolliams, J. A. und Wall, E. (2013):
Direct and maternal genetic relationships between calving ease, gestation length, milk production, fertility, type, and lifespan of Holstein-Friesian primiparous cows
J. Dairy Sci. 96(6):4015-4025.
- Eberlein, A., Takasuga, A., Setoguchi, K., Pfuhl, R., Flisikowski, K., Fries, R., Klopp, N., Furbass, R., Weikard, R. und Kuhn, C. (2009):
Dissection of genetic factors modulating fetal growth in cattle indicates a substantial role of the non-SMC condensin I complex, subunit G (NCAPG) Gene
Genetics 183(3):951-964.
- Echternkamp, S. E. (1992):
Fetal development in cattle with multiple ovulations
J. Anim. Sci. 70(8):2309-2321.
- Echternkamp, S. E. und Gregory, K. E. (1999):
Effects of twinning on gestation length, retained placenta, and dystocia
J. Anim. Sci. 77(1):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
J. Anim. Sci. 85(12):3239-3248.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. und Webster, G. (1989):
A body condition scoring chart for Holstein dairy cows
J. Dairy Sci. 72(1):68-78.
- Elliott, C., Morton, J. und Chopin, J. (2009):
Factors affecting foal birth weight in Thoroughbred horses
Theriogenology 71(4):683-689.
- Engel, C. L., Patterson, H. H. und Perry, G. A. (2008):
Effect of dried corn distillers grains plus solubles compared with soybean hulls, in late gestation heifer diets, on animal and reproduction performance
J. Anim. Sci. 86(7):1697-1708.
- Engelhardt, W. von (Hrsg.) und Breeves, G. (Hrsg.) (2005):
Physiologie der Haustiere
2 ed., Stuttgart: Enke. ISBN: 3-8304-1039-5.

- Erb, R. E., D'Amico, M. F., Chew, B. P., Malven, P. V. und Zamet, C. N. (1981):
Variables associated with peripartum traits in dairy cows. VIII. Hormonal profiles associated with dystocia
J. Anim. Sci. 52(2):346-358.
- Essmeyer, K. (2006):
Aufklärung der Ursachen einer erhöhten Häufigkeit von Totgeburten in einem Milchviehbetrieb
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss., S. 158
URL: http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/essmeyerk_ss06.pdf
- Farin, P. W., Piedrahita, J. A. und Farin, C. E. (2006):
Errors in development of fetuses and placentas from in vitro-produced bovine embryos
Theriogenology 65(1):178-191.
- Ferrell, C. L., Garrett, W. N. und Hinman, N. (1976):
Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy
J. Anim. Sci. 42(6):1477-1489.
- Fiems, L. O. und Ampe, B. (2015):
Importance of dam BW change and calf weight in double-muscled Belgian Blue cattle and its relationship with parity and calving interval
Animal 9(1):94-103.
- Fiems, L. O., Caelenbergh, W. v., Campeneere, S. d. und Brabander, D. L. d. (2015):
The influence of dietary energy level in double-muscled Belgian Blue cows during the indoor period on calf birth weight and development
Archiv Tierzucht, Dummerstorf, 48(Special Issue):41-47.
- Fischer, Chr., Gerhardy-Lindner, S., Hennig, S. von, Heutelbeck, A., Künne, H., Landmann, U., Landmann, D., Pommerien, H. und Schulz, J. (2013):
Genomische Selektion / Zuchtwertschätzung
S. 24-25 in: Leitfaden Rinderhaltung Niedersachsen
8 ed. / Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
URL: http://www.nibis.de/nibis3/uploads/2bbs-poelking-oesselmann/files/Leitfaden_Rinderhaltung_03.07.2013.pdf
- Fishwick, J. (2011):
Welfare issues associated with calving
Cattle Pract. 19(1):1-2.
- Fitzgerald, A. M., Berry, D. P., Carthy, T., Cromie, A. R. und Ryan, D. P. (2014):
Risk factors associated with multiple ovulation and twin birth rate in Irish dairy and beef cattle
J. Anim. Sci. 92(3):966-973.
- FLI Friedrich-Löffler-Institut (2014):
Schmallenberg-Virus
Abgerufen am: 16.02.2015
Von: <http://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/schmallenberg-virus/>
- Fouz, R., Gandoy, F., Sanjuan, M. L., Yus, E. und Dieguez, F. J. (2013):
The use of crossbreeding with beef bulls in dairy herds: effects on calving difficulty and gestation length
Animal 7(2): 211-215.

- Furken, C., Nakao, T. und Hoedemaker, M. (2015)
Energy balance in transition cows and its association with health, reproduction and milk production
Tierärztl. Praxis Ausg. G Grosstiere Nutztiere 43(6):341-349.
- Fürll, M., Hädrich, G., Heckel, F., Jäkel, L., Gottschalk, J. und Einspanier, A. (2006):
Beziehungen zwischen peripartalem Stoffwechsel sowie fruchtbarkeitsrelevanten Funktionen
7th Middle European Buiatric Congress, Radenci, Slovenia / Zemljic, B. (Hrsg.)
In: Slovenian Veterinary Research 2006 43 (Supplement 10):154-157.
- Gafaar, H. M. A., Shamiah, S. M., El-Harnd, M. A. A., Shitta, A. A. und El-Din, M. A. T. (2011):
Dystocia in Friesian cows and its effects on postpartum reproductive performance and milk production
Trop. Anim. Health Prod. 43(1):229-234.
- Gao, F., Liu, Y. C., Zhang, Z. H., Zhang, C. Z., Su, H. W. und Li, S. L. (2012):
Effect of prepartum maternal energy density on the growth performance, immunity, and antioxidation capability of neonatal calves
J. Dairy Sci. 95(8):4510-4518.
- Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E. und Cooper, M. D. (1990):
Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins
J. Dairy Sci. 73(11):3132-3140.
- Georg, H., Beintmann, S., Schwalm, A. und Ude, G. (2008):
Evaluation of heart rate, lying behaviour and activity measurement to predict calving of dairy cows
In: Agriculture and biosystems engineering for a sustainable world
International Conference on Agriculture Engineering, Hersonissos, Crete, Greece.
- Gevrekci, Y., Akbas, Y. und Kzlkaya, K. (2011):
Comparison of different models in genetic analysis of dystocia
Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 17(3):387-392.
- Giblin, L., Butler, S. T., Kearney, B. M., Waters, S. M., Callanan, M. J. und Berry, D. P. (2010):
Association of bovine leptin polymorphisms with energy output and energy storage traits in progeny tested Holstein-Friesian dairy cattle sires
BMC Genetics 11(73):pp.
- Gleeson, D. E., O'Brien, B. und Mee, J. F. (2007):
Effect of restricting silage feeding prepartum on time of calving, dystocia and stillbirth in Holstein-Friesian cows
Ir. Vet. J. 60(11):667-671.
- Gregory, K. E., Echternkamp, S. E. und Cundiff, L. V. (1996):
Effects of twinning on dystocia, calf survival, calf growth, carcass traits, and cow productivity
J. Anim. Sci. 74(6):1223-1233.
- Grosz, M. D. und MacNeil, M. D. (2001):
Putative quantitative trait locus affecting birth weight on bovine chromosome 2
J. Anim. Sci. 79(1):68-72.

- Grunert, E. (1995):
Buiatrik Band 1, Euterkrankheiten, Geburtshilfe und Gynäkologie, Andrologie und Besamung
5 ed., Hannover: Schaper. ISBN: 3-7944-0181-6.
- 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(6):901-909.
- Gunn, P. J., Schoonmaker, J. P., Lemenager, R. P. und Bridges, G. A. (2014):
Feeding excess crude protein to gestating and lactating beef heifers: impact on parturition,
milk composition, ovarian function, reproductive efficiency and pre-weaning progeny growth
Livest. Sci. 167(-):435-448.
- Gutierrez-Gil, B., Wiener, P., Williams, J. L. und Haley, C. S. (2012):
Investigation of the genetic architecture of a bone carcass weight QTL on BTA6
Anim. Genet. 43(6):654-661.
- Hansen, M., Lund, M. S., Pedersen, J. und Christensen, L. G. (2004):
Gestation length in Danish Holsteins has weak genetic associations with stillbirth, calving
difficulty, and calf size
Livestock Production Science 91(1-2):23-33.
- Heins, B. J., Hansen, L. B. und Seykora, A. J. (2006):
Calving difficulty and stillbirths of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with
Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red
J. Dairy Sci. 89(7):2805-2810.
- Helmbold, A. (2006):
Einfluss verschiedener Grade von Schweregeburten auf die Leistungsentwicklung von
Milchkühen in der folgenden Laktation
Berlin, Freie Universität, Diss., S. 123
URL: http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000002131
- Hickson, R. E., Morris, S. T., Kenyon, P. R. und Lopez-Villalobos, N. (2006):
Dystocia in beef heifers: a review of genetic and nutritional influences
N. Z. Vet. J. 54(6):256-264.
- Hickson, R. E., Anderson, W. J., Kenyon, P. R., Lopez-Villalobos, N. und Morris, S. T.
(2008):
A survey of beef cattle farmers in New Zealand, examining management practices of
primiparous breeding heifers
N. Z. Vet. J. 56(4):176-183.
- Hoedemaker, M., Ruddat, I., Teltscher, M. K., Essmeyer, K. und Kreienbrock, L. (2010):
Influence of animal, herd and management factors on perinatal mortality in dairy cattle – a
survey in Thuringia, Germany
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 123(3-4):130-136.
- Hoffmann, P. C., Simson, C. R. und Wattiaux, M. (2007):
Limit feeding of gravid Holstein heifers: effect on growth, manure nutrient excretion, and
subsequent early lactation performance
J. Dairy Sci. 90(2):946-954.

Holland, M. D., Speer, N. C., Lefever, D. G., Taylor, R. E., Field, T. G. und Odde, K. G. (1993):

Factors contributing to dystocia due to fetal malpresentation in beef-cattle
Theriogenology 39(4):899-908.

Hossein-Zadeh, N. G. (2010a):

Evaluation of the effect of twin births on the perinatal calf mortality and productive performance of Holstein dairy cows of Iran
Archiv Tierzucht 53(3):256-265.

Hossein-Zadeh, N. G. (2010b):

The effect of twinning on milk yield, dystocia, calf birth weight and open days in Holstein dairy cows of Iran
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 94(6):780-787.

Hossein-Zadeh, N. G., Madad, M., Shadparvar, A. A. und Kianzad, D. (2012):

An observational analysis of secondary sex ratio, stillbirth and birth weight in Iranian Buffaloes (*Bubalus bubalis*)
Journal of agricultural science and technology 14(Supplementary Issue):1477-1484.

Hossein-Zadeh, N. G. (2014):

Effect of dystocia on the productive performance and calf stillbirth in Iranian Holsteins
Journal of agricultural science and technology 16(1):69-78.

Hoy, S. (2014):

Die Abkalbung vorhersagen?
Elite 4():30-32.

Hussein, H. A., Westphal, A. und Staufenbiel, R. (2013):

Relationship between body condition score and ultrasound measurement of backfat thickness in multiparous Holstein dairy cows at different production phases
Aust. Vet. J. 91(5):185-189.

Huzzey, J. M., von Keyserlingk, M. A. und Weary, D. M. (2005):

Changes in feeding, drinking, and standing behaviour of dairy cows during the transition period
J. Dairy Sci. 88(7):2454-2461.

Jackson, P. G. G. (1995):

Normal birth
In: *Handbook of veterinary obstetrics*, Jackson, P. G. G.
2 ed., London: Saunders, ISBN: 0-7020-2740-5. 1-12.

Janowski, T., Zdunczyk, S., Ras, A und Chmielewski, A. (1995):

Concentration of oestrone sulfate and oestrone in the peripheral and utero-fetal blood in cows before parturition
Medycyna Weterynaryjna, 51(12):735-737.

Jensen, M. B. (2012):

Behaviour around the time of calving in dairy cows
Appl. Anim. Behav. Sci. 139(3-4):195-202.

Johanson, J. M. und Berger, P. J. (2003):

Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle
J. Dairy Sci. 86(11):3745-3755.

- Johanson, J. M., Berger, P. J., 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
J. Dairy Sci. 94(1):450-460.
- Junge, W., Stamer, E., Reinsch, N. und Kalm, E. (2003):
Züchterische Möglichkeiten zur Senkung von Kälberverlusten
Züchtungskunde 75(6):479-488.
- Kamble, S. S., Fernandis, A. P., Adangale, S. B. und Deshmukh, A. R. (2010):
Effect of abnormal calving on post partum productive traits of crossbred cattle
Asian Journal of Animal Science 5(1):89-90.
- Kamal, M. M., Eetvelde, M. v., Depreester, E., Hostens, M., Vandaele, L. und Opsomer, G. (2014):
Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves
J. Dairy Sci. 97(9):5448-9458.
- Kausch, M. (2009):
Inzidenz und Ursachen von Totgeburten in einer Milchviehanlage in Brandenburg bei optimierten Geburtsmanagement
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss., S. 156
URL: http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/kauschm_ws09.pdf
- Keady, T. W. J. und McCoy, M. A. (2000):
The effects of nutrition of the dairy cow during the dry period on milk production and reproductive performance in the subsequent lactation
In: 74th Annual Report 2000-2001, Agricultural Institute of Northern Ireland, 40-55.
- Kertz, A. F., Reutzel, L. F., Barton, B. A. und Ely, R. L. (1997):
Body weight, body condition score, and wither height of prepartum Holstein cows and birth weight and sex of calves by parity: A database and summary
J. Dairy Sci. 80(3):525-529.
- Kindahl, H., Kornmatitsuk, B., Königsson, K. und Gustafsson, H. (2002):
Endocrine changes in late bovine pregnancy with special emphasis on fetal well-being
Domest. Anim. Endocrinol. 23(1-2):321-328.
- Klein, S. I., Steichen, P. L., Islas, A., Goulart, R. S., Gilbery, T. C., Bauer, M. L., Swanson, K. C. und Dahlen, C. R. (2014):
Effects of alternate-day feeding of dried distiller's grain plus solubles to forage-fed beef cows in mid- to late gestation
J. Anim. Sci. 92(6):2677-2685.
- Kolle, S., Sinowatz, F., Boie, G., Lincoln, D. und Waters, M. J. (1997):
Differential expression of the growth hormone receptor and its transcript in bovine uterus and placenta
Mol. Cell. Endocrinol. 131(2):127-136.
- Kornmatitsuk, B., Franzen, G., Gustafsson, H. und Kindahl, H. (2003):
Endocrine measurements and calving performance of Swedish Red and White and Swedish Holstein dairy cattle with special respect to stillbirth
Acta Vet. Scand. 44(1-2):21-33.

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 bulls giving a high or low incidence of stillbirth
Acta Vet. Scand. 45(1-2):47-68.

Körte, J. (2007):

Farbdopplersonographische Studien zur uterinen Blutversorgung in der zweiten Hälfte der Gravidität bei laktierenden Holstein Friesian Kühen
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss., S. 123
URL: http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/koertej_ss07.pdf

Kraft und Dürr (2013):

Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin / Moritz, A. (Hrsg.)
7. Auflage, Stuttgart: Schattauer. ISBN: 3-7945-2737-2.

Lake, S. L., Scholijegedes, E. J., Atkinson, R. L., Nayigihugu, V., Paisley, S. I., Rule, D. C., Moss, G. E., Robinson, T. J. und Hess, B. W. (2005):

Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance

J. Anim. Sci. 83(12):2908-2917.

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

J. Dairy Sci. 92(6):2580-2588.

Lombard, J. E., Garry, F. B., Tomlinson, S. M. und Garber, L. P. (2007):

Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves

J. Dairy Sci. 90(4):1751-1760.

Long, N. M., Vornahme, K. A., Hess, B. W., Nathanielsz, P. W. und Ford, S. P. (2009):

Effects of early gestational undernutrition on fetal growth, organ development, and placentomal composition in the bovine

J. Anim. Sci. 87(6):1950-1959.

Long, N. M., Georg, L. A., Uthlaut, A. B., Smith, D. T., Nijland, M. J., Nathanielsz, P. W. und Ford, S. P. (2010):

Maternal obesity and increased nutrient intake before and during gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose intolerance in adult offspring

J. Anim. Sci. 88(11):3546-3553.

Long, N. M., Collier, R. J. and Smith, J. F. (2012a):

Short communication: Comparison of 2 methods of assessing calf birth weights in dairy calves

J. Dairy Sci. 95(12):7206-7209.

Long, N. M., Tousley, C. B., Underwood, K. R., Paisley, S. I., Means, W. J., Hess, B. W., Du, M. und Ford, S. P. (2012b):

Effects of early- to mid-gestational undernutrition with or without protein supplementation on offspring growth, carcass characteristics, and adipocyte size in beef cattle

J. Anim. Sci. 90(1):197-206.

- Lopez de Maturana, E., Ugarte, E., Komen, J. und Arendonk, J. A. M. v. (2007):
Consequences of selection for yield traits on calving ease performance
J. Dairy Sci. 90(5):2497-2505.
- Magee, D. A., Sikora, K. M., Berkowicz, E. W., Berry, D. P., Howard, D. J., Mullen, M. P.,
Evans, R. D., Spillane, C. und MacHugh, D. E. (2010):
DNA sequence polymorphisms in a panel of eight candidate bovine imprinted genes and
their association with performance traits in Irish Holstein-Friesian cattle
BMC Genetics 11(93):pp.
- Magee, D. A., Berry, D. P., Berkowicz, E. W., Sikora, K. M., Howard, D. J., Mullen, M. P.,
Evans, R. D., Spillane, C. und MacHugh, D. E. (2011):
Single nucleotide polymorphisms within the bovine DLK1-DIO3 imprinted domain are
associated with economically important production traits in cattle
Journal of Heredity 102(1):94-101.
- Mainau, E. und Manteca, X. (2011):
Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows
Special Issue: Pain in farm animals
Appl. Anim. Behav. Sci. 135(3):241-251.
- Maltecca, C., Khatib, H., Schutzkus, V. R., Hoffman, P. C. und Weigel, K. A. (2006):
Changes in conception rate, calving performance, and calf health and survival from the use
of crossbreds Jersey x Holstein sires as mates for Holstein dams
J. Dairy Sci. 89(7):2747-2754.
- Maree, C. (1986):
The influence of high level feeding on the duration of parturition and the incidence of dystocia
in dairy cows
J. S. Afr. Vet. Assoc. 57(3):151-153.
- Márquez, A. P., Ponce, J. F., Correa, A., Avendano, L., Montano, M. und Trejo, J. (2005):
Estimates of genetic and phenotypic parameters of calf birth weight and calving difficulty in
Limousin cattle
Journal of Animal and Veterinary Advances 4(5):540-542.
- Márquez, A. P. und Gonzalez-Garcia, H. (2008)
Comparison of crossbred cows mated by natural service to unidentified Charolais sires to
calve at 4-9 years of age
Journal of Animal and Veterinary Advances 7(4):478-481.
- Martin, J., Vonnahme, K., Adams, D., Lardy, G. und Funston, R. (2006):
Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves
J. Anim. Sci. 85(3):841-847.
- Mattos, R., Staples, C. R. und Thatcher, W. W. (2000):
Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants
Rev. Reprod. 5(1):38-45.
- McClintock, S. E., Beard, K. T., Goddard, M. E. und Johnston, D. J. (2005):
Interactions between gestation length, calf size, dystocia and calf mortality
In: Proceedings of the 16th Conference of the Association for the Advancement of Animal
Breeding and Genetics. Noosa, Australia. 52-55.

- Mee, J. F. (1991):
Premature expulsion of the placenta and bovine perinatal mortality
Vet. Rec. 128(22):521-523.
- Mee, J. F., Rogers, P. A. M. und O'Farrell, K. J. (1995):
Effect of feeding a mineral-vitamin supplement before calving on the calving performance of a trace element deficient dairy herd
Vet. Rec. 137(20):508-512.
- Mee, J. F. (2004):
Managing the dairy cow at calving time
Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 20(3):521-546.
- Mee, J. F. (2008):
Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: a review
Vet. J. 176(1):93-101.
- Mee, J. F., Grant, J., Sanchez-Miguel, C. und Doherty, M. (2013a):
Pre-calving and calving management practices in dairy herds with a history of high or low bovine perinatal mortality
Animals 3(3):866-881.
- Mee, J. F., Sanchez-Miguel, C. und Doherty, M. (2013b):
An international delphi study of the causes of death and the criteria used to assign cause of death in bovine perinatal mortality
Reprod. Domest. Anim. 48(4):651-659.
- Mee, J. F., Sanchez-Miguel, C. und Doherty, M. (2014):
Influence of modifiable risk factors on the incidence of stillbirth/perinatal mortality in dairy cattle
Vet. J. 199(1):19-23.
- Meijering, A. (1984):
Dystocia and stillbirth in cattle: a review of causes, relations and implications
Livestock Production Science 11(2):143-177.
- Meijering, A. und Postma, A. (1984):
Morphologic aspects of dystocia in dairy and dual purpose heifers
Canadian Journal of Animal Science 64(3):551-562.
- Melendez, P., Goff, J. P., Risco, C. A., Archbald, L. F., Littell, R. C. und Donovan, G. A. (2006):
Effect of administration of a controlled-release monensin capsule on incidence of calving-related disorders, fertility, and milk yield in dairy cows
Am. J. Vet. Res. 67(3):537-543.
- Metzner, M., Heuwieser, W. und Klee, W. (1993):
Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement
Prakt. Tierarzt 11:991-998.
- Meyer, C. (2014)
Der Wert der Zuchtwerte
Abgerufen am. 17.02.2016
Von: http://web.altagenetics.com/germany/DairyBasics/Details/8730_Der-Wert-der-Zuchtwerte.html

- Meyer, C. L., Berger, P. J. und Koehler, K. J. (2000):
Interactions among factors affecting stillbirths in Holstein cattle in the United States
J. Dairy Sci. 83(11):2657-2663.
- Meyer, C. L., Berger, P. J., Koehler, K. J., Thompson, J. R. und Sattler, C. G. (2001):
Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States
J. Dairy Sci. 84(2):515-523.
- Micke, G. C., Sullivan, T. M., Magalhaes, R. J. S., Rolls, P. J., Norman, S. T. und Perry, V. E. A. (2010a):
Heifer nutrition during early- and mid-pregnancy alters fetal growth trajectory and birth weight
Anim. Reprod. Sci. 117(1-2):1-10.
- Micke, G. C., Sullivan, T. M., Rolls, P. J., Hasell, B., Greer, R. M., Norman, S. T. und Perry, V. E. (2010b):
Dystocia in 3-year-old beef heifers; relationship to maternal nutrient intake during early- and mid-gestation, pelvic area and hormonal indicators of placental function
Anim. Reprod. Sci. 118(2-4):163-170.
- Mickelsen, W. D. und Evermann, J. F. (1994):
In utero infections responsible for abortion, stillbirth, and birth of weak calves in beef cows
Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 10(1):1-14.
- Miedema, H. M., Cockram, M. S., Dwyer, C. M. und Macrae, A. I. (2011a):
Behavioural predictors of the start of normal and dystocic calving in dairy cows and heifers
Appl. Anim. Behav. Sci. 132(1-2):14-19.
- Miedema, H. M., Cockram, M. S., Dwyer, C. M. und Macrae, A. I. (2011b):
Changes in the behaviour of dairy cows during the 24 h before normal calving compared with behaviour during late pregnancy
Appl. Anim. Behav. Sci. 131(1-2):8-14.
- Morris, C. A. (1980):
A review of relationships between aspects of reproduction in beef heifers and their lifetime production. 2. Associations with relative calving date and with dystocia
Animal Breeding Abstracts 48(11):753-767.
- Nix, J. M., Spitzer, J. C., Grimes, L. W., Burns, G. L. and Plyler, B. B. (1998):
A retrospective analysis of factors contributing to calf mortality and dystocia in beef cattle
Theriogenology 49(8):1515-1523.
- Noakes, D. E. (2001):
Part Three: Dystocia and Other Disorders Associated with Parturition
In: *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. Noakes, D. E., Parkinson, T. J. und England, G. C. W.
8 ed. London [u.a.]: Saunders. ISBN: 0-7020-2556-9. 205-340.
- Nogalski, Z. und Mordas, W. (2012a):
Pelvic parameters in Holstein-Friesian and Jersey heifers in relation to their calving
Pak. Vet. J. 32(4):507-510.
- Nogalski, Z. und Piwczynski, D. (2012b):
Association of length of pregnancy with other reproductive traits in dairy cattle
Asian-Australas. J. Anim. Sci. 25(1):22-27.

- 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
J. Dairy Sci. 92(5):2259-2269.
- Norman, S. und Youngquist, R. S. (2006):
Parturition and Dystocia
In: Current Therapy in Large Animal Theriogenology, Youngquist, R. S.
2 ed. Philadelphia: Saunders. ISBN: 0-7216-9323-7. 310-335.
- Olsen, H. G., Hayes, B. J., Kent, M. P., Nome, T., Svendsen, M. und Lien, S. (2010):
A genome wide association study for QTL affecting direct and maternal effects of stillbirth
and dystocia in cattle
Animal Genetics 41(3):273-280.
- Olujuhungebe, A. A., Bryant, M. J., Cobby, J. M. und Pope, G. S. (1998):
Relationships of peri-partum, plasma concentrations of progesterone, oestrogens and 13,14-
dihydro-15-ketoprostaglandin $F_{2\alpha}$ in heifers and of anatomical measurements of dam and calf
with difficulty of calving in early-bred Hereford x Friesian heifers
Anim. Reprod. Sci. 52(1):1-16.
- Paolucci, M., Sylla, L., Giambattista, A. d., Palombi, C., Elad, A., Stradaioli, G., Pascolo, P.
und Monaci, M. (2010):
Improving calving management to further enhance reproductive performance in dairy cattle
Vet. Res. Commun. 34(Suppl. 1):37-40.
- Patel, O. V., Takahashi, T., Takenouchi, N., Hirako, M., Sasaki, N. und Domeki, I. (1996):
Peripheral cortisol levels throughout gestation in the cow: effect of stage of gestation and
foetal number
Br. Vet. J. 152(4):425-432.
- Patterson, D. J., Corah, L. R., Brethour, J. R., Spire, M. F., Higgins, J. J., Kiracofe, G. H.,
Stevenson, J. S. und Simms, D. D. (1991):
Evaluation of reproductive traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred heifers: effects of
postweaning energy manipulation
J. Anim. Sci. 69(6):2349-2361.
- Peel, R. K., Eckerle, G. J. und Anthony, R. V. (2012):
Effects of overfeeding naturally-mated adolescent ewes on maternal, fetal, and postnatal
lamb growth
J. Anim. Sci. 90(11):3698-3708.
- Philipsson, J., Steinbock, L. und Johansson, K. (2006):
Differences in genetic variation of calving traits in Swedish Holstein and Swedish Red cattle
In: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production,
Belo Horizonte, Brazil.
- Pleasant, A. B. und Barton, R. A. (1992):
Pregalving nutrition of heavy two year old Angus heifers weighing 415 kg at calving
In: Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, Band 52. 303-305.
- Prior, R. L. und Laster, D. B. (1979):
Development of the bovine fetus
J. Anim. Sci. 48(6):1546-1553.

- Probo, M., Cairoli, F., Kindahl, H., Faustini, M., Galeati, G. und Veronesi, M. C. (2011):
Peripartur hormonal changes in Alpine goats: a comparison between physiological and pathological parturition
Reprod. Domest. Anim. 46(6):1004-1010.
- Proudfoot, K. L., Jensen, M. B., Heegaard, P. M. und Keyserlingk, M. A. v. (2013):
Effect of moving dairy cows at different stages of labor on behavior during parturition
J. Dairy Sci. 96(3):1638-1646.
- Purfield, D. C., Bradley, D. G., Kearney, J. F. und Berry, D. P. (2014):
Genome-wide association study for calving traits in Holstein-Friesian dairy cattle
Animal 8(2):224-235.
- Purohit, G. N., Pramod, Kumar, Kanika, Solanki, Chandra, Shekher und Yadav, S. P. (2012):
Perspectives of fetal dystocia in cattle and buffalo
Veterinary Science Development 2(1):31-42.
- Quiroz-Rocha, G. F., LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., Wood, D., Leslie, K. E. und Jacobs, R. M. (2009):
Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cows one week before and one week after parturition
Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne 50(4):383-388.
- Rawal, C. V. S. und Rajendra, S. (1993):
Different stages of parturition in buffaloes
Indian J. Anim. Sci 2(2):30-33.
- Rexha, S., Grunert, E. und Saratsis, P. (1993):
Untersuchungen über Beziehungen zwischen Steroidhormonprofilen und äusserlich feststellbaren Anzeichen eines nahenden Partus beim Rind
Tierärztl. Umsch. 48(7):431-436.
- Reyes, J., Garcia, R. und Jordan, H. (1998):
Effect of pre-calving live weight gain on post-calving performance of commercial Holstein cows
Cuban Journal of Agricultural Science 32(3):239-243.
- Rice, L. E. (1994):
Dystocia-related risk factors
Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 10(1):53-68.
- Richter, J. und Götze, R. (1993):
Tiergeburtshilfe, Grunert, E. (Hrsg.) und Arbeiter, K. (Hrsg.).
4 ed., Berlin [u.a.]: Parey, ISBN: 3-4895-3416-6.
- Riley, D. G., Chase, C. C., Jr., Olson, T. A., Coleman, S. W. und Hammond, A. C. (2004):
Genetic and nongenetic influences on vigor at birth and preweaning mortality of purebred and high percentage Brahman calves
J. Anim. Sci. 82(6):1581-1588.
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J. und Berry, D. P. (2009):
Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare
J. Dairy Sci. 92(12):5769-5801.

- Rossow, N. (2003):
Das Fettmobilisationssyndrom der Kuh (1)
Abgerufen am: 18.02.2016
Von: <http://www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=45&theme=Printer>
- Rudolphi, B. (2009):
Tragezeiten bei Holsteinrindern – Das Optimum liegt in der Mitte
Neue Landwirtschaft 11:90-92.
- 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
In: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brazil.
- Sawa, A., Jankowska, M., Neja, W. und Krezel-Czopek, S. (2014):
Effect of single and multiple pregnancies and calf sex on parturition process and perinatal mortality
Annals of Animal Science 14(4):851-858.
- Schaeffer, L. R., Burnside, E. B., Glover, P. und Fatehi, J. (2011):
Crossbreeding results in Canadian dairy cattle for production, reproduction and conformation
The Open Agriculture Journal 5:63-72.
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D. M., Vickers, L. und Keyserlingk, M. A. G. v. (2013):
Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows
J. Dairy Sci. 96(11):7088-7092.
- Schnurrbusch, U. (2004):
Ablauf der Normalgeburt (Modell Rind)
In: Gynäkologie für Veterinärmediziner Teil 2, Trächtigkeit, Geburt, Puerperium
2 ed. Zwickau: Wissenschaftliche Scripten. ISBN: 3-9289-2199-1. 85-91.
- Schröder, U. J. und Staufenbiel, R. (2006):
Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness
J. Dairy Sci. 89(1):1-14.
- Schuenemann, G. M., Nieto, I., Bas, S., Galvao, K. N. und Workman, J. D. (2011):
Assessment of calving progress and reference times for obstetric intervention during dystocia in Holstein dairy cows
J. Dairy Sci. 94(11):5494-5501.
- Schuenemann, G. M., Bas, S., Gordon, E. und Workman, J. D. (2013):
Dairy calving management: description and assessment of a training program for dairy personnel
J. Dairy Sci. 96(4):2671-2680.
- Schulz, J. (2010):
Tiermedizinische Geburtskunde und praktische Geburtshilfe
Berlin: Lehmanns Media. ISBN: 3-8654-1331-5.

- Seidenspinner, T., Tetens, J., Habier, D., Bennewitz, J. und Thaller, G. (1991):
The placental growth factor (PGF) - a positional and functional candidate gene influencing calving ease and stillbirth in German dairy cattle
Anim. Genet. 42(1):22-27.
- Senger, P. L. (2012):
Pathways to pregnancy and parturition
3 ed. Current Conceptions. ISBN: 0-9657-6483-4.
- Seyrek-Intas, K., Seyrek-Intas, D., Failing, K., Mecitoglu, G. Y. und Bostedt, H. (2013):
Relation between intravascular electrolyte level and course of parturition in dairy cows
Tierärztl. Praxis Ausg. G Grosstiere Nutztiere 41(5):289-296.
- Sferruzzi-Perri, A. N., Vaughan, O. R., Forhead, A. J. und Fowden, A. L. (2013):
Hormonal and nutritional drivers of intrauterine growth
Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care 16(3):298-309.
- Shah, K. D., Nakao, T. und Kubota, H. (2006):
Plasma estrone sulphate (E₁S) and estradiol-17 β (E₂ β) profiles during pregnancy and their relationship with the relaxation of sacrosciatic ligament, and prediction of calving time in Holstein-Friesian cattle
Anim. Reprod. Sci. 95(1-2):38-53.
- Shah, K. D., Nakao, T., Kubota, H. und Maeda, T. (2006):
Relationship of prepartum plasma concentrations of estrone sulfate and estradiol-17 β with the weight of the calf and placental parameters in Holstein-Friesian cows
Anim. Sci. J. 78(5):489-494.
- Silva del Rio, N., Stewart, S., Rapnicki, P., Chang, Y. M. und Fricke, P. M. (2007):
An observational analysis of twin births, calf sex ratio, and calf mortality in Holstein dairy cattle
J. Dairy Sci. 90(3):1255-1264.
- Simon, M. (2010):
Auswertungen über den Einfluss der Geburt auf die Leistungsfähigkeit von Kühen der Rasse Deutsche Holstein im Zuchtgebiet
Abgerufen am: 17.01.2015
Von: <http://www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=156>.
- Sorge, U. (2005):
Untersuchungen zum Einfluss einer variierten Vorbereitungsdauer auf das Auftreten von Schweregeburten und der perinatalen Mortalität bei Kälbern primiparer Rinder
Berlin: Mensch und Buch, Diss. ISBN: 3-8666-4012-9.
- Soriani, N., Trevisi, E. und Calamari, L. (2012):
Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period
J. Anim. Sci. 90(12):4544-4554.
- Spitzer, J. C., Morrison, D. G., Wettemann, R. P. und Faulkner, L. C. (1995):
Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows
J. Anim. Sci. 73(5):1251-1257.

- Stamer, E., Hafez, S., Junge, W. und Kalm, E. (2004):
Genetic parameters of birth weight and weaning weight for Holstein female calves
Züchtungskunde 76(3):188-195.
- Stamer, E., Junge, W., Brade, W., Kalm, E. und Thaller, G. (2010):
Trächtigkeitsdauer als Informationsmerkmal für die Zuchtwertschätzung der Schwer- und
Totgeburtenrate bei schwarzbunten Milchkühen
Züchtungskunde 82(4):264-271.
- Staufenbiel, R. (1992):
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Untersuchungskonzept und Messung der
Rückenfettdicke
Monatsh. Veterinärmed. 47(9):467-474.
- Staufenbiel, R. (2014):
Ketose (Azetonämie, Azetonurie) der Milchkuh – Bedeutung, Diagnostik und Prophylaxe
Fütterungskolloquium 08.10.2014, Laasdorf (Thüringen)
URL:<http://www.tvlev.de/cms/sites/default/files/downloads/publikationen/Ketose,%20Prof.%20Staufenbiel.pdf>
- Staufenbiel, R., Schröder, U., Gelfert, C. C. und Panicke, L. (2003):
Body condition and metabolic stability as basis of high milk yield, reproductive performance,
and general health in dairy cows
Archiv Tierzucht, Dummerstorf, 46(6):513-526.
- Sugimoto, M., Watanabe, T. und Sugimoto, Y. (2012):
The molecular effects of a polymorphism in the 5'UTR of solute carrier family 44, member 5
that is associated with birth weight in Holsteins
PLoS ONE 7(7):e41267.
- Sullivan, T. M., Micke, G. C., Magalhaes, R. S., Martin, G. B., Wallace, C. R., Green, J. A.
und Perry, V. E. A. (2009):
Dietary protein during gestation affects circulating indicators of placental function and fetal
development in heifers
Placenta 30(4):348-354.
- Szenci, O., Nagy, K., Takacs, L., Madl, I. und Bajcsy, A. C. (2012):
Farm personnel management as a risk factor for stillbirth in Hungarian Holstein-Friesian dairy
farms
Magyar Allatorvosok Lapja 134(7):387-393.
- Takahashi, M., Goto, T., Tsuchiya, H., Ueki, A. und Kawahata, K. (2005):
Ultrasonographic monitoring of nuclear transferred fetal weight during the final stage of
gestation in Holstein cows
J. Vet. Med. Sci. 67(8):807-811.
- Tao, S. und Dahl, G. E. (2013):
Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves
J. Dairy Sci. 96(7):4079-4093.
- Teama, F. E. I. und Gad, A. E. (2014):
Leptin, thyroxin, and cortisol hormones and some metabolic products during pre and
postpartum periods in cows in relations to their body weight of newborn calves
Glob. Vet. 12(1):59-66.

- 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
J. Vet. Med. A 54(2):98-102.
- Topal, M., Aksakal, V., Bayram, B. und Yaganoglu, A. M. (2010):
An analysis of the factors affecting birth weight and actual milk yield in Swedish Red cattle using regression tree analysis
J. Anim. Plant Sci. 20(2):63-69.
- Trakovicka, A., Gabor, M., Miluchova, M. und Stastna, T. M. (2012):
Detection of the non-SMC condensin I complex subunit G gene polymorphism (NCAPG c.1326 T>G) in different breeds of cattle
Lucrari Stiintifice Zootehnie si Biotehnologii, Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara a Banatului Timisoara 45(1): 262-264.
- Traulsen, K. und Tischer, M. (2013):
Geburtsüberwachung und Geburtshilfe beim Rind (Broschüre, Boehringer Ingelheim)
Abgerufen am: 28.02.2016
Von: <https://www.vetmedica.de/broschueren-rind.aspx>
- Uematsu, M., Sasaki, Y., Kitahara, G., Sameshima, H. und Osawa, T. (2013):
Risk factors for stillbirth and dystocia in Japanese Black cattle
Vet. J. 198(1):212-216.
- Uzmay, C., Kaya, I. und Ayyilmaz, T. (2010):
Analysis of risk factors for dystocia in a Turkish Holstein herd
Journal of Animal and Veterinary Advances 9(20):2571-2577.
- Versen-Hoynck, F. v., Rajakumar, A., Parrott, M. S. und Powers, R. W. (2009):
Leptin affects system A amino acid transport activity in the human placenta: evidence for STAT3 dependent mechanisms
Placenta 30(4):361-367.
- VIT Verden (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.) (2015):
Beschreibung der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale, Zellzahl, Exterieurmerkmale, Nutzungsdauer und Zuchtleistungsmerkmale
Abgerufen am: 17.02.2016
Von: http://www.vit.de/fileadmin/user_upload/vit-fuers-rind/zuchtwertschaetzung/milchrinder-zws-online/Zws_Bes_deu.pdf
- Vyboh, P., Zeman, M., Bilcik, B., Sarnikova, B. und Kost'al, L. (2010):
Angiogenic effect of leptin in the quail chorioallantoic membrane
Acta Vet. Brno 79(1):13-17.
- Waldner, C. L. (2014):
Cow attributes, herd management, and reproductive history events associated with abortion in cow-calf herds from western Canada
Theriogenology 81(6):840-848.
- Waurich, B., Wensch-Dorendorf, M., Schafberg, R., Rudolphi, B. und Swalve, H. H. (2010):
Relationships between conformation traits and traits of the calving complex in dairy cows
Species breeding: Dairy cattle and buffalo breeding
9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig.

- Wehrend, A., Hofmann, E., Failing, K. und Bostedt, H. (2006):
Behaviour during the first stage of labour in cattle: influence of parity and dystocia
Appl. Anim. Behav. Sci. 100(3-4):164-170.
- White, F. J., Lents, C. A., Rubio, I. und Wettemann, R. P. (2002):
Effects of prepartum nutrition and body condition score at calving on calf birth weight and average daily gain
2002 Animal Science Research Reports, Oklahoma Agriculture Science and Natural Resources, Oklahoma State University, P-993.
- White, P. J., Ward, M. P., Toribio, J. A. L. M. L. und Windsor, P. A. (2010):
The association between congenital chondrodystrophy of unknown origin (CCUO) in beef cattle and drought in south-eastern Australia
Prev. Vet. Med. 94(3-4):178-184.
- Yao, C., Weigel, K. A. und Cole, J. B. (2014):
Genetic evaluation of stillbirth in US Brown Swiss and Jersey cattle
J. Dairy Sci. 97(4):2474-2480.
- Yldz, H., Saat, N. und Simsek, H. (2011):
An investigation on body condition score, body weight, calf weight and hematological profile in crossbred dairy cows suffering from dystocia
Pak. Vet. J. 31(2):125-128.
- Yokus, B., Cakr, D., Icen, H., Durar, H. und Bademkran, S. (2010):
Prepartum and postpartum serum mineral and steroid hormone concentrations in cows with dystocia
Yuzuncu yil Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi 21(3):185-190.
- Zhang, WenChang, Nakao, T., Moriyoshi, M., Nakada, K., Ribadu, A. Y., Ohtaki, T. und Tanaka, Y. (1999a):
Estrone sulfate concentrations, calf birth weight and viability, and placental weight and expulsion in dairy cattle with different gestation length
Anim. Sci. J. 70(6):429-436.
- Zhang, WenChang, Nakao, T., Moriyoshi, M., Nakada, K., Ribadu, A. Y., Ohtaki, T. und Tanaka, Y. (1999b):
Relationship of maternal plasma progesterone and estrone sulfate to dystocia in Holstein-Friesian heifers and cows
J. Vet. Med. Sci. 61(8):909-913.

10. Anhang

10.1. Schweregeburten

10.1.1. Sonstige signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 88: Einfluss des Konzeptionsmonats auf die Schweregeburtenrate

		07/ 12	08/ 12	09/ 12	10/ 12	11/ 12	12/ 12	01/ 13	02/ 13	03/ 13	04/ 13	05/ 13	Su.
1	n	107	149	113	97	156	108	123	105	102	115	75	1250
	Erw.	111	126	92	102	141	116	129	110	114	133	76	1250
	%	61,8	75,6	79,0	61,0	71,2	60,0	61,2	61,0	57,6	55,3	63,0	64,2
2	n	66	48	30	62	63	72	78	67	75	93	44	698
	Erw.	62	71	51	57	78	64	72	62	63	75	43	698
	%	38,2	24,4	21,0	39,0	28,8	40,0	38,8	39,0	42,4	44,7	37,0	35,8
n		173	197	143	159	219	180	201	172	177	208	119	1948

Pearson-Chi-Quadrat: 44,192 p: < 0,001

1 = Eutokie, 2 = Dystokie, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl,
p = Signifikanz

Tabelle 89: Einfluss des Kalbemonats auf die Schweregeburtenrate

		04/ 13	05/ 13	06/ 13	07/ 13	08/ 13	09/ 13	10/ 13	11/ 13	12/ 13	01/ 14	02/ 14	Su.
1	n	99	140	116	96	148	116	117	111	106	119	82	1250
	Erw.	103	122	96	92	141	113	126	121	117	137	83	1250
	%	61,9	73,7	77,3	66,7	67,6	65,9	59,7	59,0	58,2	55,6	63,6	64,2
2	n	61	50	34	48	71	60	79	77	76	95	47	698
	Erw.	57	68	54	52	78	63	70	67	65	77	46	698
	%	38,1	26,3	22,7	33,3	32,4	34,1	40,3	41,0	41,8	44,4	36,4	35,8
n		160	190	150	144	219	176	196	188	182	214	129	1948

Pearson-Chi-Quadrat: 34,364, p: < 0,001

1 = Eutokie, 2 = Dystokie, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl,
p = Signifikanz

Tabelle 90: Einfluss der Uhrzeit der Kalbung auf die Schweregeburtenrate

Uhrzeit		0- 2	2- 4	4- 6	6- 8	8- 10	10- 12	12- 14	14- 16	16- 18	18- 20	20- 22	22- 24	Su.
1	n	108	93	74	93	122	92	148	125	109	105	96	79	1244
	Erw.	89	85	83	89	122	102	136	141	117	111	101	67	1244
	%	77,7	69,9	56,9	66,9	63,9	57,5	69,8	56,8	59,6	60,7	61,1	75,2	64,1
2	n	31	40	56	46	69	68	64	95	74	68	61	26	698
	Erw.	50	48	47	50	69	58	76	79	66	62	56	38	698
	%	22,3	30,1	43,1	33,1	36,1	42,5	30,2	43,2	40,4	39,3	38,9	24,8	35,9
n		139	133	130	139	191	160	212	220	183	173	157	105	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 63,704, $p < 0,001$

1 = Eutokie, 2 = Dystokie, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 91: Zusammenhang zwischen Kalbvater und Konzeptionssaison bei Primipara

		A	B	C	D	E	F	G	L	Su.
Frühl.	n	0	73	0	67	0	0	0	0	140
	Erw.	17	24	17	25	18	12	23	4	140
	%	0,0	84,9	0,0	72,8	0,0	0,0	0,0	0,0	27,5
Somm.	n	0	1	0	0	51	0	62	6	120
	Erw.	15	20	15	22	16	10	20	3	120
	%	0,0	1,2	0,0	0,0	77,3	0,0	73,8	46,2	23,6
Herbst	n	34	0	28	0	15	20	22	4	123
	Erw.	15	21	15	22	16	11	20	3	123
	%	54,8	0,0	45,2	0,0	22,7	45,5	26,2	30,8	24,2
Winter	n	28	12	34	25	0	24	0	3	126
	Erw.	15	21	15	23	16	11	21	3	126
	%	45,2	14,0	54,8	27,2	0,0	54,5	0,0	23,1	24,8
n		62	86	62	92	66	44	84	13	509

Pearson-Chi-Quadrat: 693,190, $p < 0,001$

Frühl. = Frühling, Somm. = Sommer, A = Patent, B = Ceasar, C = Superb, D = Phomic, E = Precinct, F = Greatest, G = Bowie, L = Sonstige Kalbväter, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 92: Zusammenhang zwischen Kalbvater und Konzeptionssaison bei Pluripara

		A	B	C	E	F	H	I	J	K	L	Su.
Früh.	n	0	27	2	0	1	1	77	65	63	125	361
	Erw.	25	16	21	15	19	29	28	26	25	156	361
	%	0,0	42,9	2,4	0,0	1,3	0,9	68,1	62,5	62,4	19,9	25,1
Somm.	n	0	0	0	38	0	0	0	0	2	213	253
	Erw.	17	11	14	10	13	20	20	18	18	111	253
	%	0,0	0,0	0,0	65,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	33,9	17,6
Herbst	n	45	0	48	20	42	59	0	0	0	184	398
	Erw.	28	17	23	16	21	32	31	29	28	174	398
	%	45,5	0,0	58,5	34,5	55,3	51,3	0,0	0,0	0,0	29,3	27,6
Winter	n	54	36	32	0	33	55	36	39	36	107	428
	Erw.	29	19	24	17	23	34	34	31	30	187	428
	%	54,5	57,1	39,0	0,0	43,4	47,8	31,9	37,5	35,6	17,0	29,7
n		99	63	82	58	76	115	113	104	101	628	1439

Pearson-Chi-Quadrat: 614,190 $p < 0,001$

Früh. = Frühling, Somm. = Sommer, A = Patent, B = Ceasar, C = Superb, E = Precinct, F = Greatest, H = Brandon, I = Embassy, J = Banff, K = Skycrest, L = Sonstige Kalbväter, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

10.1.2. Sonstige kategoriale nicht-signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 93: Einfluss von Kexxtone® auf die Schweregeburtenrate

		Kexxtone®		Summe
		nein	ja	
Eutokie	Anzahl	755	275	1250
	Erw. Anz.	741	289	1250
	%	72,9% ^a	68,1% ^a	64,2%
Dystokie	Anzahl	280	129	698
	Erw. Anz.	294	115	698
	%	27,1% ^a	31,9% ^a	35,8%
Anzahl		1035	404	1948

p (nach Fisher-Exakter): 0,069

^a = kein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

10.1.3. Sonstige intervallskalierte nicht-signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 94: Einfluss sonstiger Intervallskalierter nicht-signifikanter Variablen auf die Schweregeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
EKA	484	0,003	0,002	0,216	1,003	0,998	1,007
Konstante		-1,671	1,561	0,284	0,188		
Tragezeit < 260	51	-0,001	0,018	0,956	0,999	0,963	1,036
Konstante		0,530	4,596	0,908	1,699		
ZTZ	1283	0,002	0,001	0,181	1,002	0,999	1,004
Konstante		-1,095	0,137	< 0,001**	0,334		
ZKZ	1283	0,002	0,001	0,171	1,002	0,999	1,004
Konstante		-1,583	0,446	< 0,001**	0,215		
Ca TS 2	1859	0,058	0,158	0,713	1,060	0,777	1,445
Konstante		-0,719	0,374	0,054	0,487		
Ca TS 2 P	490	-0,175	0,357	0,625	0,840	0,417	1,690
Konstante		0,702	0,853	0,410	2,018		
Ca TS 2 M	1369	-0,038	0,186	0,836	0,962	0,668	1,386
Konstante		-0,845	0,437	0,053	0,429		
Phos TS 2	1868	0,049	0,145	0,736	1,050	0,790	1,395
Konstante		-0,676	0,272	0,013**	0,509		
Phos TS 2 P	490	0,364	0,327	0,266	1,439	0,758	2,731
Konstante		-0,372	0,600	0,535	0,689		
Phos TS 2 M	1378	0,096	0,172	0,578	1,101	0,785	1,542
Konstante		-1,115	0,326	0,001**	0,328		
BHB TS 2	1867	-0,105	0,348	0,762	0,900	0,455	1,781
Konstante		-0,539	0,165	0,001**	0,583		
BHB Kalbung	1927	0,480	0,249	0,054	1,617	0,992	2,634
Konstante		-0,785	0,112	< 0,001**	0,456		
NEFA Kalbung	1927	0,191	0,126	0,129	1,210	0,946	1,548
Konstante		-0,746	0,113	< 0,001**	0,474		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant

n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, EKA = Erstkalbalter, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit, TS 2 = Trockenstehperiode 2, M = Multipara, P = Primipara, Ca = Calcium, Phos = Phosphor, BHB = Betahydroxybutyrat, NEFA = Freie Fettsäuren

10.2. Totgeburten

10.2.1. Sonstige signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 95: Einfluss des Konzeptionsmonats auf die Totgeburtenrate

		07/ 12	08/ 12	09/ 12	10/ 12	11/ 12	12/ 12	01/ 13	02/ 13	03/ 13	04/ 13	05/ 13	Su.
1	n	166	193	134	152	204	167	189	165	160	185	115	1830
	Erw.	163	186	134	150	205	169	189	162	166	194	112	1830
	%	96,0	98,0	94,4	95,6	93,6	93,3	94,0	95,9	90,9	89,8	96,6	94,2
2	n	7	4	8	7	14	12	12	7	16	21	4	112
	Erw.	10	11	8	9	13	10	12	10	10	12	7	112
	%	4,0	2,0	5,6	4,4	6,4	6,7	6,0	4,1	9,1	10,2	3,4	100,0
	n	173	197	142	159	218	179	201	172	176	206	119	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 20,216, p: 0,027

1 = Lebendgeburt, 2 = Totgeburt, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

10.2.2. Sonstige kategoriale nicht-signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 96: Einfluss des Kalbgeschlechts auf die Totgeburtenrate

		männlich	weiblich	Summe
Lebendgeburt	Anzahl	936	865	1801
	Erw. Anz.	940	864	1801
	%	94,5% ^a	94,6% ^a	94,5%
Totgeburt	Anzahl	55	49	104
	Erw. Anz.	54	50	104
	%	5,5% ^a	5,4% ^a	5,5%
	Anzahl	991	914	1905

p (nach Fisher-Exakter): 0,920

^a = kein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 97: Einfluss des Kalbemonats auf die Totgeburtenrate

		04/ 13	05/ 13	06/ 13	07/ 13	08/ 13	09/ 13	10/ 13	11/ 13	12/ 13	01/ 14	02/ 14	Su.
1	n	152	188	140	138	202	166	181	179	166	195	123	1830
	Erw.	151	179	140	136	205	165	185	177	171	200	122	1830
	%	95,0	98,9	94,0	95,8	92,7	94,9	92,3	95,2	91,7	92,0	95,3	94,2
2	n	8	2	9	6	16	9	15	9	15	17	6	112
	Erw.	9	11	9	8	13	10	11	11	10	12	7	112
	%	5,0	1,1	6,0	4,2	7,3	5,1	7,7	4,8	8,3	8,0	4,7	100,0
	n	160	190	149	144	218	175	196	188	181	212	129	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 15,764, p: 0,107

1 = Lebendgeburt, 2 = Totgeburt, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 98: Einfluss der Kalbesaison auf die Totgeburtenrate

		Frühling 2013	Sommer 2013	Herbst 2013	Winter 2013/14	Summe
Lebend- geburt	Anzahl	340	480	526	484	1830
	Erwartete Anz.	330	481	527	492	1830
	%	97,1 ^a	93,9 ^a	94,1 ^a	92,7 ^a	94,2
Totgeburt	Anzahl	10	31	33	38	112
	Erwartete Anz.	20	30	32	30	112
	%	2,9 ^a	6,1 ^a	5,9 ^a	7,3 ^a	5,8
	Anzahl	350	511	559	522	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 7,754, p: 0,051

^a = kein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 99: Einfluss der Kalbeschicht auf die Schwergeburtenrate

		Frühschicht 6-16 Uhr	Spätschicht 16-22 Uhr	Nachtschicht 22-6 Uhr	Summe
Lebend- geburt	Anzahl	880	480	470	1830
	Erwartete Anz.	878	482	469	1830
	%	94,4 ^a	93,8 ^a	94,4 ^a	94,2
Totgeburt	Anzahl	52	32	28	112
	Erwartete Anz.	54	30	29	112
	%	5,6 ^a	6,3 ^a	5,6 ^a	5,8
	Anzahl	932	512	498	1942

Pearson-Chi-Quadrat: 0,299, p: 0,861

^a = kein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 100: Einfluss der Uhrzeit der Kalbung (im 2 h-Intervall) auf die Totgeburtenrate

Uhrzeit		0- 2	2- 4	4- 6	6- 8	8- 10	10- 12	12- 14	14- 16	16- 18	18- 20	20- 22	22- 24	Su.
1	n	133	124	122	131	179	151	202	204	171	157	152	99	1825
	Erw.	131	125	121	131	179	150	200	206	172	162	148	99	1825
	%	95,7	93,2	95,3	94,2	94,2	95,0	95,3	93,2	93,4	91,3	96,8	94,3	94,3
2	n	6	9	6	8	11	8	10	15	12	15	5	6	111
	Erw.	8	8	7	8	11	9	12	13	10	10	9	6	111
	%	4,3	6,8	4,7	5,8	5,8	5,0	4,7	6,8	6,6	8,7	3,2	5,7	5,7
n		139	133	128	139	190	159	212	219	183	172	157	105	1936

Pearson-Chi-Quadrat: 7,051 , p: 0,795

1 = Lebendgeburt, 2 = Totgeburt, Su. = Summe, n = Anzahl, Erw. = erwartete Anzahl, p = Signifikanz

Tabelle 101: Einfluss von Kexxtone® auf die Totgeburtenrate

		Kexxtone®		Summe
		nein	Ja	
Lebend- geburt	Anzahl	998	388	1386
	Erw. Anz.	997	389	1386
	%	96,8% ^a	96,5% ^a	96,7%
Totgeburt	Anzahl	33	14	47
	Erw. Anz.	34	13	47
	%	3,2% ^a	3,5% ^a	3,3%
Summe	Anzahl	1031	402	1433

p (nach Fisher-Exakter): 0,744

^a = kein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) beim spaltenweisen Vergleich der Werte, Erw. = Erwartete, Anz. = Anzahl, p = Signifikanz

10.2.3. Sonstige intervallskalierte nicht-signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 102: Zusammenfassung intervallskalierter nicht-signifikanter Variablen auf die Totgeburtenrate

	n	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
						Unterer	Oberer
EKA	484	0,001	0,003	0,714	1,001	0,995	1,008
Konstante		-2,710	2,214	0,221	0,067		
Tragezeit < 260	51	-0,010	0,019	0,591	0,990	0,954	1,027
Konstante		1,792	4,630	0,699	5,999		
ZTZ	1277	0,000	0,003	0,976	1,000	0,994	1,006
Konstante		-3,552	0,368	< 0,001**	0,030		
ZKZ	1277	-0,002	0,003	0,552	0,998	0,991	1,005
Konstante		-2,742	1,295	0,034*	0,064		
Ca TS 2	1853	-0,216	0,315	0,493	0,806	0,434	1,494
Konstante		-2,360	0,739	0,001**	0,094		
BHB TS 2	1861	-0,904	0,811	0,265	0,405	0,083	1,985
Konstante		-2,464	0,372	< 0,001**	0,085		
BHB Kalbung	1921	-0,533	0,608	0,381	0,587	0,178	1,931
Konstante		-2,600	0,256	< 0,001**	0,074		
NEFA Kalbung	1921	-0,363	0,280	0,194	0,696	0,402	1,204
Konstante		-2,525	0,236	< 0,001**	0,080		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
n = Anzahl, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, EKA = Erstkalbealter, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit, TS 2 = Trockenstehperiode 2, Ca = Calcium, BHB = Betahydroxybutyrat, NEFA = Freie Fettsäuren

10.2.4. Multivariable Regressionsanalyse

Tabelle 103: Logistische Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei Primipara ohne „Konzeptionssaison“

Variable	B	SE	p	Exp(B)	95% - KI für EXP(B)	
					Unterer	Oberer
Schwergewicht	1,621	0,371	< 0,001**	5,058	2,446	10,458
Kalbvater=Patent (Ref.)			0,036*			
Kalbvater=Ceasar	1,974	0,774	0,011*	7,197	1,579	32,810
Kalbvater=Superb	1,471	0,810	0,070	4,352	0,889	21,300
Kalbvater=Phomic	1,228	0,797	0,123	3,416	0,716	16,295
Kalbvater=Precinct	-0,234	1,046	0,823	0,791	0,102	6,145
Kalbvater=Greatest	0,915	0,879	0,298	2,496	0,446	13,973
Kalbvater=Bowie	1,275	0,813	0,117	3,577	0,726	17,615
Kalbvater=Sonstige	0,536	1,279	0,675	1,709	0,139	20,975
Kalbgewicht	-0,118	0,028	< 0,001**	0,889	0,841	0,940
Konstante	0,422	1,320	0,749	1,525		

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant
SE = Standardfehler, p = Signifikanz, KI = Konfidenzintervall, Ref. = Referenz

Abhängige Variable: Totgeburt

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Kalbanzahl, Tragezeit

10.3. Kälbergeburtsgewicht

10.3.1. Sonstige kategoriale nicht-signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 104: Einfluss des Konzeptionsmonats auf das Kälbergeburtsgewicht

Monat	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Oberggr.
Jul 2012	169	43,908	5,1754	0,3981	43,122	44,694
Aug 2012	190	44,326	5,7771	0,4191	43,500	45,153
Sep 2012	132	44,068	5,3191	0,4630	43,152	44,984
Okt 2012	151	43,907	5,4557	0,4440	43,030	44,785
Nov 2012	207	42,749	5,0227	0,3491	42,061	43,437
Dez 2012	170	44,018	6,2554	0,4798	43,071	44,965
Jan 2013	196	43,893	6,2252	0,4447	43,016	44,770
Feb 2013	167	43,749	5,6256	0,4353	42,889	44,608
Mrz 2013	168	44,149	5,8408	0,4506	43,259	45,038
Apr 2013	202	43,579	6,1471	0,4325	42,726	44,432
Mai 2013	109	43,807	4,4897	0,4300	42,955	44,660
Jun 2013	3	37,333	7,3711	4,2557	19,022	55,644
gesamt	1864	43,797	5,6579	0,1310	43,540	44,054

Levene-Test: 2,839, *p* (Levene): 0,001, Welch-Test: 1,222, *p* (Welch): 0,285

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler,
KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze, *p* = Signifikanz

Tabelle 105: Einfluss der Konzeptionssaison auf das Kälbergeburtsgewicht

Saison	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Oberggr.
Sommer 2012	362	44,073	5,5374	0,2910	43,501	44,646
Herbst 2012	490	43,461	5,2643	0,2378	42,994	43,928
Winter 2012/13	533	43,887	6,0433	0,2618	43,373	44,402
Frühling 2013	479	43,831	5,6943	0,2602	43,320	44,342
gesamt	1864	43,797	5,6579	0,1310	43,540	44,054

Levene-Test: 2,760, *p* (Levene): 0,041, Welch-Test: 1,005, *p* (Welch): 0,390

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler,
KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze, *p* = Signifikanz

Tabelle 106: Einfluss des Kalbemonats auf das Kälbergeburtsgewicht

Monat	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Obergr.
Apr 2013	155	43,64	5,11	0,41	42,83	44,45
Mai 2013	184	44,42	5,95	0,44	43,56	45,29
Jun 2013	137	44,11	5,16	0,44	43,24	44,98
Jul 2013	138	43,65	5,44	0,46	42,74	44,57
Aug 2013	207	42,76	5,26	0,37	42,04	43,80
Sep 2013	168	43,80	5,96	0,46	42,89	44,71
Okt 2013	191	43,74	6,64	0,48	42,80	44,69
Nov 2013	179	43,83	5,29	0,40	43,05	44,61
Dez 2013	175	44,14	5,71	0,43	43,29	44,99
Jan 2014	206	43,86	5,97	0,42	43,04	44,68
Feb 2014	124	44,04	5,07	0,46	43,14	44,94
gesamt	1864	43,80	5,66	0,13	43,54	44,05

Levene-Test: 2,538, p (Levene): 0,005, Welch-Test: 1,175, p (Welch): 0,304

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler,
KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, p = Signifikanz

Tabelle 107: Einfluss der Kalbesaison auf das Kälbergeburtsgewicht

Saison	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Obergr.
Frühling 2013	339	44,07	5,59	0,30	43,47	44,67
Sommer 2013	482	43,40	5,30	0,24	42,92	43,87
Herbst 2013	538	43,79	6,00	0,26	43,28	44,30
Winter 2013/14	505	44,00	5,66	0,25	43,51	44,50
gesamt	1864	43,80	5,66	0,13	43,54	44,05

Levene-Test: 2,058, p (Levene): 0,104, F: 1,286, p (F-Wert): 0,278

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler,
KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, F = Levene-Test auf
Gleichheit der Fehlervarianzen, p = Signifikanz

Tabelle 108: Einfluss von Kexxtone® auf das Kälbergeburtsgewicht

Kexxtone®	n	\bar{x}	SD	SE	95% - KI für Mittelwert	
					Unterggr.	Oberggr.
nein	983	44,89	5,44	0,17	44,54	45,23
ja	382	45,41	5,25	0,27	44,88	45,94
gesamt	1365	45,03	5,39	0,15	44,75	45,32

Levene-Test: 0,053, p (Levene): 0,819, T-Test: -1,612, p: 0,107, \bar{x} -Differenz: -0,52 kg, SE-Differenz: 0,32

n = Anzahl, \bar{x} = Mittelwert, SD = Standardabweichung, SE = Standardfehler

KI = Konfidenzintervall, Untergr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze, F = Levene-Test auf p = Signifikanz, T = T-Wert, \bar{x} -Differenz = Mittelwertdifferenz, SE-Differenz = Standardfehlerdifferenz

10.3.2. Sonstige intervallskalierte nicht-signifikante Untersuchungsgrößen

Tabelle 109: Einfluss des Erstkalbealters auf das Kälbergeburtsgewicht

		EKA
Geburtsgewicht	Korrelationskoeffizient r_s	0,084
	Signifikanz r_s	0,069
	Anzahl	474

EKA = Erstkalbealter, r_s = Spearman-Rho

10.3.3. Streudiagramme

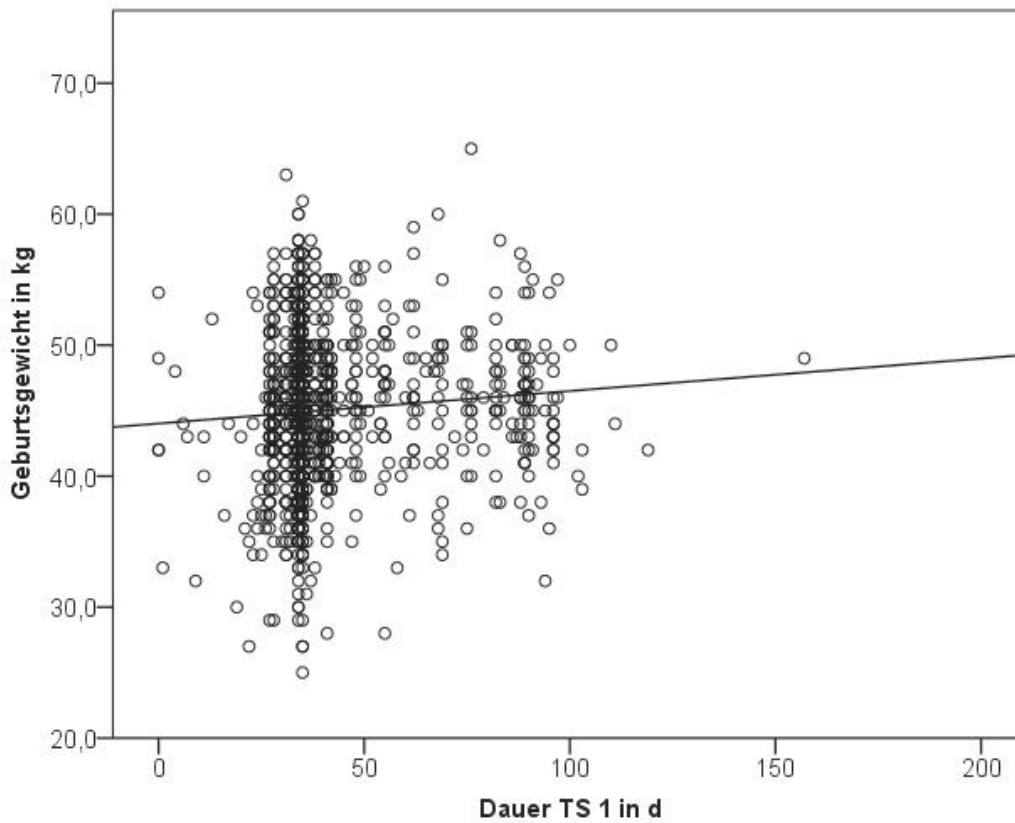


Abbildung 17: Zusammenhang zwischen der Dauer TS 1 und dem Kälbergeburtsgewicht

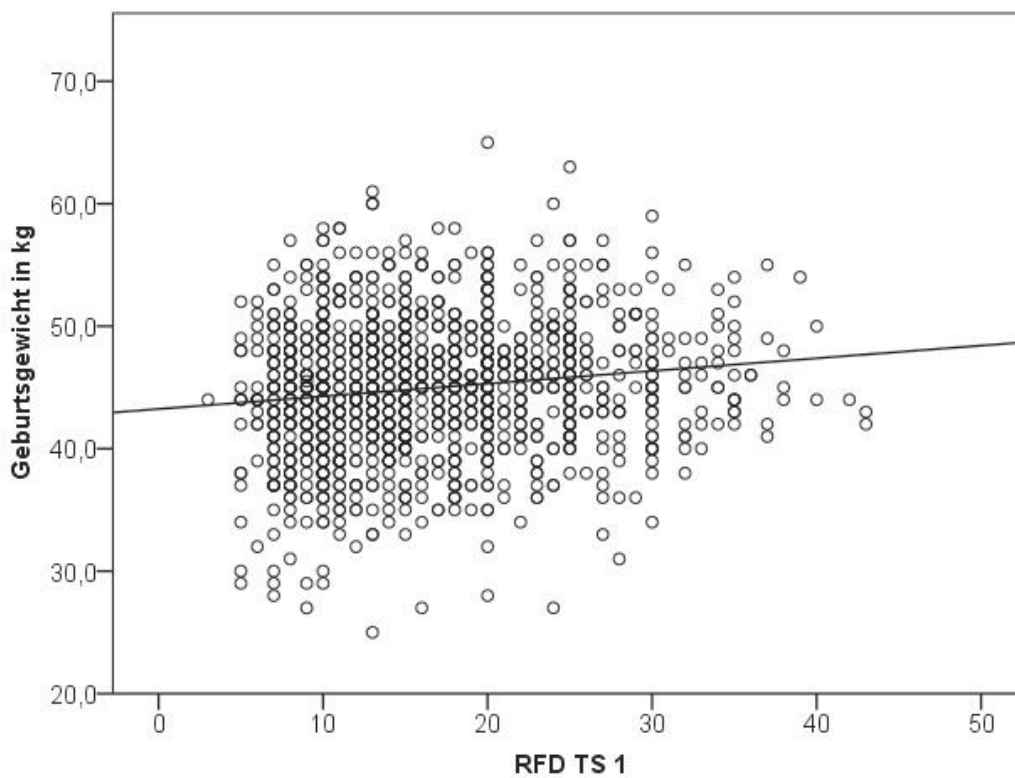


Abbildung 18: Zusammenhang zwischen der RFD TS 1 und dem Kälbergeburtsgewicht

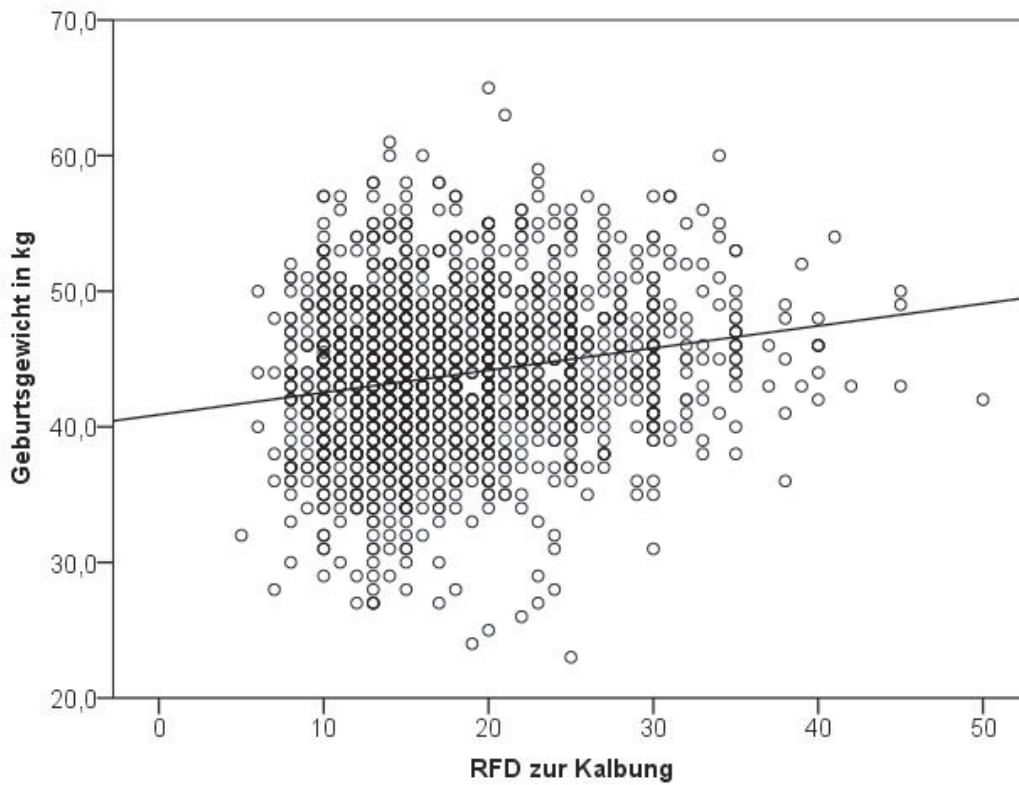


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen der RFD zur Kalbung und dem Geburtsgewicht

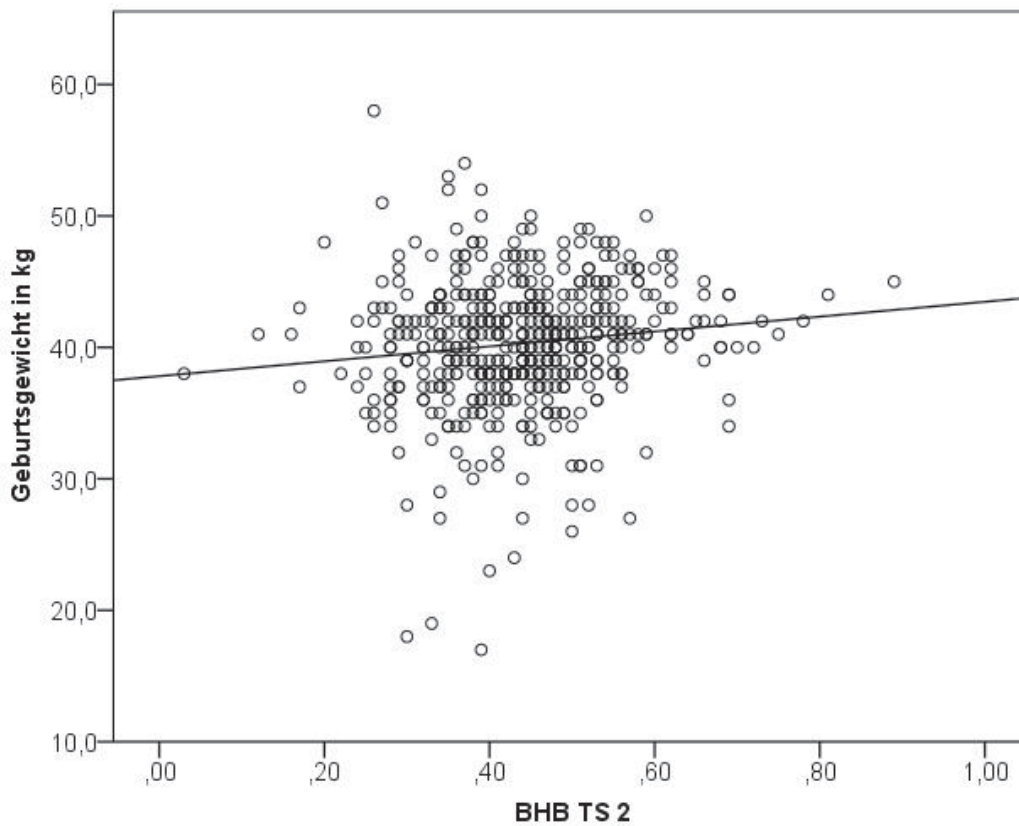


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen der BHB-Konzentration zu Beginn der TS 2-Phase und dem Kälbergeburtsgewicht bei Primipara

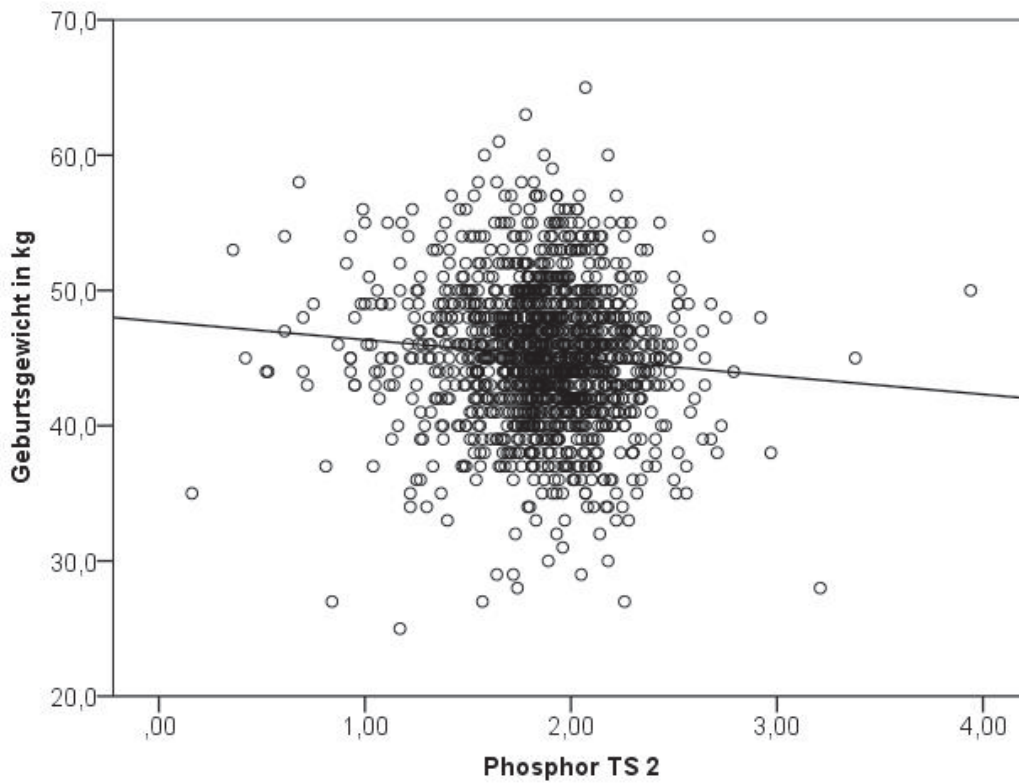


Abbildung 21: Zusammenhang zwischen der Phosphorkonzentration zu Beginn der TS 2-Phase und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

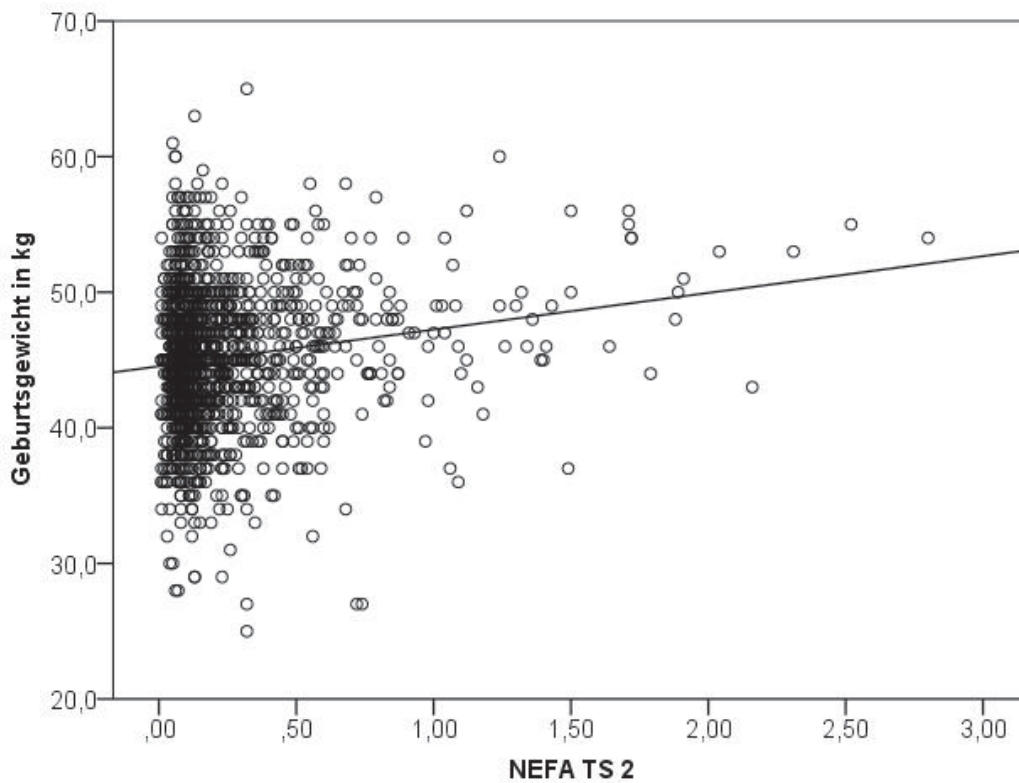


Abbildung 22: Zusammenhang zwischen der NEFA-Konzentration zu Beginn der TS 2-Phase und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

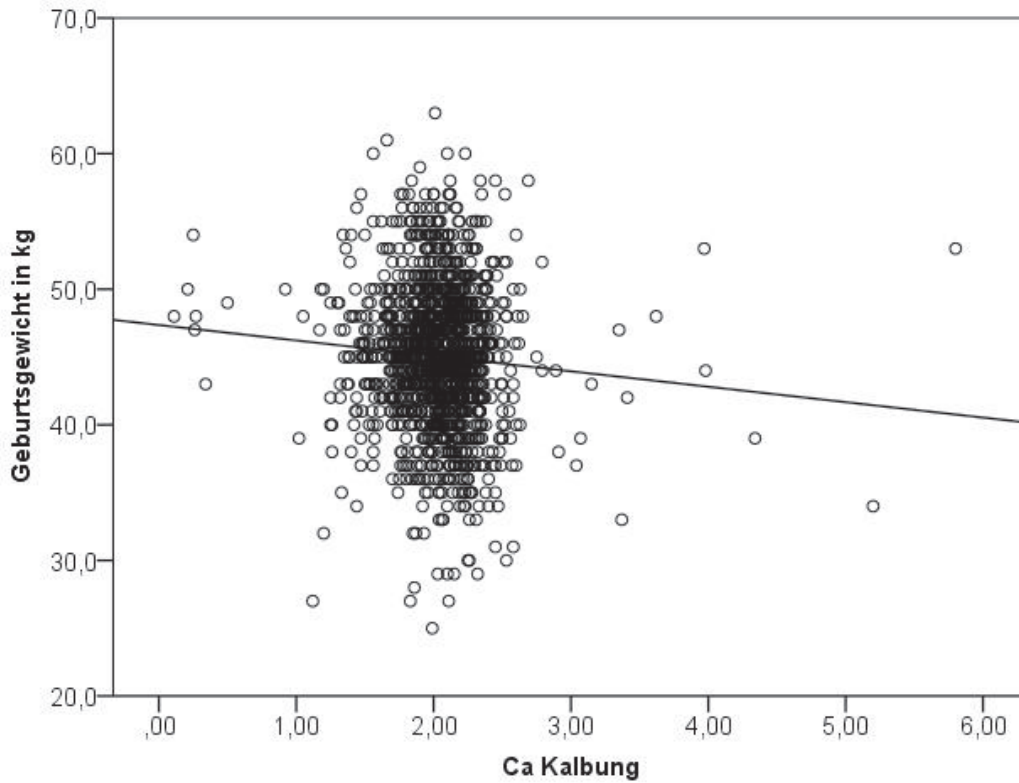


Abbildung 23: Zusammenhang zwischen der Ca-Konzentration zur Kalbung und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

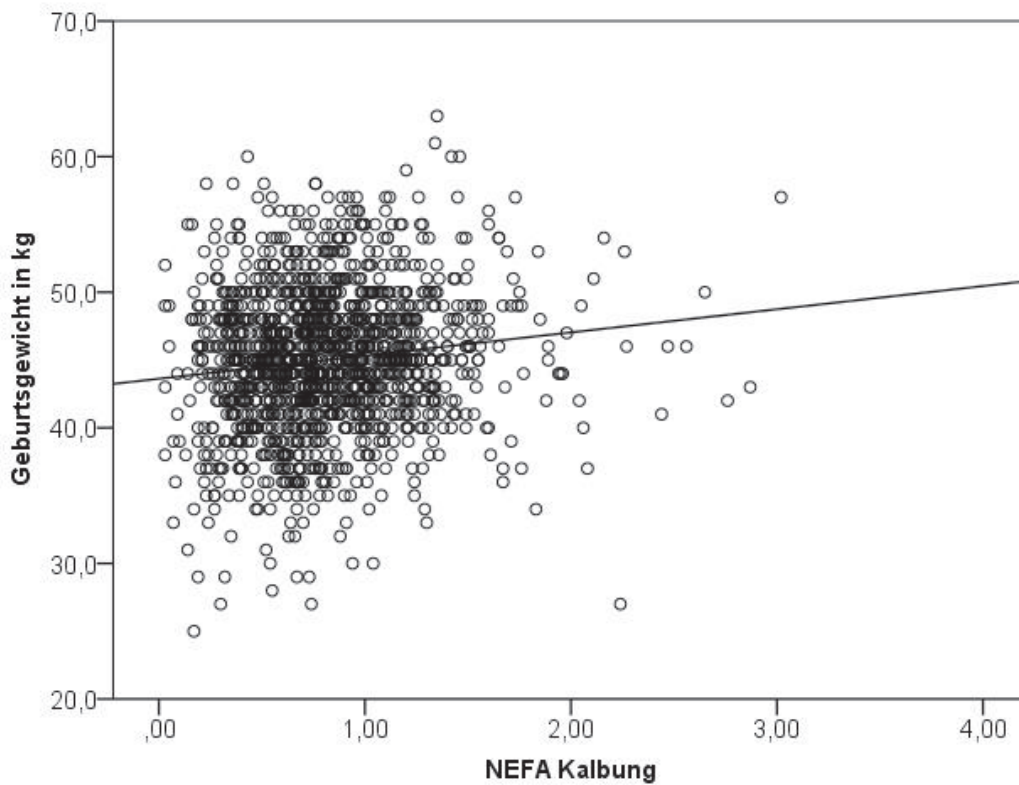


Abbildung 24: Zusammenhang zwischen der NEFA-Konzentration zur Kalbung und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

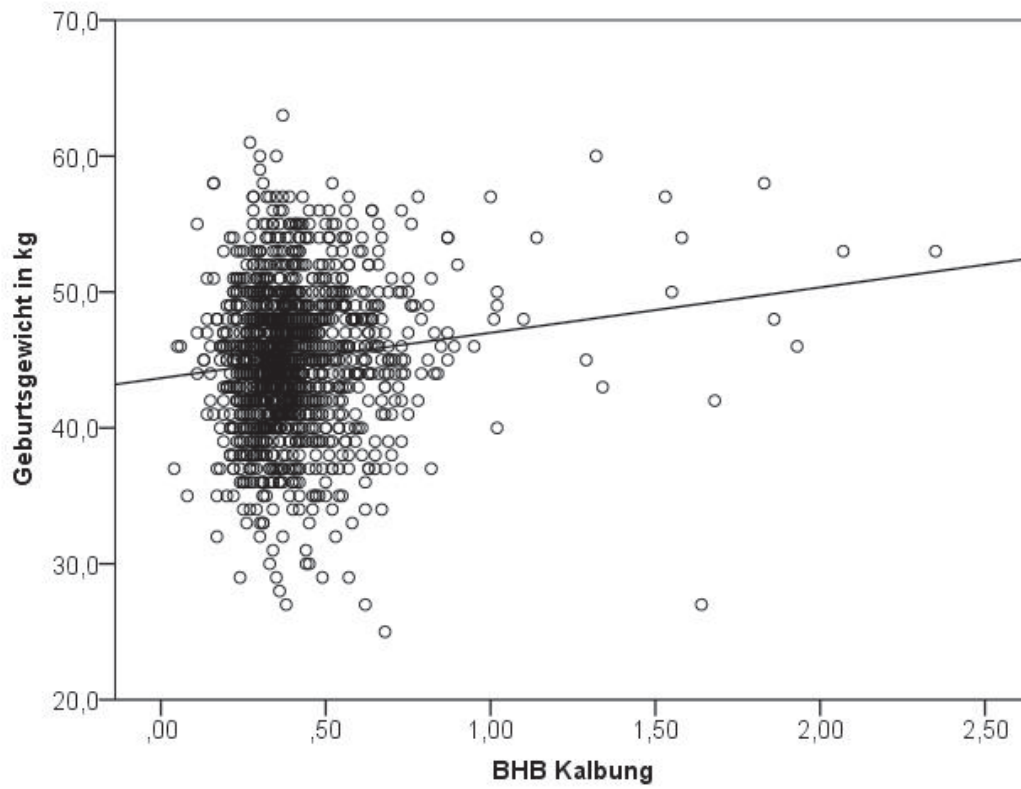


Abbildung 25: Zusammenhang zwischen der BHB-Konzentration zur Kalbung und dem Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara

10.3.4. Multivariable lineare Regr.-Analyse Pluripara mit „Tragezeit \geq 260 d“

Tabelle 110: Lineare Regressionsanalyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei Pluripara mit der Variable "Tragezeit \geq 260 d"

Parameter	B	SE	p	95 % Konfidenzintervall	
				Untergr.	Obergr.
Konstante	-2,618	11,287	0,817	-24,762	19,526
Kalbgeschlecht=männlich	3,468	0,258	< 0,001**	2,962	3,973
Kalbgeschlecht=weiblich (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.
NEFA TS 2	1,707	0,466	< 0,001**	0,794	2,621
NEFA Kalbung	0,965	0,338	0,004**	0,303	1,628
Tragezeit \geq 260 d	0,168	0,042	< 0,001**	0,086	0,251
Dauer TS 2	0,120	0,040	0,003**	0,042	0,197
KalbvaterKühe=Patent	-1,474	0,523	0,005*	-2,500	-0,447
KalbvaterKühe=Ceasar	-0,694	0,687	0,313	-2,042	0,655
KalbvaterKühe=Superb	-0,742	0,575	0,197	-1,869	0,385
KalbvaterKühe=Precinct	-0,039	0,647	0,952	-1,308	1,230
KalbvaterKühe=Greatest	-2,798	0,574	< 0,001**	-3,925	-1,671
KalbvaterKühe=Brandon	-0,504	0,479	0,292	-1,444	0,435
KalbvaterKühe=Embassy	0,692	0,494	0,161	-0,277	1,661
KalbvaterKühe=Banff	0,353	0,512	0,491	-0,652	1,359
KalbvaterKühe=Skycrest	0,097	0,528	0,854	-0,939	1,133
KalbvaterKühe=Sonstige (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.
Phosphor TS 2	-1,111	0,391	0,005**	-1,879	-0,343
Laktation = 2	-1,018	0,276	0,001**	-1,560	-0,476
Laktation \geq 3 (Ref.)	0 ^a	.	.	.	.

F: 1,331, p (F-Wert): 0,085, R²: 0,258, angepasstes R²: 0,249

** = Regression ist bei Niveau 0,01 signifikant, * = Regression ist bei Niveau 0,05 signifikant

^a = Dieser Parameter wurde auf den Wert null gesetzt, da er redundant ist.

B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, Ref. = Referenz, TS 2 = Trockenstehperiode 2

F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: ZKZ, ZTZ, Dauer TS 1, Dauer TS ges., RFD TS 1, RFD TS 2, RFD Kalbung, BHB TS 2, Calcium Kalbung und BHB Kalbung

Tabelle 111: Geschätzte Randmittel für das Geburtsgewicht nach dem Vater des Nachkommen mit der Variable „Tragezeit ≥ 260 d“

Kalbvater	\bar{x}	SE	95 % Konfidenzintervall	
			Unterggr.	Oberggr.
Greatest	42,5	0,538	41,5	43,6
Patent	43,8	0,481	42,9	44,8
Ceasar	44,5	0,659	43,2	45,8
Superb	44,5	0,543	43,4	45,6
Brandon	44,8	0,447	43,9	45,7
Precinct	45,2	0,620	44,0	46,4
Skycrest	45,3	0,490	44,4	46,3
Sonstige	45,3	0,199	44,9	45,7
Banff	45,5	0,474	44,6	46,4
Embassy	46,0	0,455	45,1	46,9

Geschätzte Randmittel im Modell werden für die folgenden Werte ausgewertet: Tragezeit $\geq 260 = 274,91$ d, Dauer TS2 = 10,63 d, NEFA TS 2 = 0,2416 mmol/l, NEFA Kalbg. = 0,8200 mmol/l

\bar{x} = Mittelwert, SE = Standardfehler, Unterggr. = Untergrenze, Oberggr. = Obergrenze

11. Publikationsverzeichnis

Maschurek, N., Pieper, L., Staufenbiel, R. (2016):

Einflussfaktoren auf die Totgeburtenrate bei primi- und multiparen Holstein Friesian Milchkühen.

41. Leipziger Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung Leipzig, Leipzig, 24.06.2016.

In: 41. Leipziger Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung, Manfred Fürll (Hrsg.)

Leipzig: Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät Leipzig, S. 29-30.

URL: [www.vetmed.uni-](http://www.vetmed.uni-leipzig.de/ik/wmedizin/labor/laborfortbildung/leipziger_laborfortbildung_16.pdf)

[leipzig.de/ik/wmedizin/labor/laborfortbildung/leipziger_laborfortbildung_16.pdf](http://www.vetmed.uni-leipzig.de/ik/wmedizin/labor/laborfortbildung/leipziger_laborfortbildung_16.pdf)

12. Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. Staufenbiel für die Überlassung des hochinteressanten Themas, für seine hilfreichen Anregungen für die Auswertung der statistischen Daten und für die unermüdliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit. Ich danke ihm für die stets freundliche und kompetente Betreuung und für seine persönlichen Ratschläge.

Frau Dr. Karin Holland und Herrn Jochen Walther bin ich zu großem Dank verpflichtet, da sie mir nicht nur die Möglichkeit gaben, die praktische Durchführung dieser Arbeit auf dem Gut Hohen Luckow durchzuführen, sondern auch die Gelegenheit meine Dissertation durch eine Anstellung auf dem Betrieb zu finanzieren.

Meinen herzlichen Dank möchte ich außerdem allen Mitarbeitern der Gut Hohen Luckow Milch GmbH & Co. KG, allen voran Herrn Martin Moos und Herrn Alexander Schirmer, für das entgegengebrachte Vertrauen, die gute Zusammenarbeit und die kompetente Unterstützung, v. a. bei der Erfassung der Herdendaten, aussprechen. Besonders bei den Mitarbeitern des TMF, vor allem bei Herrn Stefan Gabbert, bedanke ich mich für die Hilfe bei der Probenentnahme, für die schnelle Integration in das Team und für die schöne Zeit. Ich habe viel dazugelernt und möchte die Zeit nicht missen. Dem Frauen-Team von der Gutsküche danke ich für die stets hervorragende Verpflegung.

Zudem möchte ich mich bei Frau Julia Bachstein für die gute Zusammenarbeit und ihre Verlässlichkeit bei der umfangreichen Sammlung der Proben und Daten bedanken. Mein Dank gilt auch Frau Susann Richter und Herrn Robert Gey für die Analyse der Blutproben. Besonders bei Frau Bachstein und Frau Richter möchte ich für die unvergessliche gemeinsame Zeit und über die Doktorarbeit hinausgehende Freundschaft bedanken.

Frau Dr. Laura Pieper danke ich für die immer freundliche und kompetente Hilfe bei allen Fragen zur statistischen Auswertung der Daten. Außerdem möchte ich dem gesamten Team von der Veterinärmedizinischen Bibliothek der FU Berlin, allen voran Herrn Tobias Gäng und Herrn Camillo Krawczyk, meinen Dank für die Hilfe bei der Literaturrecherche, bei Fragen zum Literaturverwaltungsprogramm und zur Formatierung dieser Arbeit aussprechen.

Nicht zuletzt bedanke ich mich von ganzem Herzen bei meinen liebevollen Eltern, Verwandten, Freunden und v. a. bei Marko, die mir das Studium und die Dissertation ermöglicht haben und auf deren mentale Unterstützung, offenes Ohr und uneingeschränkte Geduld ich mich jederzeit verlassen kann. Ihre Motivation und Unterstützung in jeder Form haben mir beim Verfassen dieser Arbeit sehr geholfen.

13. Selbständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 06.10.2016

Nancy Maschurek